



c) Muro de Flexão Estaqueado / Atirantado

Para determinar a viabilidade da alternativa foi desenvolvida uma análise expedita conforme esquema estrutural no croqui da Figura 3.5, abaixo.

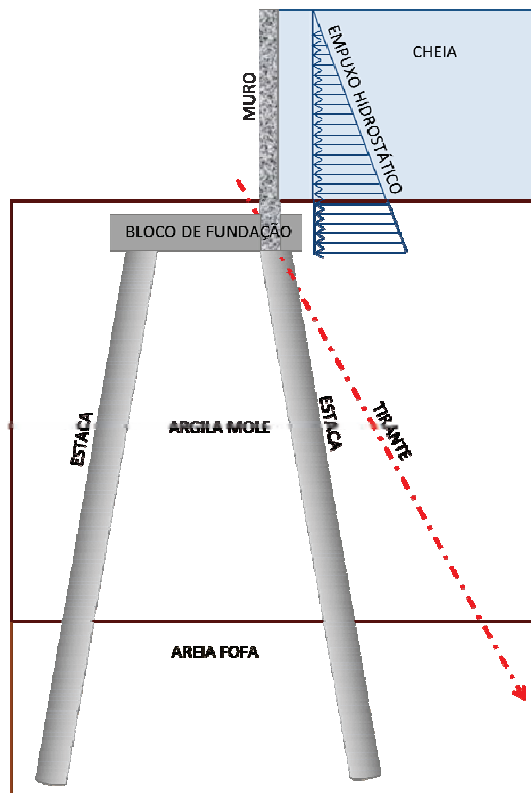


Figura 3.5: Esquema estrutural do muro de flexão estaqueado / atirantado

O muro de concreto armado ao conter o empuxo hidrostático impõe um carregamento horizontal sobre as estacas, as quais não possuem capacidade de absorvê-lo sem o auxílio do atirantamento. Por outro lado, a carga de incorporação dos tirantes deverá ser bem controlada para que os próprios tirantes não sobrecarreguem as estacas na condição de nível de água baixo.

Dividindo-se o muro em módulos de aproximadamente 12m, com cinco conjuntos de estacas por módulo, tem-se:

Quadro 3.4: Verificação das Cargas por Estaca - Bloco de Duas Estacas

Comb	P _{máx} kN	E _h kN	M _x kNm	a m	b m	lestaca 1: (H:V)	Pestaca 1 (kN)			Pestaca 2 (kN)		
							Total	Horizontal	Vertical	Total	Horizontal	Vertical
C/ hid	75,60	211,68	266,11	0,60	0,60	4,00	-189,62	-45,99	-183,96	267,55	64,89	259,56
S/ hid	75,60		-45,36	0,60	0,60	4,00	77,93	18,90	75,60	0,00	0,00	0,00

Para equilibrar o esforço horizontal será adotado um tirante de 300kN, inclinado a 45°, com comprimento estimado de 35m, junto a cada um dos blocos de fundação (a cada 2,4m).

Salienta-se que pela configuração da estrutura não há possibilidade de flutuação e que para a condição de nível de água baixo não há solicitações relevantes.

Com base nas análises apresentadas, conclui-se que esta alternativa é tecnicamente viável.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



3.2.2 Alternativa Adotada

Foram analisadas três alternativas de solução para o muro de proteção. A alternativa de muro de gravidade foi descartada por questões técnicas. Quanto às alternativas de parede diafragma atirantada e muro de flexão atirantado / engastado, ambas se mostraram tecnicamente viáveis, cabendo a escolha da alternativa pelo critério econômico.

Uma vez que o muro de contenção para fora do terreno deverá ser muito semelhante em ambas alternativas, será realizado comparativo (Quadro 3.1) apenas para suas infraestruturas.

Quadro 3.5: Comparativo de quantitativos entre soluções para um metro de estrutura

Material	Unidade	Cortina	Muro
Tirante 300kN	m/m	35	14,58
Concreto	m³/m	4	2,73
Armadura	kg/m³	320	273,4

Avaliando-se pelos quantitativos de materiais e sabendo que o serviço de execução de estacas é relativamente mais simples que o serviço de execução de cortina de parede diafragma, conclui-se que a execução de um muro de flexão estaqueado e atirantado é a alternativa mais econômica.

3.2.3 Dimensionamento da Alternativa Escolhida

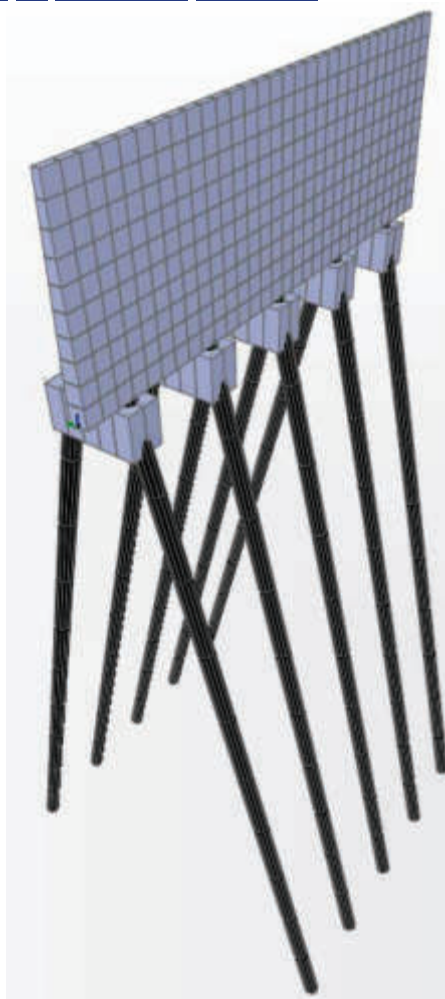


Figura 3.6: Vista do modelo numérico tridimensional

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD

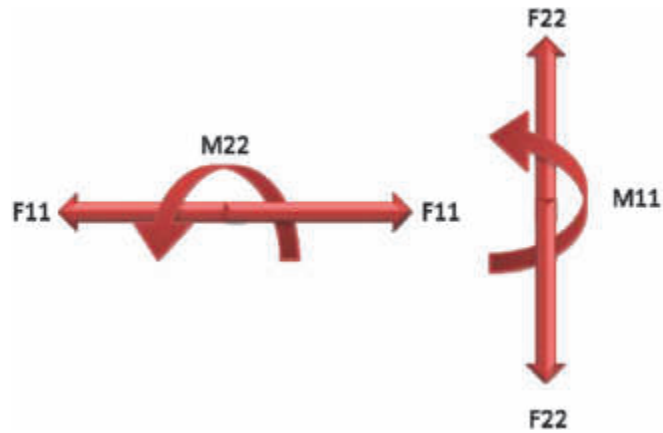


Figura 3.7: Convenção das solicitações

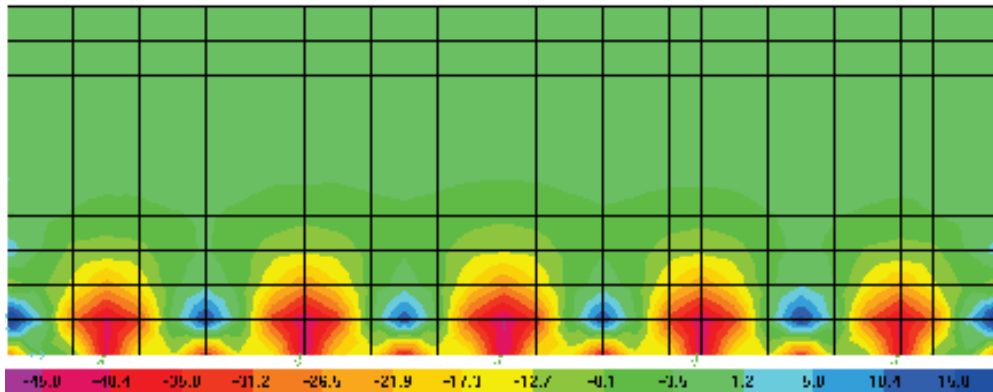


Figura 3.8: Muro - Solicitações M11 em kNm

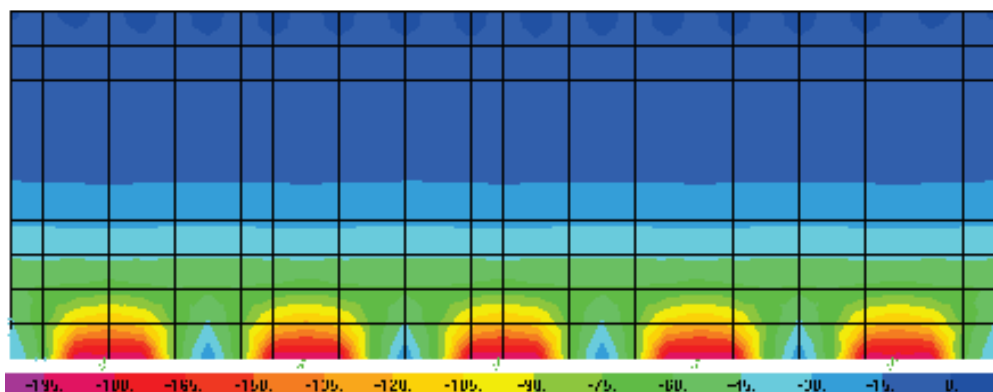


Figura 3.9: Muro - Solicitações M22 em kNm

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD

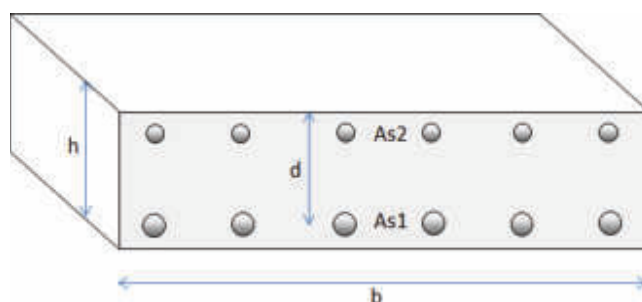


Figura 3.10: Croqui de dimensionamento das armaduras

Quadro 3.6: Tabela de dimensionamento das armaduras

Tag	Fck MPa	Fyk MPa	h cm	d cm	b cm	M kNm	N kN	As1 cm ²	As2 cm ²
SV1	25	500	40	34	100	195,00	0,00	20,18	0,00
SV2	25	500	38	32	100	120,00	0,00	12,98	0,00
SV3	25	500	35	29	100	70,00	0,00	8,02	0,00
SV4	25	500	33	27	100	43,00	0,00	5,31	0,00
SH1	25	500	40	34	100	40,00	0,00	3,85	0,00

Quadro 3.7: Tabela de verificação das tensões e abertura de fissuras

Tag	Ø ₁	N° de Ø ₁		Ø ₂	N° de Ø ₂		σ _{s1}	σ _{s2}	σ _c	w _k
	mm	un	esp. cm	mm	un	esp. cm	MPa	MPa	MPa	mm
SV1	10 + 20		7,50	8,00		15,00	244,22	-44,85	-12,10	0,19
SV2	10 + 20		7,50	8,00		15,00	162,20	-29,23	-8,39	0,08
SV3	10 + 20		7,50	8,00		15,00	102,73	-17,99	-5,57	0,03
SV4	10,00		15,00	8,00		15,00	322,34	20,10	-7,58	0,21
SH1	6,30		7,5	6,30		15,00	295,87	13,29	-5,36	0,11

As armaduras aqui dimensionadas são apenas para referência ao orçamento, não servindo de base para projeto executivo.

3.2.4 Análise Financeira

a) Memorial dos Quantitativos

A seguir é apresentada a memória do cálculo dos quantitativos estruturais para confecção por módulo de 12m de muro:

- Volume de concreto estrutural fck 25MPa das paredes:
 $(0,15m+0,40m)/2 \times 4,20m \times 12,00m = 17,64m^3$
- Volume de concreto dos blocos fck 25MPa:
 $0,80m \times 2,00m \times 0,80m \times 5 \text{ pontos} = 6,40m^3$
- Volume de concreto de regularização fck 15MPa:
 $(0,40m \times 12,00m + 0,80m \times 2,00m \times 5 \text{ pontos}) \times 0,10m = 1,28m^3$
- Área de formas das paredes :
 $4,20m \times 12,00m \times 2 \text{ faces} + (0,15m+0,40m)/2 \times 4,20m \times 2 \text{ faces} = 103,11m^2$

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



- Área de forma dos blocos:
(2,00m +0,80m) x 2 faces x 0,80m x 5 pontos = 22,40m²
- Comprimento total de estacas:
2 estacas x 5 pontos x 20m = 200m
- Tirantes - Trecho não ancorado:
1 tirante x 5 pontos x 25m = 125m
- Tirantes - Trecho ancorado:
1 tirante x 5 pontos x 10m = 50m
- Vedajunta hidráulica para pressão nominal mínima de 5,00m (tipo fugenband ou jeene):
1 junta x 4,2m = 4,2m
- Relação de armaduras CA50 para um módulo de 12m:
81 Ø20 c/ 15 - L=200 = 405kg
81 Ø10 c/ 15 - L=475 = 243kg
2x81 Ø8 c/ 15 - L=475 = 64,8kg
2x28 Ø6,3 c/ 15 - L=1200 = 168kg
28 Ø6,3 c/ 15 - L=1200 = 84kg
7 Ø6,3 c/ 15 - L=1200 = 21kg
100kg/m³ p/ blocos = 640kg
Total por módulo = 1.625,80kg (Taxa global = 67,62kg/m³)

b) Preços de Referência

Os preços utilizados para estimar o custo de confecção da estrutura tiverem como referência o SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAP) da Caixa Econômica Federal e o Sistema de Custos Rodoviários (SICRO) do DNIT:

- 83499 (SINAP) - Junta de dilatação e vedação tipo jeene, incluso corte e remoção do pavimento: R\$ 439,11/m
- 2 S 03 324 00 (SICRO) Concreto estrutural fck=15 MPa - controle razoável uso geral confecção e lançamento: R\$ 370,95/m³
- S 03 323 01 (SICRO) Concreto estrutural fck=25 MPa - controle razoável uso geral confecção e lançamento: R\$ 393,76/m³
- S 03 353 00 (SICRO) Fornecimento, preparo colocação aço CA-50: R\$ 8,54/kg
- 1 A 01 403 01 (SICRO) Forma de placa compensada plastificada: R\$ 42,99/m²
- 89205 (SINAP) Estaca pré-moldada de concreto, seção quadrada, capacidade de 50 toneladas, comprimento total cravado acima de 12m, bate-estacas por gravidade de sobre rolos. Af_03/2016: R\$ 56,93/m
- 79504/006 (SINAP) Tirantes p/ protensão e ancoragem em solo trecho livre c/ 8 fios aço duro 8mm inclusive proteção anticorrosiva: R\$ 47,41/m
- 79504/010 (SINAP) Tirantes p/ protensão e ancoragem em solo trecho ancorado c/ 8 fios aço duro 8mm , inclusive proteção anticorrosiva: R\$ 88,00/m



c) Orçamento Estimado

No Quadro 3.8 é apresentada uma estimativa de orçamento para os itens estruturais do Muro de Proteção. O orçamento é relativo a 2,0 km de muro, equivalente a 167 módulos de 12m.

Quadro 3.8: Orçamento dos serviços estruturais do Muro de Proteção

Item	Unid.	Quant.	Unitário (R\$)	c/BDI (R\$)	Total (R\$)
Lastro de Concreto FCK=15 MPA	m²	213,76	301,83	381,27	81.500,28
Concreto Estrutural FCK=25 MPA	m³	4.014,68	319,64	403,77	1.621.007,34
Armadura CA-50	kg	271.508,60	7,06	8,92	2.421.856,71
Formas	m²	20.960,17	46,13	58,27	1.221.349,11
Estacas	m	33.400,00	63,49	80,20	2.678.680,00
Tirantes em Solo - Trecho sem Ancoragem	m	20.875,00	51,22	64,70	1.350.612,50
Tirantes em Solo - Trecho com Ancoragem	m	8.350,00	97,04	122,58	1.023.543,00
Vedajunta	m	701,40	490,95	620,17	434.987,24
Eventuais [10%]	vb	1,00	857.593,47	1.083.312,07	1.083.312,07
Total					11.916.848,24

3.2.5 Normas técnicas

Este estudo foi elaborado tendo como referência as seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- ABNT NBR14885:2002 - Segurança no Tráfego - Barreiras de Concreto Armado
- NBR 8681/2003 - Ações e Segurança nas estruturas - Procedimento;
- NBR 6118/2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
- NBR 6122/2010 - Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123/1988 - Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 07190/1997 - Projeto de Estruturas de Madeira
- NBR 07211/2005 - Agregados para concreto - Especificação
- NBR 5629 - Execução de tirantes ancorados no terreno

3.2.6 Modelo de Cálculo

As alternativas foram avaliadas técnica e economicamente. Todas as solicitações foram determinadas por métodos analíticos. Para realizar o dimensionamento das armaduras de flexão foram utilizadas as equações de equilíbrio de esforços na seção, de compatibilidade de deformações e das leis constitutivas dos materiais na ruptura. Para o dimensionamento das armaduras de cisalhamento, blocos de fundação foi utilizado o método biela tirante.

As fundações profundas foram dimensionadas pelo método semi-empírico de Aoki-Velloso. Todos os dimensionamentos foram realizados pelo Software LUCDIM. Adotaram-se como válidas as seguintes hipóteses:

- Até a ruptura as seções transversais permanecem planas;
- É desprezada a resistência à tração do concreto;
- Existência de aderência perfeita entre o concreto e o aço.

Foram adotadas fatores de ponderação conforme recomendações da NBR 8681:

- Peso próprio:..... 1,35
- Cargas móveis: 1,50
- Efeitos térmicos e de retração: 1,2
- Vento:..... 1,4
- Hidrostático: 1,2
- Geotécnica:..... 1,4

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Com base na localização das obras, foi admitida baixa classe de agressividade, desta maneira utilizou-se concreto com $f_{ck} = 25$ MPa, cobrimento de 3,00 cm e abertura máxima de fissuras de 0,20mm.

Para determinar a estabilidade dos muros foram verificadas as situações de tombamento, deslizamento, flutuação e as tensões nas fundações. Os fatores de segurança mínimos adotados estão apresentados abaixo:

- Fator de Segurança ao Tombamento: 1,50
- Fator de Segurança ao Deslizamento:..... 1,50
- Fator de Segurança à Flutuação:..... 1,50
- Fator de segurança à Tensão nas Fundações: 3,00

3.2.7 Carregamentos

Para determinar as solicitações nas estruturas foram utilizados os seguintes carregamentos:

- Peso próprio da estrutura:..... $\gamma = 25\text{kN/m}^3$;
- Concreto simples: $\gamma = 22\text{kN/m}^3$;
- Carregamento geotécnico:..... $k = 0.5$ e $\gamma = 18\text{kN/m}^3$
- Carregamento hidráulico: $k = 1$ e $\gamma = 10\text{kN/m}^3$
- Retração térmica:..... -15 °C
- Variação térmica: $+10$ °C e -10 °C
- Gradiente de temperatura:..... $+5$ °C e -5 °C
- Desaprumo: 1%

3.2.8 Combinações

Para concepção e dimensionamento da estrutura foram avaliadas as situações com e sem carregamento.

3.2.9 Análise de Risco

Por se tratar de um dique em região de densa urbanização, classifica-se a obra como de elevado risco, uma vez que a ruptura da mesma pode provocar a perda de inúmeras vidas. Desta maneira, faz-se necessário salientar os pontos de possível fragilidade do projeto:

a) Percolação pelo Solo de Fundação:

A percolação e o processo de lixiviação do solo de fundação deve ser tratado com especial atenção tanto na fase de projeto executivo como durante a execução das obras. Conforme informações provenientes do estudo geotécnico local, o solo de fundações é relativamente impermeável, o que evitaria a percolação hidráulica.

b) Vazamentos Oriundos de Falhas Executivas.

As obras deverão ser executadas com alto controle de qualidade, uma vez que falhas executivas poderão afetar diretamente a estanqueidade do sistema.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



3.3 ORÇAMENTOS DAS ALTERNATIVAS DOS DIQUES

De posse dos condicionantes de projeto antes enunciados, foram determinados os volumes de movimentos de terra e quantidades dos serviços necessários para a construção dos diques previstos para as três alternativas de caminhamento e de suas três alternativas de execução, totalizando nove alternativas.

Os custos das obras, assim como os quantitativos, estão apresentados no Relatório de Viabilidade deste estudo, onde estão contemplados, além dos custos diretos das obras, custos referentes à instalação da obra e serviços preliminares, estudos ambientais, recuperação de áreas degradadas e consultoria.

Os critérios para indenização de benfeitorias regularizadas, remoção e reassentamento de famílias em habitações não regularizadas e desapropriação de áreas destinadas à implantação dos diques são os seguintes:

- a) as indenizações estão previstas apenas para benfeitorias regularizadas. Foi considerado o custo de R\$ 150.000,00/unid, sendo este custo informado pela Prefeitura de Eldorado do Sul;
- b) a desapropriação de terras será realizada de forma diferenciada, de acordo com as obras de cada alternativa, como segue:
 - dique em terra situado dentro dos limites da área do parque: não haverá desapropriação de terras por serem públicas;
 - dique em terra, situado fora dos limites do parque, em área urbanizada (km 0,0 até km 2,0), ocupará faixa de terra com largura de 50m e o custo médio considerado para desapropriação é de R\$ 60,0/m²;
 - dique em terra, situado fora dos limites do parque, em área não urbanizada, porém dentro do Plano Diretor da cidade), ocupará uma faixa de terra com largura igual ao “off-set” das obras (largura variável) mais 20,0m e o custo de desapropriação adotado é de R\$ 60,0/m²
 - dique em muro de concreto, situado no limite entre a área urbanizada e o parque, ocupará áreas bastante reduzidas, resultantes de indenização das benfeitorias existentes, sendo suficiente para implantação do dique e, portanto, não foi considerado o custo de desapropriação.

O custo unitário adotado para desapropriação de terras foi obtido pela Metroplan junto à Secretaria de Planejamento de Eldorado do Sul, sendo este R\$600.000,00/ha.

A localização dos diques, a extensão dos trechos e áreas a serem desapropriadas estão indicadas no Quadro 3.9. Conforme indicado neste quadro, as áreas a serem desapropriadas em cada alternativa de implantação são as seguintes:

- Alternativa 1 124.750 m²
- Alternativa 2 148.300 m²
- Alternativa 3 170.100 m²

Face às imprecisões inerentes ao nível do estudo (anteprojeto) foram adicionados custos eventuais aos valores obtidos para obras e equipamentos nas quantidades indicadas a seguir, usuais neste tipo de estudo. Alguns itens tiveram seus custos estimados através de percentuais sobre o custo global da obra.



Quadro 3.9: Áreas a serem desapropriadas para a implantação dos diques nas diferentes alternativas.

Alternativa	Trecho	Tipo de obra	Trechos (km)	Comprimento (m)	Largura (m)	Desaprop. (m²)	Largura (m)
Alt 1	I	A - Parque - Aterro	km 0 - km 2+000	2.000		0	
Alt 1	I	B- Parque - Muro	km 0 - km 2+000	2.000		0	
Alt 1	I	C - Urbano Aterro	km 0 - km 2+000	2.000	50m	0	(1)
Alt 1	II	Aterro	km 2+000 - km 4+700	2.700	VAR+(2*10)	78.800	off-set+20m
Alt 1	III	Estrada	km 4+700 - km 5+500	800		0	
Alt 1	IV	Aterro	km 5+500 - km 7+300	1.800	VAR+(2*10)	45.950	of-set+20m
Alt 1	V	Via urbana	km 7+300 - km 8+700	1.400		0	
Alt 2	I	A - Parque - Aterro	km 0 - km 2+000	2.000		0	
Alt 2	I	B- Parque - Muro	km 0 - km 2+000	2.000		0	
Alt 2	I	C - Urbano Aterro	km 0 - km 2+000	2.000	50m	0	(1)
Alt 2	II	Aterro	km 2+000 - km 7+200	5.200	VAR+(2*10)	148.300	of-set+20m
Alt 2	III	Via urbana	km 7+200 - km 8+600	1.400		0	
Alt 3	I	A - Parque - Aterro	km 0 - km 2+000	2.000		0	
Alt 3	I	B- Parque - Muro	km 0 - km 2+000	2.000		0	
Alt 3	I	C - Urbano Aterro	km 0 - km 2+000	2.000	50m	0	(1)
Alt 3	II	Aterro	km 2+000 - km 6+400	4.400	VAR+(2*10)	141.800	of-set+20m
Alt 3	III	Via urbana	km 6+400 - km 7+800	1.400		0	
Alt 3	IV	Aterro	km 7+800 - km 8+900	1.100	VAR	28.300	of-set
Alt 3	V	Via urbana	km 8+900- km 10+300	1.400		0	

(1) - Para orçamento, usar nº de casas a indenizar.

Conforme a Orientação Técnica IBRAOP OT-IBR 004/2012 a faixa de precisão esperada do custo estimado ao nível de anteprojeto de uma obra em relação ao seu custo final é de ±20%. Em tal situação, os quantitativos de serviços serão apurados no anteprojeto ou estimados por meio de índices médios, e custos de serviços tomados em tabelas referenciais. No presente caso, foram determinados a partir de anteprojeto.

Custos eventuais para obras, equipamentos e serviços:

- instalação da obra e serviços preliminares 10%
- obras civis 10%
- equipamentos mecânicos e elétricos 10%
- instalações auxiliares, dos geradores, urbanização e circulação 20%
- fornecimento de conjuntos motobombas 5%

Custos parametrizados a partir de obras semelhantes e da experiência da Consultora:

- montagem dos equipamentos mecânicos 10%
- montagem dos equipamentos mecânicos e elétricos 10%
- pavimentação e pisos em prédios 1%
- pintura em prédios e obras de arte 9%

Os custos do transporte de areia e de bota-fora foram reterminados para duas situações:

- a) O transporte da areia será realizado desde o cais de Porto Alegre até um ponto intermediário da área do projeto, considerado como o entorno da casa de bombas CB-1. Esta distância é da ordem de 8,50km.

1568-R-ATP-GEO-01-03 MD



- b) Os materiais de bota-fora serão transportados até locais definidos em etapas futuras de projeto. Face à existência, dentro dos limites da área a ser protegida, de áreas sem infraestruturas urbanas e passíveis de servirem como locais de disposição destes materiais, foi estimada a distância de transporte necessária que é da ordem de 2,50km.

Para os custos apresentados, aplicou-se o BDI apresentado no Quadro 3.10 e no Quadro 3.11.

Quadro 3.10: Demonstrativo de BDI de serviços

Item	Descrição dos serviços	(%)
1	Administração Central (AC)	6,00%
2	Impostos e Taxas (I)	7,65%
2.1	ISS	4,00%
2.2	PIS	0,65%
2.3	COFINS	3,00%
3	Risco, seguro e garantia (R)	1,05%
3.1	Risco	0,48%
3.2	Seguro	0,36%
3.3	Garantias	0,21%
4	Despesas Financeiras (DF)	1,00%
5	Lucro (L)	7,90%
	BDI* (%)	26,32%

Considerações:

- Acórdão nº 2369/2011 - TCU - Plenário - DOU nº174 em 20 de setembro de 2011
- (*) $BDI (%) = (((1+AC+R)*(1+DF)*(1+L))/(1-I))-1$
- Valor Obra: acima de R\$150.000.000,00
- Tipo de Obra: Saneamento Básico, obra mediana em condições normais

Quadro 3.11: Demonstrativo do BDI de Fornecimento

Item	Descrição dos serviços	(%)
1	Administração Central (AC)	3,80%
2	Impostos e Taxas (I)	3,65%
2.1	ISS	0,00%
2.2	PIS	0,65%
2.3	COFINS	3,00%
3	Risco, seguro e garantia (R)	1,35%
4	Despesas Financeiras (DF)	1,10%
5	Lucro (L)	5,00%
	BDI* (%)	15,85%

Considerações:

- Acórdão nº 2369/2011 - TCU - Plenário - DOU nº174 em 20 de setembro de 2011
- (*) $BDI (%) = (((1+AC+R)*(1+DF)*(1+L))/(1-I))-1$
- Tipo de Obra: Obra mediana em condições normais

Os resumos dos orçamentos obtidos estão indicados nos Quadro 3.12 até Quadro 3.20, mostrados a seguir. Adiante, no Quadro 3.21, é apresentada uma síntese dos orçamentos das mencionadas alternativas. Os preços unitários utilizados foram aqueles fornecidos pelo SICRO (jan/2016) ou do SINAPI (junho/2016).

Os custos apresentados para a remoção e reassentamento das famílias atingidas pelo Trecho I do dique estão detalhados no item 3.4.



Quadro 3.12: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 1A – Dique na área do Parque

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 1A				25.765.923,94
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				18.280.923,94
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	46.050,00	70,51	3.246.985,50
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	370.240,00	11,72	4.339.212,80
Geogrelhas - 500 kn/m (Polietileno)	m²	24.920,00	120,26	2.996.879,20
forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª Cat (argila)	m³	100.740,00	18,94	1.908.015,60
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	3.470.493,00	1,04	3.609.312,72
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	910,00	15,46	14.068,60
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bot-fora	m³xkm	2.957,50	1,04	3.075,80
Reaterro com areia	m³	910,00	70,51	64.164,10
Espalhamento de material de bot-fora c/ trator de esteiras	m²	1.183,00	2,85	3.371,55
Sub-base para pavimentação, inclusive compactação	m³	960,00	118,67	113.923,20
Momento extraordinário de transporte para macadame	m³xkm	25.440,00	1,04	26.457,60
Base para pavimentação com brita graduada, inclusive compactação	m³	900,00	100,63	90.567,00
Momento extraordinário de transporte para brita graduada	m³xkm	23.850,00	1,04	24.804,00
Imprimação de base de pavimentação com cm 30	m²	4.800,00	6,32	30.336,00
Fabricação e aplicação de CBUQ, exclusive transporte	t	517,50	261,08	135.108,90
momento extraordinário de transporte para CBUQ	m³xkm	13.713,75	1,04	14.262,30
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.660.379,07	1.660.379,07
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				7.485.000,00
Desapropriação de terras	m²	124.750,00	60,00	7.485.000,00

Quadro 3.13: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 1B - Muro

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - ALTERNATIVA 1B				32.083.507,16
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				12.681.658,92
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	21.030,00	70,51	1.482.825,30
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	104.890,00	11,72	1.229.310,80
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	24.920,00	120,26	2.996.879,20
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª Cat (argila)	m³	96.790,00	18,94	1.833.202,60
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	3.334.415,50	1,04	3.467.792,12
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	910,00	15,46	14.068,60
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bot-fora	m³xkm	2.957,50	1,04	3.075,80
Reaterro com areia	m³	910,00	70,51	64.164,10
Espalhamento de material de bot-fora c/ trator de esteiras	m²	1.183,00	2,85	3.371,55
Sub-base para pavimentação, inclusive compactação	m³	960,00	118,67	113.923,20
Momento extraordinário de transporte para macadame	m³xkm	25.440,00	1,04	26.457,60
Base para pavimentação com brita graduada, inclusive compactação	m³	900,00	100,63	90.567,00
Momento extraordinário de transporte para brita graduada	m³xkm	23.850,00	1,04	24.804,00
Imprimação de base de pavimentação com cm 30	m²	4.800,00	6,32	30.336,00
Fabricação e aplicação de CBUQ, exclusive transporte	t	517,50	261,08	135.108,90
Momento extraordinário de transporte para CBUQ	m³xkm	13.713,75	1,04	14.262,30
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.151.509,85	1.151.509,85
OBRAS EM CONCRETO (DIQUES EM CONCRETO)				11.916.848,24
Lastro de concreto FCK=15 mpa	m³	213,76	381,27	81.500,28
Concreto estrutural FCK=25 mpa	m³	4.014,68	403,77	1.621.007,34
Armadura ca-50	kg	271.508,60	8,92	2.421.856,71
Formas	m²	20.960,17	58,27	1.221.349,11
Estacas	m	33.400,00	80,20	2.678.680,00
Tirantes em solo - trecho sem ancoragem	m	20.875,00	64,70	1.350.612,50
Tirantes em solo - trecho com ancoragem	m	8.350,00	122,58	1.023.543,00
Vedajunta	m	701,40	620,17	434.987,24
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.083.312,07	1.083.312,07
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				7.485.000,00
Desapropriação de terras	m²	124.750,00	60,00	7.485.000,00

1568-R-ATP-GEO-01-03 MD





Quadro 3.14: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 1C – Dique na área urbana

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 1C				68.000.672,34
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				18.280.923,94
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	46.050,00	70,51	3.246.985,50
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	370.240,00	11,72	4.339.212,80
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	24.920,00	120,26	2.996.879,20
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	100.740,00	18,94	1.908.015,60
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª Cat p/ aterro	m³xkm	3.470.493,00	1,04	3.609.312,72
Escavação de mat 1ª Cat (bota-fora)	m³	910,00	15,46	14.068,60
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bot-fora	m³xkm	2.957,50	1,04	3.075,80
Reaterro com areia	m³	910,00	70,51	64.164,10
Espalhamento de material de bot-fora c/ trator de esteiras	m³	1.183,00	2,85	3.371,55
Sub-base para pavimentação, inclusive compactação	m²	960,00	118,67	113.923,20
Momento extraordinário de transporte para macadame	m³xkm	25.440,00	1,04	26.457,60
Base para pavimentação com brita graduada, inclusive compactação	m³	900,00	100,63	90.567,00
Momento extraordinário de transporte para brita graduada	m³xkm	23.850,00	1,04	24.804,00
Imprimação de base de pavimentação com cm 30	m²	4.800,00	6,32	30.336,00
Fabricação e aplicação de CBUQ, exclusive transporte	t	517,50	261,08	135.108,90
Momento extraordinário de transporte para CBUQ	m³xkm	13.713,75	1,04	14.262,30
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.660.379,07	1.660.379,07
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				49.719.748,40
Desapropriação de terras	m²	124.750,00	60,00	7.485.000,00
Indenização (benfeitorias regulares)	Unid	21,00	150.000,00	3.150.000,00
Remoção e Reassentamento (benfeitorias irregulares)	Unid	1,00	39.084.748,40	39.084.748,40

Quadro 3.15: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 2A - Dique na área do Parque

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 2A				28.784.832,12
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				19.886.832,12
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	48.630,00	70,51	3.428.901,30
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	507.350,00	11,72	5.946.142,00
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	18.590,00	120,26	2.235.633,40
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	116.640,00	18,94	2.209.161,60
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	4.018.248,00	1,04	4.178.977,92
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	880,00	15,46	13.604,80
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bot-fora	m³xkm	2.860,00	1,04	2.974,40
Reaterro com areia	m³	880,00	70,51	62.048,80
Espalhamento de material de bot-fora c/ trator de esteiras	m³	1.144,00	2,85	3.260,40
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.806.127,50	1.806.127,50
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				8.898.000,00
Desapropriação de terras	m²	148.300,00	60,00	8.898.000,00

Quadro 3.16: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 2B - Muro

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 2B				35.684.947,82
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				14.870.099,58
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	30.810,00	70,51	2.172.413,10
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	242.000,00	11,72	2.836.240,00
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	18.590,00	120,26	2.235.633,40
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	113.090,00	18,94	2.141.924,60

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	3.895.950,50	1,04	4.051.788,52
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	880,00	15,46	13.604,80
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	2.860,00	1,04	2.974,40
Reaterro com areia	m³	880,00	70,51	62.048,80
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m³	1.144,00	2,85	3.260,40
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.350.211,56	1.350.211,56
OBRAS EM CONCRETO (DIQUES EM CONCRETO)				11.916.848,24
Lastro de concreto FCK=15 mpa	m³	213,76	381,27	81.500,28
Concreto estrutural FCK=25 mpa	m³	4.014,68	403,77	1.621.007,34
Armadura CA-50	kg	271.508,60	8,92	2.421.856,71
Formas	m²	20.960,17	58,27	1.221.349,11
Estacas	m	33.400,00	80,20	2.678.680,00
TIRANTES em solo - trecho sem ancoragem	m	20.875,00	64,70	1.350.612,50
Tirantes em solo - trecho com ancoragem	m	8.350,00	122,58	1.023.543,00
Vedajunta	m	701,40	620,17	434.987,24
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.083.312,07	1.083.312,07
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				8.898.000,00
Desapropriação de terras	m²	148.300,00	60,00	8.898.000,00
Indenizações				0,00

Quadro 3.17: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 2C – Dique na área urbana

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 2C				71.019.580,52
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				19.886.832,12
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	48.630,00	70,51	3.428.901,30
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	507.350,00	11,72	5.946.142,00
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	18.590,00	120,26	2.235.633,40
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	116.640,00	18,94	2.209.161,60
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	4.018.248,00	1,04	4.178.977,92
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	880,00	15,46	13.604,80
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	2.860,00	1,04	2.974,40
Reaterro com areia	m³	880,00	70,51	62.048,80
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m³	1.144,00	2,85	3.260,40
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.806.127,50	1.806.127,50
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				51.132.748,40
Desapropriação de terras	m²	148.300,00	60,00	8.898.000,00
Indenização (benfeitorias regulares)	Unid	21,00	150.000,00	3.150.000,00
Remoção e Reassentamento (benfeitorias irregulares)	Unid	1,00	39.084.748,40	39.084.748,40

Quadro 3.18: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 3A - Dique na área do Parque

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 3A				36.377.212,59
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				26.171.212,59
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	71.720,00	70,51	5.056.977,20
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	754.990,00	11,72	8.848.482,80
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	2.250,00	120,26	270.585,00
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	162.080,00	18,94	3.069.795,20
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	5.583.656,00	1,04	5.807.002,24
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	7.970,00	15,46	123.216,20
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	25.902,50	1,04	26.938,60
Reaterro com areia	m³	7.970,00	70,51	561.964,70
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m³	10.361,00	2,85	29.528,85

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Eventuais [10%]	vb	1,00	2.376.721,80	2.376.721,80
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				10.206.000,00
Desapropriação de terras	m²	170.100,00	60,00	10.206.000,00

Quadro 3.19: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 3B - Muro

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 3B				42.801.101,66
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				20.678.253,42
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	46.700,00	70,51	3.292.817,00
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	489.640,00	11,72	5.738.580,80
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	2.250,00	120,26	270.585,00
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	159.895,00	18,94	3.028.411,30
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat P/ aterro	m³xkm	5.508.382,75	1,04	5.728.718,06
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	7.970,00	15,46	123.216,20
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bot-fora	m³xkm	25.902,50	1,04	26.938,60
Reaterro com areia	m³	7.970,00	70,51	561.964,70
Espalhamento de material de bot-fora c/ trator de esteiras	m³	10.361,00	2,85	29.528,85
evEventuais [10%]	vb	1,00	1.877.492,91	1.877.492,91
OBRAS EM CONCRETO (DIQUES EM CONCRETO)				11.916.848,24
Lastro de concreto fck=15 mpa	m³	213,76	381,27	81.500,28
Concreto estrutural fck=25 mpa	m³	4.014,68	403,77	1.621.007,34
Armadura ca-50	kg	271.508,60	8,92	2.421.856,71
Formas	m²	20.960,17	58,27	1.221.349,11
Estacas	m	33.400,00	80,20	2.678.680,00
Tirantes em solo - trecho sem ancoragem	m	20.875,00	64,70	1.350.612,50
Tirantes em solo - trecho com ancoragem	m	8.350,00	122,58	1.023.543,00
Vedajunta	m	701,40	620,17	434.987,24
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.083.312,07	1.083.312,07
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				10.206.000,00
Desapropriação de terras	m²	170.100,00	60,00	10.206.000,00

Quadro 3.20: Quantitativos e orçamentos dos diques - Alternativa 3C - Dique na área urbana

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DIQUES - Alternativa 3C				78.611.960,99
MOVIMENTOS DE TERRA (DIQUES EM TERRA)				26.171.212,59
Colchão drenante de areia (inclusive fornecimento de areia comercial)	m³	71.720,00	70,51	5.056.977,20
Fornecimento e colocação de geodrenos	m	754.990,00	11,72	8.848.482,80
Geogrelhas - 500 kn/m (polietileno)	m²	2.250,00	120,26	270.585,00
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	162.080,00	18,94	3.069.795,20
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	5.583.656,00	1,04	5.807.002,24
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	7.970,00	15,46	123.216,20
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bot-fora	m³xkm	25.902,50	1,04	26.938,60
Reaterro com areia	m³	7.970,00	70,51	561.964,70
Espalhamento de material de bot-fora c/ trator de esteiras	m³	10.361,00	2,85	29.528,85
Eventuais [10%]	vb	1,00	2.376.721,80	2.376.721,80

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS, INDENIZAÇÕES E REASSENTAMENTO				52.440.748,40
Desapropriação de terras	m²	170.100,00	60,00	10.206.000,00
Indenização (benfeitorias regulares)	Unid	21,00	150.000,00	3.150.000,00
Remoção e Reassentamento (benfeitorias irregulares)	Unid	1,00	39.084.748,40	39.084.748,40

Quadro 3.21: Síntese dos orçamentos dos diques para as alternativas de projeto

Alternativas	CUSTOS (R\$)			
	Dique em Terra	Dique em Concreto	Desapropriações e Indenizações	Custo Total (R\$)
1A	18.280.923,94		7.485.000,00	25.765.923,94
1B	12.681.658,92	11.916.848,24	7.485.000,00	32.083.507,16
1C	18.280.923,94		49.719.748,40	68.000.672,34
2A	19.886.832,12		8.898.000,00	28.784.832,12
2B	14.870.099,58	11.916.848,24	8.898.000,00	35.684.947,82
2C	19.886.832,12		51.132.748,40	71.019.580,52
3A	26.171.212,59		10.206.000,00	36.377.212,59
3B	20.678.253,42	11.916.848,24	10.206.000,00	42.801.101,66
3C	26.171.212,59		52.440.748,40	78.611.960,99

Os quantitativos detalhados bem como os custos das obras, estão apresentados no **Relatório de Viabilidade** deste estudo, onde estão indicados, além dos custos diretos das obras, custos referentes à instalação da obra e serviços preliminares, estudos ambientais, recuperação de áreas degradadas e consultoria.

3.4 REMOÇÃO E REASSENTAMENTO DAS FAMÍLIAS ATINGIDAS PELAS OBRAS DO TRECHO I DO DIQUE

Foram avaliadas duas alternativas para estimar o custo relativo à remoção e reassentamento das famílias que habitam a área onde o Trecho I do dique será executado, para a Opção C de posição do dique (em área urbanizada). A primeira alternativa é o Bônus Moradia, que constitui uma modalidade consagrada onde o beneficiário participa da aquisição de seu imóvel de desejo e o Poder Executivo realiza o gerenciamento da documentação e a compra de maneira direta junto ao vendedor. A segunda alternativa parte da simulação do projeto e execução de um Loteamento hipotético para as 406 famílias atingidas pela obra, que não declararam ter imóveis matriculados, com o arbitramento de custos estimativos para a obra.

Para as 21 famílias que informaram possuir imóvel com matrícula, foi considerado o custo de indenização de R\$150.000,00 por habitação, sendo este custo, informado pela Prefeitura de Eldorado do Sul, considerado adequado para as habitações usuais do município. Contudo, salienta-se que, no ato da desapropriação destas famílias, as habitações deverão ter seu custo avaliado por profissional habilitado, com o objetivo de estabelecer um valor coerente com as peculiaridades de cada habitação.

3.4.1 Alternativa 1 - Bônus Moradia

O Bônus Moradia constitui uma modalidade de ressarcimento onde o beneficiário seleciona o imóvel de sua preferência, dentro da faixa máxima de valor estipulado, e o Executivo adquire diretamente este imóvel de particular. Esta modalidade é utilizada com a finalidade de remoção das famílias em decorrência de intervenções urbanas, preservação ambiental ou moradia localizada em local impróprio.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Os imóveis adquiridos devem ser regularizados e matriculados. É feita criteriosa análise de documentação, certificando que o imóvel está livre e desembaraçado de quaisquer dívidas ou ônus, garantindo a sua regularidade para haver a transferência à família beneficiada.

O programa prevê que seja realizada vistoria no imóvel indicado para aquisição, com o objetivo de confirmar, não somente o valor real do bem, mas também as condições de habitabilidade. A transferência ocorre através de escritura pública e posterior averbação no Registro de Imóveis, sendo todos os custos suportados pelo município, como ocorreu de maneira bem sucedida em Porto Alegre tanto no PISA (Programa de Integração Sócio-Ambiental) quanto na Duplicação da Avenida Tronco. Neste último caso, cada uma das 457 famílias cadastradas recebeu um bônus do valor aproximado de R\$ 52.340,00 para aquisição de uma residência.

O programa foi instituído em Porto Alegre pela Lei Nº 10.443, de 23 de Maio de 2008, sancionada com o valor máximo de 40.000 reais à época por benefício, sendo atualizado monetariamente pelo Custo Unitário Básico da Construção Civil - CUB- após 12 meses de sua criação.

O programa também oportuniza a pessoa a selecionar a tipologia da residência de sua preferência (casa, sobrado ou apartamento) na cidade de sua preferência. Este bônus pode ser utilizado pela família beneficiada exclusivamente para aquisição de imóvel residencial ou de uso misto ao residencial, no bairro onde mora ou em qualquer outro município do Brasil.

Os beneficiários saem de sua situação de informalidade ou vulnerabilidade para tornarem-se proprietários de imóveis formais e matriculados. De acordo com a legislação, o imóvel adquirido só poderá ser vendido a terceiros após cinco anos de escrituração, o que garante que o reassentado não desvirtue a finalidade do bem recebido, através de venda ou uso para outro fim que não o de sua moradia e de sua família.

Tomando-se por base o valor de R\$ 40.000,00 arbitrado pela Lei Porto-Alegrense de 2008 e atualizando-se monetariamente pelo CUB R1-B (Residência Unifamiliar - Padrão Baixo) cuja valorização alcançou em 89,52% entre os meses de Maio de 2008 e Janeiro de 2017, obtém-se o valor de R\$ 75.809,09 para o Bônus Moradia a ser utilizado com os beneficiários neste estudo em Eldorado do Sul.

O bônus moradia tem sido uma das alternativas utilizadas nos reassentamentos geridos pela Política Operacional do Banco Interamericano de Desenvolvimento, em diferentes cidades no Brasil, com características específicas em cada uma delas, permeadas pelas diferenças regionais e culturais. A legislação não estipula critérios ligados à renda das famílias como critério de recebimento, apenas sendo beneficiadas as famílias que serão atingidas por intervenções e que foram previamente levantadas em cadastros do programa social.

Assim, como das 427 famílias cadastradas, 406 não declararam possuir imóvel matriculado, o Quadro 3.22 apresenta a estimativa de custo do Bônus Moradia para as 406 moradias cujas habitações (não regularizadas) serão diretamente impactadas pela obra do trecho I do dique.

Quadro 3.22: Estimativa total de custo do Bônus Moradia

Famílias Atendidas	Custo do Bônus por Família	Valor Total do Programa
406	R\$ 75.809,09	R\$ 30.778.490,54

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





3.4.2 Alternativa 2 - Execução de Loteamento para Reassentamento

Dentre as opções avaliadas, apresenta-se o reassentamento das famílias atingidas em um novo loteamento, hipotético, a ser executado em região protegida pelo dique. No nível de Estudo de Viabilidade, apresenta-se uma projeção de valores para execução desta opção técnica.

A análise do Levantamento Socioeconômico aponta que 427 famílias foram cadastradas, porém apenas 21 relataram que possuem imóvel com matrícula. O processo de desapropriação destas famílias com titularidade dos lotes deve passar por uma análise individual de cada imóvel, com avaliação do valor de mercado a fim de estimar o valor real do imóvel para desapropriação. O Quadro 3.23 e o Quadro 3.24, retirados do Relatório do Cadastro Imobiliário e Levantamento Sócio-Econômico, apresentam o número de casas, famílias e pessoas atingidas na Cidade Verde e na Vila da Paz, além da situação documental dessas residências, de acordo com as entrevistas realizadas.

Quadro 3.23: Número de Casas, Famílias e Pessoas atingidas pela obra do Dique

Bairros	Número de Casas	Número de Famílias	Número de Pessoas
Cidade Verde	225	255	703
Vila da Paz	158	172	459
Total	383	427	1.162

Quadro 3.24: Situação Documental dos Imóveis de acordo com as Entrevistas

Matrícula de Registro do Imóvel	Número de Casas
Não possuem matrícula	333
Possuem matrícula	21
Não informaram	29
Total	383

Surge como possibilidade a implantação de Loteamento para as 406 famílias restantes (famílias que não informaram possuir matrícula), em empreendimento adequado à Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida. Esta faixa do Programa beneficia famílias com renda mensal bruta até R\$ 1.800,00, faixa de renda de 98,57% dos entrevistados que citaram renda nas entrevistas, conforme Quadro 3.25.

Quadro 3.25: Renda mensal da família residente no imóvel

Renda Mensal Familiar	Número de Imóveis
Menos de 1 Salário Mínimo	38
De 1 a 2 Salários Mínimos	308
Mais de 5 Salários Mínimos	5
Não Informaram	32
Total	383

Nos próximos itens esta apresentada a metodologia adotada para estimar o custo do reassentamento destas 406 famílias.

3.4.2.1 Simulação do Empreendimento - Áreas

A etapa inicial da concepção de um empreendimento parte da análise do Plano Diretor Municipal de Eldorado do Sul. Este documento aponta para a execução de lotes populares com área mínima de 175 m² e frente de 7,00 m. Em terrenos de esquina, a frente mínima deve ser de 9,00 m. O Quadro 3.26 resume estas características.



Quadro 3.26: Composição do Loteamento – Diretrizes do Plano Diretor – Áreas e Dimensões Mínimas

	Frente (m)	Fundos (m)	Área (m ²)
Lote Mínimo Interno da Quadra	7,00	25,00	175,00
Lote Mínimo de Esquina	9,00	25,00	225,00

3.4.2.2 Critérios para Formação do Estudo Preliminar do Loteamento

A formação dos custos da implantação da infraestrutura de um Loteamento está intrinsecamente ligada ao seu arruamento. Para obter-se um orçamento estimativo do custo de um loteamento para 406 famílias, optou-se por seguir as seguintes diretrizes: Projeção de 360 lotes (88,67%) de lotes internos nas quadras e 46 lotes (11,33%) de lotes de esquina, conforme Quadro 3.27.

Com base em legislação e experiência em projetos de loteamentos, calcula-se que 35% da área de um loteamento projetado deverá ser destinada para arruamentos, equipamentos, áreas verdes e também para as denominadas áreas institucionais, que são aquelas destinadas à edificação de equipamentos comunitários, tais como praças, ginásio de esportes, áreas de lazer, escolas, postos de saúde, entre outros, conforme dispõe o art. 4º, §2º da Lei Federal nº 6.766/79, Parcelamento do Solo. Isso resulta na necessidade de uma área total de 99.022,50 m².

Considerando-se um custo unitário de desapropriação igual a R\$ 60,00/m², o custo de aquisição da área necessária ao loteamento foi estimado em R\$ 5.941.350,00, conforme demonstrado no Quadro 3.27.

Quadro 3.27: Composição do Loteamento – Diretrizes do Plano Diretor – Área Total do Loteamento

	Frente (m)	Fundos (m)	Área (m ²)	Porcentagem (%)	Quantidades	Área Total (m ²)
Lote Interno da Quadra	7,00	25,00	175,00	88,67%	360,00	63.000,00
Lote de Esquina	9,00	25,00	225,00	11,33%	46,00	10.350,00
					Subtotal:	73.350,00
Área de Arruamentos, Equipamentos, etc (35% da área Total dos Lotes).						25.672,50
					Total:	99.022,50
Custo Unitário (R\$/m ²)	60,00					
Custo Total (R\$)	5.941.350,00					

3.4.2.3 Simulação do Empreendimento - Arruamentos

O cálculo do comprimento estimado de arruamento para este loteamento leva em conta a soma das frentes de todos os lotes, tanto internos quanto de esquina, além de uma face lateral de 25m de cada lote de esquina. A soma destes valores é dividida por dois para se considerar que os lotes estão de frente para outros na mesma rua.

O critério para o cálculo de arruamento das praças, áreas verdes e equipamentos públicos considera o valor de 35% do comprimento do arruamento dos lotes, assim como é considerado que 35% da área do loteamento projetado deve ser destinada a estes equipamentos, estimou-se um arruamento total de 4.457,7 m, conforme Quadro 3.28.

Quadro 3.28: Composição do Loteamento – Arruamento

Arruamento	Comprimento (m)
Arruamento Aproximado dos Lotes	3.302,00
Arruamento dos equipamentos, áreas verdes, etc. (35%)	1.155,70
Arruamento Total	4.457,70

1568-R-ATP-GEO-01-03 MD





Com a estimativa do comprimento de arruamento total do loteamento, pode-se avaliar o custo da implantação deste loteamento utilizando-se um valor base de R\$ 2.250,00 por metro linear, obtido através da experiência em outros projetos de loteamentos similares, em orçamento que contempla os seguintes serviços: instalações provisórias e administração da obra, rede de drenagem pluvial, rede de esgoto sanitário, rede de água potável, rede de alimentação de energia elétrica e iluminação pública, rede de telefonia, pavimentação asfáltica e calçadas e serviços de paisagismo.

3.4.2.4 Simulação do Empreendimento - Construções

A Faixa 1 do Programa MCMV encaixa-se no padrão dos beneficiários e coloca alguns padrões de construção para a residência. Entre eles, está a adoção de área mínima de 32,00m² em um imóvel com um dormitório, banheiro, cozinha, estar e jantar integrados. Este estudo levará em conta a adoção de um projeto padrão de imóvel com dois dormitórios e 39,00m² de área construída. O projeto das residências poderá ser desenvolvido e entregue com alternativas padronizadas para ampliação caso haja interesse da família em ampliar o imóvel futuramente. Este tipo de experiência tem sido bem sucedido em outros empreendimentos pelo país inteiro e tem como objetivo auxiliar e padronizar o loteamento, mantendo qualidade estética e funcional dos imóveis, além de respeitarem as regras de plano diretor e código de obras dos municípios correspondentes.

Para se obter o custo de cada unidade, utiliza-se o valor do Custo Unitário Básico para a categoria Residência Unifamiliar Padrão Baixo (Código R1-B) para o mês referência Janeiro de 2017, conforme Quadro 3.29.

Quadro 3.29: Composição do Loteamento – Diretrizes do Plano Diretor – Custo total de construção das casas

Área Construída (m ²)	Valor do CUB R1-B (R\$/m ²)	Valor da Casa (R\$)	Unidades a Construir	Valor Total (R\$)
39,00	1.342,20	52.345,80	406	21.252.394,80

3.4.2.5 Simulação dos Demais Custos

Deverão ser adicionados ao orçamento simulado os custos dos Serviços Técnicos de Engenharia e Meio Ambiente. Com o somatório dos valores de aquisição da área, obras de infraestrutura e construção das residências, obtém-se um valor geral para os serviços a serem realizados, conforme Quadro 3.30. Arbitrando-se honorários em porcentagem do contrato, baseados por experiência em outros projetos de serviços técnicos equivalentes, obtém-se os valores apresentados no Quadro 3.31 para a estimativa dos custos dos Serviços Técnicos de Engenharia e Meio Ambiente.

Quadro 3.30: Composição do Loteamento – Custo das obras do Loteamento

Composição Geral do Custo	Valores
Aquisição da Área	R\$ 5.941.350,02
Obras de Infraestrutura do Loteamento	R\$ 10.029.825,09
Custo Total Construção Casas	R\$ 21.252.394,80
Total	R\$ 34.252.894,90

Quadro 3.31: Composição do Loteamento – Custo dos Serviços Técnicos

Composição Geral do Custo	Porcentagem do Custo Total das Obras	Valores
Valor de Projeto e Gerenciamento	2,50%	R\$ 930.589,25
Compensação Sócio-Ambiental	1,00%	R\$ 372.235,70
Despesas de Aprovações e Registros	1,50%	R\$ 558.353,55
Total		R\$ 1.861.178,50

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





As atividades de Projeto necessárias contemplam o levantamento topográfico, sondagens, projetos executivos, estudos de impacto e finaliza o item na parte de gerenciamento da execução da obra. Já o item Compensação Sócio-Ambiental refere-se aos serviços técnicos que devem ser realizados para a remoção destas famílias de sua área original até a finalização da implantação e ocupação do novo loteamento, contemplando até mesmo um atendimento social individual por família. Despesas de Aprovações e Registros Cartoriais também são consideradas no orçamento. Os custos destas atividades estão todos resumidos no Quadro 3.32, onde se apresenta o custo total do empreendimento e o custo total por habitação.

Quadro 3.32: Composição do Loteamento – Custo Total do Empreendimento (Remoção e Reassentamento)

Itens	Valores Finais
Aquisição da Área	R\$ 5.941.350,02
Obras de Infraestrutura do Loteamento	R\$ 10.029.825,09
Custo Total Construção Casas	R\$ 21.252.394,80
Serviços Técnicos	R\$ 1.862.353,55
Valor Total do Empreendimento	R\$ 39.084.748,40
Valor por Habitação (406 Unidades)	R\$ 96.267,85

Com base no exposto, no orçamento das Alternativas de Diques consideradas nesse Estudo de Concepção, considerou-se o custo do Loteamento Hipotético para a estimativa dos custos relativos à remoção e ao reassentamento das 406 famílias que serão diretamente impactadas pelas obras do trecho I do dique. Adicionalmente, para as 21 famílias que declararam ter matrícula da sua habitação, considerou-se o valor de R\$ 150.000,00 por habitação a título de indenização.



4 ANTEPROJETO DAS CASAS DE BOMBAS

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





4 ANTEPROJETO DAS CASAS DE BOMBAS

As casas de bombas são infraestruturas destinadas a retirar do interior da área protegida as águas pluviais e sua condução através de canais abertos até o rio Jacuí.

No cenário onde não há os diques, a vazão gerada pelo escoamento superficial na área urbana de Eldorado do Sul é conduzida por gravidade até o rio Jacuí. Contudo, devido à presença dos diques, mesmo vazões pequenas deverão ser destinadas até as casas de bombas, onde poderão ser conduzidas para um sistema de “by-pass” (onde o escoamento ocorre por gravidade) ou para o sistema de bombeamento, onde os volumes de água serão pressurizados. A escolha de um ou outro sistema durante a operação das casas de bombas dependerá do nível da água no rio Jacuí.

4.1 ASPECTOS GERAIS

Os diques a serem construídos protegerão prioritariamente áreas já urbanizadas de Eldorado do Sul e suas alternativas de posicionamentos estão apresentadas no Capítulo 2 (Alternativas de Traçado dos Diques) deste documento. Tais estruturas serão constituídas de dique com cota da crista na elevação 6,0m, tendo por base os estudos hidrológicos apresentados no Relatório 12 - Estudo de Concepção.

A remoção dos volumes de água resultante das áreas protegidas pelos diques será realizada através de casas de bombas (CB) cuja quantidade, localização e capacidade serão discutidas adiante. As vazões a serem bombeadas serão conduzidas até as EB's através de canais e galerias. Após o bombeamento, as vazões serão conduzidas até a calha do rio Jacuí através de canais escavados.

Para a elevação e remoção dos volumes de água coletados, serão necessárias CBs para grandes vazões e pequenas alturas manométricas, em número que irá depender da alternativa de traçado de diques escolhida. As vazões destinadas a cada CB são aquelas definidas nos estudos hidrológicos, apresentados adiante, no Capítulo 4.2 - Vazões e Elevações.

A coleta e a condução das vazões de drenagem urbana até as casas de bombas serão realizadas através de galerias e/ou canais abertos. Estas infraestruturas desembocarão em tanque de amortecimento, após passar por grades grosseiras manuais. Na saída do tanque, em direção aos poços de sucção, serão instalados gradeamentos finos, mecanizados.

Durante os períodos que o nível da água do rio estiver baixo, a retirada das vazões de drenagem poderá ser realizada através de uma estrutura de “by-pass” existente em cada casa de bombas.

Cada CB descarregará os volumes bombeados ou retirados através do “by-pass” em caixas de transição equipadas com válvulas tipo “flap” para evitar o retorno de água quando o nível da água no Jacuí estiver elevado, e comportas temporárias (“stop-log”) para permitir a realização de operações de manutenção.

Conforme mencionado anteriormente, foram estudadas três alternativas para o sistema de diques, assim resumidas:

- **Alternativa 1:** considera a drenagem apenas das áreas densamente urbanizadas e terá duas casas de bombas (CB-1 e CB-2.1), totalizando 2,44 km²;
- **Alternativa 2:** abrange as áreas da Alternativa 1 (2,44 km²) e a área de expansão urbana (1,76 km²), totalizando 4,20 km². Terá duas casas de bombas (CB-1 e CB-2.2);
- **Alternativa 3:** abrange as áreas da Alternativa 2 (4,20 km²) e a área de expansão urbana no entorno da comunidade do Assentamento do IRGA (2,65 km²), somando 8,41 km². Terá três casas de bombas (CB-1, CB-2.2 e CB-3).



No Quadro 4.1, a seguir, são indicadas algumas características das estações de bombeamento e dos seus coletores de drenagem.

Quadro 4.1: Características dos sistemas de drenagem das áreas protegidas pelos diques

Casa de bombas	Coletores de drenagem	Alternat. dos diques	Área de drenagem (km ²)	Comprim. do coletor (m)	Tipo. de coletor (m)	Vazão no final do canal (m ³ /s)	Vazão da CB (m ³ /s)
CB-1	CD-1A	Alt 1, Alt 2 e Alt 3	1,06	1.980,0	Galeria (1)	8,6	21,8
	CD-1B	Alt 1, Alt 2 e Alt 3	1,38	1.846,0	Galeria (1)	13,2	
CB-2.1	CD-2.1	Alt 1	1,76	1.182,0	Canal (2)	15,6	15,6
CB-2.2	CD-2.2	Alt 2 e Alt 3	3,36	2.761,0	Canal (2)	31,2	31,2
CB-3	CD-3	Alt 3	2,61	1.350,0	Canal (2)	26,4	26,4

(1) - galeria retangular em concreto; (2) - canal aberto c/ seção mista.

Os critérios de projeto e as características dimensionais das casas de bombas estão indicados nos itens a seguir.

4.1.1 Casas de Bombas da Alternativa 1

A área protegida pelos diques da Alternativa 1 apresenta drenos naturais, onde foram implantados canais, cujos caminhos cortam os diques em dois locais. Em razão das características topográficas das áreas protegidas pelos diques desta alternativa, a remoção das águas da drenagem será realizada através de duas casas de bombas (CB-1 e CB-2.1) associadas a obras de "by-pass".

As casas de bombas desta alternativa são:

- Casa de Bombas 1 (CB-1) será implantada junto ao dreno natural existente entre o Bairro Chácara e a Vila da Paz e bombeará as vazões de uma bacia de drenagem com cerca de 2,44 km²; e
- Casa de Bombas CB-2.1 será localizada junto à Estrada da Arroeira, no canal de drenagem existente ao longo da rede de alta tensão e bombeará as vazões provenientes de uma área de 1,76 km².

Cada uma das casas de bombas estará associada às seguintes infraestruturas:

- bacia de amortecimento com capacidade suficiente para operar as bombas durante as operações de liga e desliga das bombas;
- estrutura de "by-pass" equipada com válvulas tipo "flap" para permitir a drenagem por gravidade de vazões durante os períodos que o nível do rio Jacuí estiver baixo, reduzindo assim os custos de energia;
- estruturas de gradagem grosseira (manual) e fina (mecanizada) antes da água ser bombeada ou destinada ao "by-pass";
- estrutura de desemboque das vazões em canais de descarga em direção ao rio Jacuí;
- prédio de geradores;
- pátio de manobras e estacionamento;
- cercas e urbanização.

As vazões dos canais que convergem para a Casa de Bombas 1 (CB-1) para TR=25 anos e já considerados os amortecimentos nos canais coletores são de 8,6 m³/s para o dreno coletor DC-1A e de 13,2 m³/s para o dreno coletor DC-1B. A vazão global que flui para a Casa de Bombas CB-1 será da ordem de 21,80 m³/s.

As vazões para TR=25 anos que convergem para a Casa de Bombas 2.1 (CB-2.1), já considerados os amortecimentos, são da ordem de 15,6 m³/s e provêm do coletor DC-2.1.

O desenho CB1-ARQ-01 da casa de bombas CB-1 e o desenho CB1-ARQ-13 da casa de bombas CB-2.1 indicam as infraestruturas e equipamentos preconizados.



4.1.2 Casas de Bombas da Alternativa 2

A área protegida pelos diques da Alternativa 2 apresenta os mesmos drenos naturais que a Alternativa 1. A diferença é que o coletor principal de drenagem (CD-2.2) apresenta uma extensão maior e seu trecho ao norte da Estrada da Arroeira transportará vazões que podem alcançar 31,2 m³/s.

A remoção das águas da drenagem desta alternativa será realizada através de duas casas de bombas associadas a obras de “by-pass”. Tais obras terão as seguintes características:

- casa de bombas 1 (CB-1) cuja localização e características serão as mesmas da Alternativa 1;
- casa de bombas 2.2 (CB-2.2), proposta para ser implantada no prolongamento do canal de drenagem existente ao longo da rede de alta tensão, cerca de 1,60 km a jusante da CB-2.1 e bombeará as vazões resultantes da drenagem de uma área de 3,36 km² que serão da ordem de 31,2 m³/s.

As casas de bombas desta alternativa também estarão associadas às mesmas infraestruturas indicadas para a Alternativa 1, quais sejam: bacia de amortecimento, estrutura de “by-pass”, estruturas de gradagem (grosseira e mecanizada), estrutura de desemboque, prédio de geradores, pátio de manobras e estacionamento, cercas e urbanização.

O desenho CB1-ARQ-01 caracteriza a casa de bombas CB-1 e o desenho CB3-ARQ-14 mostra as características da CB-2.2.

4.1.3 Casas de Bombas da Alternativa 3

A área protegida pelos diques da Alternativa 3 apresenta três drenos que atravessam o caminhamento dos diques, sendo que dois são aqueles das Alternativas 1 e 2. O terceiro dreno se desenvolve dentro de área agrícola, a oeste do povoado do Assentamento do IRGA e tem seu caminhamento na direção Norte, para o rio Jacuí.

Esta Alternativa 3 terá três casas de bombas, conforme segue:

- a primeira é a CB-1, já caracterizada anteriormente nas Alternativa 1 e 2;
- a segunda CB-2.2, já caracterizada na Alternativa 2; e
- a terceira é a CB-3, proposta para implantação junto ao canal de drenagem que atravessa o Assentamento do IRGA e permitirá o bombeamento das vazões resultantes da drenagem de uma área da ordem de 2,61 km². As vazões que convergem para a CB-3, para um TR=25 anos, após considerados os amortecimentos nos coletores, serão da ordem de 26,40 m³/s.

As casas de bombas desta alternativa também estarão associadas ao mesmo tipo de infraestruturas indicadas para as Alternativas 1 e 2: bacia de amortecimento, estrutura de “by-pass”, estruturas de gradagem (grosseira e mecanizada), estrutura de desemboque, prédio de geradores, pátio de manobras e estacionamento, cercas e urbanização.

O desenho CB1-ARQ-01 caracteriza a casa de bombas CB-1, o desenho CB3-ARQ-14 mostra as características da CB-2.2 e o desenho CB4-ARQ-15 mostra as características da CB-3.



4.2 VAZÕES E ELEVAÇÕES

Para a elevação e remoção dos volumes de água coletados, serão necessárias CBs para grandes vazões e pequenas alturas manométricas, em número a depender da alternativa escolhida. As vazões destinadas a cada CB são aquelas definidas nos estudos hidrológicos, apresentados no Relatório Estudo de Concepção do Sistema de Proteção Contra Cheias (R-ECP-01).

A coleta e a condução das vazões de drenagem urbana até as casas de bombas serão realizadas através de galerias e/ou canais abertos. Estas infraestruturas desembocarão no tanque de amortecimento após passar por grades grosseiras manuais. Na saída do tanque, em direção aos poços de sucção, serão instalados gradeamentos finos, mecanizados.

Durante os períodos que o nível da água do rio estiver baixo, a retirada das vazões de drenagem poderá ser realizada através de uma estrutura de “by-pass” em cada casa de bombas.

Cada CB descarregará os volumes bombeados ou retirados através do “by-pass” em caixas de transição equipadas com válvulas tipo “flap” para evitar o retorno de água quando o nível da água no Jacuí estiver elevado, e comportas temporárias (“stop-log”) para permitir a realização de operações de manutenção. As vazões assim removidas serão direcionadas, através de galerias, para canais abertos que se estenderão até o rio Jacuí.

As vazões de projeto das casas de bombas dos diques de Eldorado do Sul são elevadas (da ordem de 15,6 até 31,2 m³/s). Os desníveis geométricos de bombeamento serão apenas suficientes alcançar a cota do nível das cheias (~4,5m), alcançando no máximo 6,50m. As alturas de bombeamento, em função da oscilação dos níveis da água no interior do dique e das cheias serão da ordem de 2,0 a 8,0m.

Dessa forma, as bombas escolhidas deverão ser capazes de trabalhar de forma segura com alturas manométricas (AMT) que variem de 8,0m a 2,0m, sendo a AMT mínima um dos critérios que servirá para a definição do nível máximo de operação. A escolha da bomba definirá também o nível mínimo de operação, que deverá ser definido respeitando-se a submergência mínima para o funcionamento das bombas principais e de forma a que não ocorra cavitação (NPSH disponível deverá ser maior que o NPSH requerido).

O tempo de recorrência (TR) adotado para o cálculo das vazões a serem bombeadas será de 25 anos, adequado para as obras de macrodrenagem urbana. Nas simulações hidrológicas que resultaram as vazões de pico que deverão ser bombeadas quando as estações estiverem operando com a sua capacidade máxima, considerou-se que parte dos volumes drenados serão amortecidos nos canais e/ou em reservatórios.

Na hipótese das motobombas serem acionadas como motores elétricos, as bombas auxiliares e pelo menos uma das bombas principais deverão ser equipadas com inversores de frequência de forma a permitir que as bombas possam operar com vazões reduzidas (cerca de 50% da capacidade). No caso das bombas principais serem acionadas com motores diesel, as bombas auxiliares terão motorização elétrica e inversores de frequência. Caso necessário, a variação da vazão de uma ou mais bombas principais será através da mudança dos níveis rotação através da aceleração dos motores.

As vazões das casas de bombas (CB) estão apresentadas no Quadro 4.2 a seguir, para cada uma das três alternativas de sistema de proteção estudadas.



Quadro 4.2: Vazões afluentes (para CN=85 e TR=25 anos) às casas de bombas para as alternativas de projeto estudadas

Alternativas de Projeto	Vazões (m³/s)				
	CB-1	CB-2.1	CB-2.2	CB-3	Total
Alternativa 1	21,8	15,6			37,4
Alternativa 2	21,8		31,2		53,0
Alternativa 3	21,8		31,2	26,4	79,4

Face às elevadas vazões de drenagem, os equipamentos necessários poderão ser muito maiores do que aqueles atualmente utilizados nas casas de bombas na região da Grande Porto Alegre. Futuros estudos mais detalhados (projeto executivo) poderão indicar equipamentos com características diferentes daquelas aqui propostas.

Finalmente, como os volumes de água a serem removidos serão muito elevados e será necessário instalar um número significativo de motobombas, propõe-se que sejam escolhidos equipamentos com capacidades semelhantes de forma a homogeneizar as soluções e as atividades de operação e manutenção.

4.3 AVALIAÇÃO DOS TIPOS DE BOMBAS E DE ACIONAMENTOS

Nos itens a seguir são apresentados os tipos de bomba passíveis de serem utilizadas em casas de bombas de drenagem para controle de cheias e tipos de acionamento usuais e aplicáveis para estes casos.

4.3.1 Tipos de Bombas

As casas de bombas para proteção contra cheias e drenagem urbana devem dispor de equipamentos com capacidade para grandes vazões e pequenas alturas manométricas. Complementarmente, deverão ter bombas auxiliares com menor capacidade as quais serão utilizadas fora do período de cheias.

Nas casas de bombas para este fim podem ser encontradas, entre outras, as seguintes soluções:

- Bombas verticais, tipo turbina, instaladas em poço úmido;
- Bombas submersíveis tipo hélice;
- Bombas centrífugas, instaladas com eixo vertical ou horizontal, em ambiente seco;
- Bombas submersíveis para drenagem urbana;
- Bombas axiais instaladas com eixo inclinado, e;
- Bombas centrífugas instaladas em dispositivos flutuantes.

A seguir são discutidos os tipos de motobombas avaliados para utilização nas casas de bombas para proteção contra cheias das áreas urbanas no interior do dique na cidade de Eldorado do Sul.

As alternativas de solução foram avaliadas individualmente de forma qualitativa e verificados os seus graus de adequação ao presente empreendimento. Foram avaliados diversos tipos de equipamentos necessários para uma casa de bombas típica. Para tanto, considerou-se a CB-1 como típica a qual apresenta uma vazão da ordem de 21,8 m³/s. Ao final desta avaliação as alternativas de solução foram comparadas entre si e escolhidas as mais adequadas para detalhamento e definição dos custos.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



4.3.1.1 Bombas Verticais Tipo Turbina

Aspectos Gerais

Este tipo de equipamento é, provavelmente, o mais utilizado e, na maioria das vezes, o mais adequado para casas de bombas para drenagem urbana. No sistema de proteção contra cheias da cidade de Porto Alegre, vem sendo utilizado este tipo de bomba, com bons resultados, há muitos anos.

Estes equipamentos permitem a movimentação de grandes vazões, são robustos e apresentam boa eficiência. Sua manutenção é relativamente fácil e a assistência técnica pode ser encontrada praticamente em todos os grandes centros urbanos do país.

Adicionalmente, pela sua configuração típica, demandam pequena área construída para implantação e reduzida quantidade de obras civis. De maneira geral, é constituído de um sistema compacto, muito adequado para áreas urbanas.

O acionamento das bombas poderá ser feito através de motores elétricos ou motores a diesel. Embora a utilização de motorização a diesel não seja frequente em sistemas de proteção contra cheias, a sua viabilidade pode ser interessante diante dos custos crescentes da energia elétrica (tarifas de consumo e de demanda). Como este tipo de serviço não demanda um grande número de horas de trabalho por ano, a alternativa com motorização a diesel foi considerada.

Equipamentos

Uma grande vantagem apresentada por este tipo de bomba, em relação às bombas centrifugas de poço seco, é a sua grande capacidade de movimentar grandes volumes de água a pequenas alturas manométricas. Bombas deste tipo têm capacidade para bombear vazões da ordem de 5,0 m³/s ou mais com pequenas alturas manométricas (< 8,0m).

Considerando-se uma vazão total para a CB-1 de 21,8 m³/s e uma altura manométrica total (AMT) da ordem de 8,0m, seriam necessários quatro conjuntos de 4,5 m³/s e dois conjuntos de 1,0 m³/s.

A Figura 4.1, a seguir, ilustra bombas deste tipo.

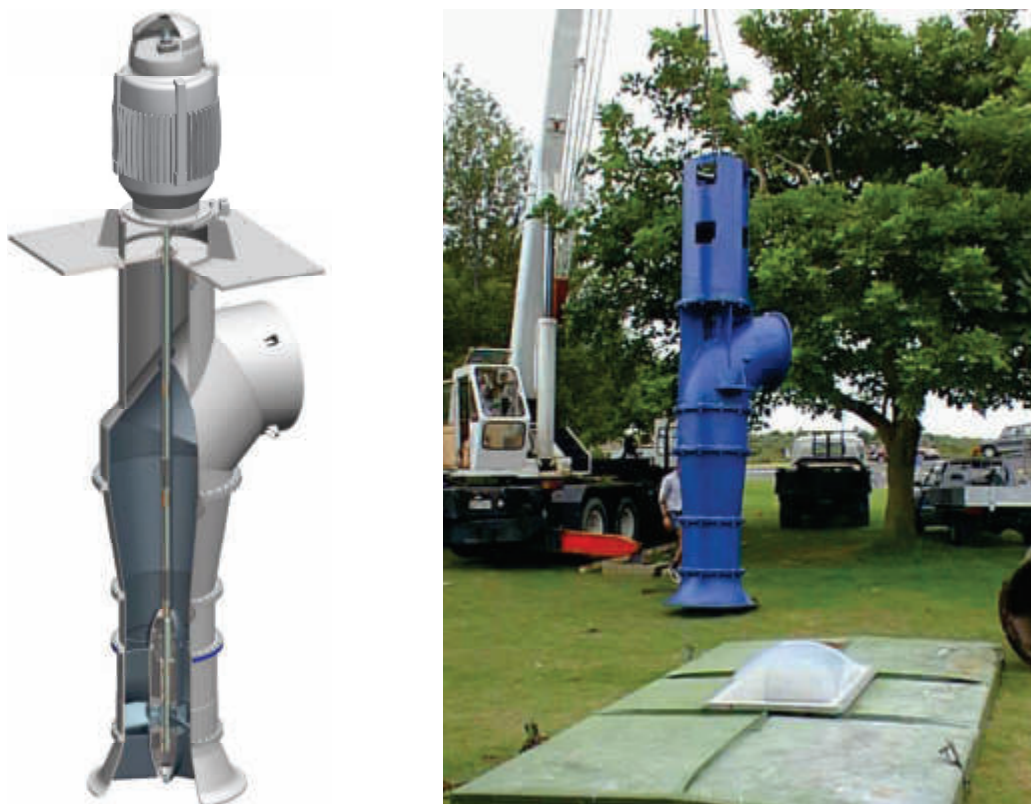


Figura 4.1: Bombas verticais tipo turbina

O acionamento deste tipo de bomba pode ser realizado com motor elétrico ou com motor a combustão interna (normalmente a diesel). Na hipótese de se utilizar um motor elétrico, este poderá ser instalado num nível acima daquele onde está apoiada a bomba, normalmente acima do terreno, de forma a reduzir probabilidade de danos por eventuais inundações, ou, ainda, sobre o cabeçote da bomba. Na hipótese de um acionamento a partir de um motor a diesel, os motores deverão ser instalados, obrigatoriamente, com eixo horizontal no mesmo nível do cabeçote da bomba.

Usualmente, este tipo de bomba utiliza acionamento elétrico, apesar do risco de eventual falta de energia justamente no período em que as inundações ocorrem. Para garantir o funcionamento das motobombas na eventual falta de energia elétrica, é usual prever a instalação de grupos geradores suficientes para gerar cerca de 60% da potência instalada. Esta energia deverá permitir o acionamento dos equipamentos de limpeza das grades, de iluminação, das bombas de menor porte (bombas auxiliares) e algumas bombas principais. Os geradores serão instalados em prédio próprio, situado próximo à sala de comando da CB.

Obras Civas

As obras civis necessárias para o funcionamento de uma casa de bombas com este tipo de equipamento são basicamente as seguintes:

- sistema de gradeamento grosseiro manual;
- tanque de passagem/amortecimento;
- sistema de gradeamento fino;

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



- prédio para as motobombas e equipamentos de movimentação;
- obras de descarga e de condução;
- galerias com válvulas tipo “flap” e “stop-log”;
- salas para transformadores, medição de energia, automação e controle;
- prédio dos geradores;
- área de serviços e depósito de equipamentos;
- cercas e portões.

Na alternativa de utilização de motores a diesel para acionamento das bombas o prédio da casa de bombas resultará com dimensões em planta um pouco mais avantajadas. Em compensação, o espaço necessário para subestação e para os geradores é nulo ou muito pequeno em relação à alternativa anterior. Os tipos de infraestruturas necessárias ao acionamento a diesel são muito similares às necessárias ao acionamento elétrico, não oferecendo restrições de ordem significativa. Os custos adicionais se referem ao depósito de combustível (e seus acessórios) e ao espaço para ventilação.

Caso seja instalado depósito de combustível junto à CB, deverão ser tomados cuidados especiais para evitar acidentes inerentes ao manejo de combustíveis, inclusive quanto ao risco de contaminação do solo e de cursos de água. Deverão ser atendidas todas as exigências ambientais e de segurança de trabalho e, inclusive, quanto a obras para separação e coleta dos resíduos de óleo.

Avaliação da Alternativa

O “layout” desta alternativa de casa de bombas resulta num sistema compacto, com infraestruturas funcionais e de pequenas dimensões. A maior parte dos volumes de obras estará construída abaixo do nível do terreno, destacando-se as fundações, os canais, as galerias e os poços de sucção das bombas.

Avaliando-se o “layout” e características dimensionais da obra e comparando-se com obras similares na região de Porto Alegre, existentes ou em construção, conclui-se que a solução é altamente adequada sob os aspectos construtivos, operacionais e de segurança.

A princípio, considerando a experiência regional, notadamente do DEP (Departamento de Esgotos Pluviais) de Porto Alegre, para este tipo de serviço, esta alternativa de bombeamento, com acionamento por motores elétricos, é considerada praticamente um paradigma de infraestrutura para proteção contra cheias.

4.3.1.2 Bombas Submersíveis Tipo Hélice

Aspectos Gerais

Este tipo de bomba é largamente utilizado para serviços que demandam vazões muito elevadas e pequena altura manométrica, sendo especialmente indicada para controle de cheias e esvaziamento de grandes reservatórios.

A água a ser bombeada deve ter qualidade “controlada”, ou seja, não pode conter sólidos muito grandes, flutuantes, filamentosos, etc. que possam dificultar a passagem da água entre as hélices e a carcaça da bomba. Portanto, esta é uma bomba que apresenta restrições de uso em serviços de drenagem urbana nos moldes correntes na maioria das cidades brasileiras, onde a presença de lixo de todos os tipos é uma constante.



Este tipo de bomba, embora largamente utilizada para serviços de controle de cheias em muitos países, ainda é pouco utilizado no Brasil para serviços de saneamento. No entanto, é frequente seu uso em estaleiros e serviços congêneres.

Equipamentos

A disponibilidade deste equipamento no mercado é restrita e seu uso limitado a alguns tipos de serviços. Por esta razão, a eventual manutenção e reposição de peças poderão ficar dificultadas. Assim, não se recomenda o uso deste tipo de bomba para drenagem urbana.

Apesar destes aspectos, este tipo de equipamento permite instalações compactas e a movimentação de grandes volumes de água a pequenas alturas manométricas. No que concerne a estes aspectos, este equipamento praticamente não encontra concorrentes. A Figura 4.2, a seguir, mostra um arranjo típico e uma vista geral de bomba deste tipo.

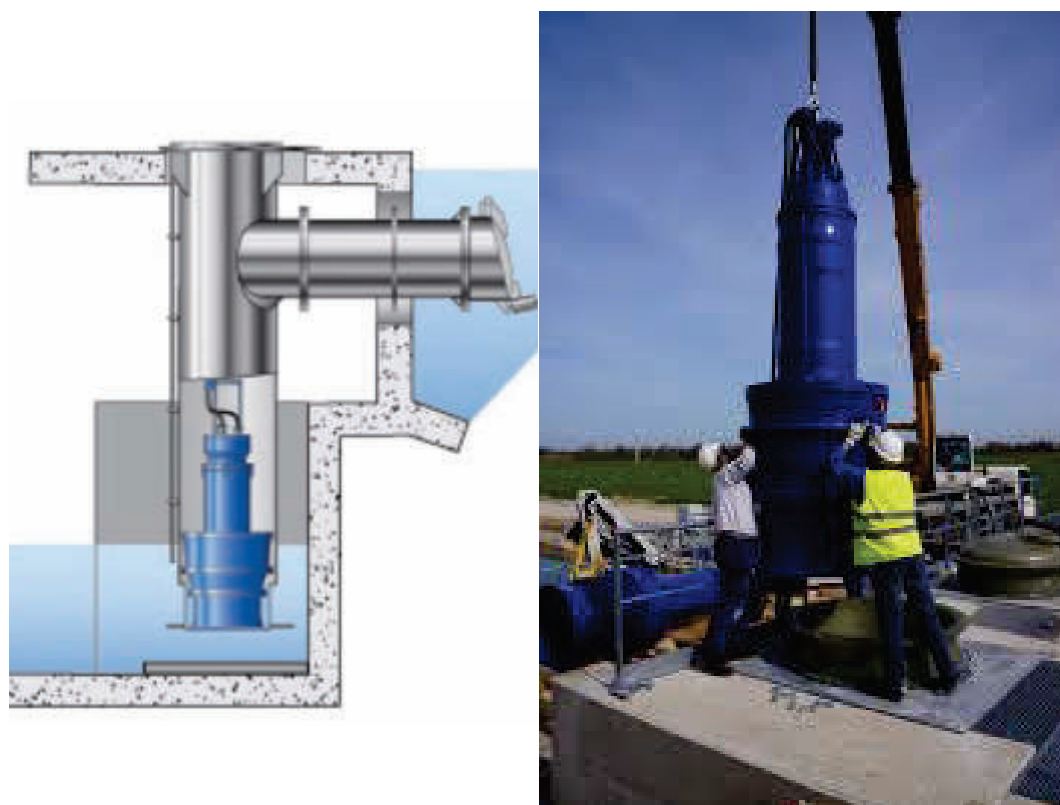


Figura 4.2. Arranjo típico e visualização de bomba submersível tipo hélice

Este tipo de bomba tem grande capacidade de bombeamento podendo alcançar vazões da ordem de 4,50 a 5,00 m³/s para alturas da ordem de 6,0m a 8,0m.

A instalação deste tipo de bombas demanda espaços reduzidos, normalmente menores que aqueles demandados pelas bombas verticais. A economia em obras civis associada às elevadas vazões para pequenas alturas manométricas tornam este equipamento ideal para movimentação de grandes volumes de água.

Considerando-se uma casa de bombas com capacidade para 21,8 m³/s serão necessárias 4 (quatro) bombas principais com capacidade da ordem de 4,5 m³/s e duas bombas com capacidade de 1,0 m³/s.

1568-R-ATP-GEO-01-03 MD



Estes equipamentos poderão ser instalados em ambiente aberto desde que fiquem ao abrigo de vandalismos.

Os quadros de comando e de controle deverão ser instalados em sala própria de forma que fiquem abrigados dos efeitos agressivos dos gases oriundos da matéria orgânica presente nas águas de drenagem urbana.

O acionamento deste tipo de bomba é realizado por motores elétricos instalados no interior do equipamento, não sendo possível o acionamento direto por motores diesel. Portanto, na hipótese de faltar energia elétrica, grupos geradores deverão ser acionados para garantir o bombeamento de pelo menos parte das vazões. Os geradores deverão ser instalados em prédio específico para este fim, situado a uma distância mínima possível dos motores.

Obras Civas

As obras civis necessárias para abrigar os equipamentos eletromecânicos serão equivalentes ou menores que os das bombas verticais. Para efeito deste estudo os custos do canal de aproximação, sistema de grades, tanque de amortecimento e prédio onde estão instaladas as motobombas, bem como as obras de descarga, são equivalentes à alternativa com bombas verticais acionadas por motores elétricos.

As obras civis das infraestruturas auxiliares (casa dos geradores, subestação, cercas e acessos) também serão equivalentes à mencionada alternativa.

Avaliação da Alternativa

Este tipo de equipamento permite instalações compactas e movimentações de grandes volumes de água com pequenas alturas manométricas, sendo, possivelmente, a melhor opção de bombeamento em relação a esses aspectos.

Contudo, em virtude da restrita disponibilidade deste equipamento no mercado e devido às características de qualidade das águas de drenagem das cidades brasileiras, este equipamento não é recomendável para o sistema de proteção contra cheias de Eldorado do Sul.

4.3.1.3 Bombas Centrífugas em Poço Seco

Aspectos Gerais

Nesta alternativa foi avaliada de forma qualitativa uma casa de bombas (CB) com bombas centrífugas instaladas com eixo horizontal ou vertical, em ambientes abrigados (poço seco) e protegidos contra inundações.

Equipamentos

As bombas preconizadas para esta alternativa de CB podem ser do tipo único estágio, de fluxo misto, com rotores fechados ou assemelhados. Poderão ser montadas na posição vertical ou horizontal e, de preferência, dever-se-á permitir a retirada do rotor e a inspeção interna da bomba sem a necessidade da remoção das tubulações de sucção e descarga.

Este tipo de equipamento é usualmente utilizado para bombeamento de água bruta em perímetros irrigados e abastecimento público.

Para serviços de controle de cheias ou drenagem urbana, as bombas irão operar sob elevadas vazões e baixas alturas manométricas. Os equipamentos encontrados no mercado para atender estas premissas e com eficiências razoáveis têm capacidade para vazões médias até cerca de 3,0 m³/s e alturas de bombeamento da ordem de 8,0m.



Bombas com estas características não são muito adequadas para os serviços demandados no sistema de Eldorado do Sul, onde as vazões totais nas casas de bombas são elevadas. Neste caso específico seriam necessários 8 a 9 conjuntos motobombas, considerando-se todas as bombas iguais, sem bombas de menor porte, sendo este um número muito elevado para uma só Casa de Bombas.

Um arranjo típico de estação de elevatória com este tipo de equipamento está mostrado na Figura 4.3, adiante.



Figura 4.3. Tipos de bombas centrífugas e arranjo de instalação em poço seco, com eixo horizontal

Este tipo de equipamento é pouco utilizado para proteção contra cheias e drenagem urbana por demandar instalações mais onerosas além de equipamentos para ventilação, escadas e outros acessórios quando comparado com as bombas verticais e bombas submersíveis tipo hélice. As instalações deste tipo de elevatória consistem de prédio com piso situado a diversos metros abaixo do nível do terreno, tanque de amortecimento, motobombas, equipamentos de ventilação e de movimentação, escadas e acessos, sala de comando e controle, etc.

Usualmente, neste tipo de elevatória, os conjuntos motobombas são instalados sobre o piso no fundo da elevatória, com eixo horizontal ou com eixo vertical.

No caso da instalação ser com eixo horizontal demandará um prédio com dimensões em planta mais avantajadas do que se instalada com eixo vertical. Por outro lado, a instalação com eixo vertical exigirá estruturas de apoio para o motor, o que onera significativamente a infraestrutura.

A fim de reduzir as dimensões do prédio e minimizar os riscos de perda dos equipamentos elétricos em caso de inundação da instalação, os motores podem ser instalados sobre plataforma intermediária e usados eixos “cardã” para transmissão do torque à bomba. Em compensação este tipo de arranjo dificulta as operações de manutenção da bomba, já que envolveria o desacoplamento, acoplamento e alinhamento do motor e do eixo vertical.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



Avaliação da Alternativa

O principal inconveniente deste tipo de elevatória é o fato de que as bombas, para operarem “afogadas” devem ser instaladas abaixo da cota de chegada das galerias. Este piso deverá ser construído a uma profundidade de 6,0 a 8,0m abaixo do nível do terreno, tornando obrigatória a instalação de ventilação forçada, escadas e, eventualmente, plataformas intermediárias.

A hipótese de uso de motores diesel fica descartada neste tipo de elevatória face à grande produção de calor e gases pelos motores, inviabilizando esta solução.

Neste tipo de elevatória os quadros de comando devem ser instalados fora do poço das bombas, de preferência acima do nível do terreno, em sala própria e adequada para equipamentos eletrônicos.

Outro inconveniente deste tipo de elevatória é o elevado custo das obras civis e dos equipamentos, já que os conjuntos motobombas deverão ser em grande número. O prédio deverá ter dimensões avantajadas, construído parcialmente abaixo do nível do terreno, assentado sobre fundações profundas (estacas ou similares).

Como o prédio estará localizado, normalmente, em terreno com baixa capacidade de sustentação, os custos das escavações e fundações serão muito elevados em relação às outras alternativas de bombeamento.

4.3.1.4 Bombas Submersíveis

Aspectos Gerais

Esses equipamentos são comuns para aplicações no saneamento, mais precisamente para drenagem urbana e esgotamento sanitário. Normalmente são projetadas para operação em instalações subterrâneas, operando imersas nos líquidos a serem bombeados.

Equipamentos

Estes equipamentos são indicados e muito utilizados em casas de bombas com baixas a médias vazões ($<0,50 \text{ m}^3/\text{s}$) e pequena a média altura manométrica ($<10,0\text{m}$). Eventualmente são utilizados equipamentos mais avantajados, com capacidade para $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ou mais. Pelo seu elevado custo não são indicadas para elevatórias com altas vazões (para fins de proteção contra cheias), salvo em situações muito especiais.

Esta alternativa de bombeamento possui a vantagem de poder ser instalada em espaços reduzidos, sob o nível das ruas, o que permite minimizar as interferências sobre as demais infraestruturas urbanas.

A Figura 4.4 mostra os equipamentos de uma casa de bombas típica para saneamento urbano. Considerando-se uma casa de bombas com capacidade para $21,8 \text{ m}^3/\text{s}$ serão necessárias pelo menos onze motobombas com capacidade de $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo esta uma quantidade elevada para a aplicação desejada.



Figura 4.4. Bomba submersível para drenagem urbana e arranjo típico em estação subterrânea

Obras Civas

Os quadros de comando e de controle deverão ser instalados fora do poço das bombas, em sala própria e adequados, de forma a proteger os equipamentos eletrônicos contra os efeitos agressivos dos gases encontrados neste tipo de ambiente.

Como o acionamento destas bombas é realizado por motores elétricos instalados no interior do equipamento, o uso de motores a combustão fica descartado. Assim, deverão ser previstos grupos geradores para suprir pelo menos parte da energia e deverão ser instalados em prédio específico, próximo aos motores.

Frente à possibilidade de instalar todas as bombas num grande poço, os custos das obras civis “per capita” tende a ser menor que uma elevatória com bombas em poço seco.

Para efeito deste estudo, considerou-se que os custos do canal de aproximação, sistema de grades e obras de descarga são equivalentes aqueles da alternativa com bombas verticais. Haverá economia no prédio das bombas (poço das bombas) que servirá também de tanque de amortecimento. As obras civis das infraestruturas auxiliares (casa dos geradores, subestação, cercas e acessos) também serão equivalentes à mencionada alternativa.

Avaliação da Alternativa

A baixa capacidade deste tipo de equipamento aliada aos elevados custos dos mesmos, impede a sua utilização para controle de cheias.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



4.3.1.5 Bombas Axiais Instaladas com Eixo Inclinado

Aspectos Gerais

É usual encontrar bombeamentos de água para irrigação de lavouras de arroz ou outros usos, que não demandem soluções sofisticadas e caras, com equipamentos instalados em infraestruturas simples, eventualmente provisórias. Tais equipamentos poderão ser instalados nas margens de cursos de água, sobre taludes de reservatórios ou de canais ou infraestruturas rústicas, inclusive diques de proteção contra cheias.

Baseado nisso, avaliou-se a possibilidade de utilizar bombas axiais instaladas com eixo inclinado para o sistema de proteção de cheias.

Equipamentos

Em essência, estas são bombas semelhantes às bombas verticais usualmente utilizadas para captação de água ou para drenagem, porém, instaladas com inclinação do eixo igual àquela dos taludes de reservatório ou tanque.

Este tipo de equipamento pode apresentar capacidades significativas, da ordem de 2,0 m³/s ou mais. É uma solução muito simples, possivelmente muito adequada para bombeamento de grandes volumes de água a pequenas alturas manométricas, para lavouras e/ou controle de cheias.

A Figura 4.5, a seguir, mostra duas alternativas de arranjo para este tipo de bomba.



Fonte: <http://www.falmetal.com>

Figura 4.5. Instalações com bombas tipo turbina instaladas com eixo inclinado ou vertical

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



Obras Civas

A instalação com eixo inclinado sobre taludes pode reduzir significativamente os custos de obras civis para bombas de pequeno e médio porte. Também podem ser instaladas em plataformas construídas sobre pilares (“pilotis”) de concreto ou aço, sobre base na margem de tanques ou sobre rampa de concreto ou de gabiões.

No entanto, deverá haver uma infraestrutura similar àquela descrita para as bombas verticais, tipo turbina, no que se refere aos equipamentos auxiliares e equipamentos de controle e automação.

Este tipo de bomba, quando instalada na posição inclinada, demanda estrutura sobre pilares, “caixa de sucção” no fundo do tanque, plataforma com prédio para assentamento e abrigo do conjunto motobomba, equipamentos para movimentação, carga e descarga. Neste caso, a área construída será grande, face à necessidade de instalar os motores (elétricos ou a diesel) com eixo na posição horizontal e ao fato do tubo de sucção se prolongar em direção ao tanque. As soluções indicadas na Figura 4.5, anterior não prevêem o uso de grades ou de “stop-log” para manutenção das bombas. Em caso de necessidade de tais serviços a bomba deverá ser movida e recolocada, resultando em operações demoradas.

Caso se opte por uma estrutura aberta, como aquela da Figura 4.5, torna-se necessário especificar e adquirir equipamentos com classe de proteção (IP) de acordo com as instalações, podendo ser esses equipamentos mais caros que aqueles instalados em locais fechados. De qualquer forma, o sitio da casa de bombas deverá ser fechado, com cercas e portões.

Avaliação da Alternativa

Estes equipamentos poderão ser utilizados para bombeamento de drenagem desde que adequadamente instalados e protegidos contra vandalismos e desde que permitam as operações de automação, operação e manutenção.

Esta alternativa de casa de bombas, embora possa ser muito simples e apresentar custo relativamente baixo, não parece adequada para instalação no dique de Eldorado do Sul. Embora as bombas possam atender às vazões e elevações, o arranjo é inadequado para ambientes que demanda controle eficiente de limpeza (gradagem) da água, facilidades de movimentação e manutenção dos equipamentos, automação e proteção contra vandalismos.

Além disto, face às elevadas vazões de projeto, deve-se dar preferência ao uso de equipamentos com grande capacidade, assentados sobre estruturas sólidas, de preferência de concreto armado.

4.3.1.6 Bombas em Dispositivo Flutuante

No sistema de proteção de cheias e drenagem urbana podem ser utilizadas também bombas centrífugas instaladas em dispositivos flutuantes. Estes equipamentos poderão ser utilizados em situações em que há dificuldades para implantação de obras estruturais que demandem fundações profundas em solos com baixa capacidade de suporte, que é o caso dos diques de Eldorado do Sul.



Aspectos Gerais

As motobombas instaladas em bases flutuantes são normalmente utilizadas para captação de água para abastecimento urbano e para irrigação, sendo rara a sua utilização para serviços de controle de cheias e/ou drenagem urbana.

Este tipo bomba foi utilizado com sucesso para captações destinadas à irrigação e para a transferência de volumes de água entre reservatórios. Recentemente, foram utilizadas para transferência de água desde o reservatório de Cantareira (SP), para abastecimento urbano.

Este tipo de equipamento deve operar com água bruta com “qualidade controlada”, ou seja, água que tenha passado por sistema eficiente de grades e/ou telas para remoção de objetos flutuantes, fibras ou algas que venham a obstruir a entrada das bombas. Talvez, por este motivo, seja rara a sua utilização para bombeamento de águas servidas ou drenagem urbana.

A Figura 4.6 mostra uma visão geral de sistema de bombeamento flutuante e de um módulo de bombeamento.



Figura 4.6. Sistema de bombeamento flutuante para captação de água

Os equipamentos nacionais disponíveis têm capacidade máxima de bombeamento da ordem de 1,70 m³/s por módulo (duas motobombas instaladas em um único flutuante), demandando um número significativo de conjuntos.

A utilização deste tipo de equipamento para o controle de cheias e drenagem urbana apresenta, além das limitações antes indicadas, o inconveniente de necessitar de um tanque de amortecimento com área significativa, onde os módulos flutuantes estarão instalados. Cada módulo ocupará uma faixa com cerca de 4,5 m de largura e 25,0 m de comprimento, suficiente para operar e para operações de manobra para manutenção. Portanto, cada módulo precisará de, no mínimo, 100,0 m².

O nível máximo da água no tanque de amortecimento estará a cerca de 3,0 m abaixo do nível do terreno e o nível mínimo a cerca de 4,0 m. Para um adequado funcionamento, a motobomba necessitará de uma lâmina da ordem de 2,0m. A soma destes valores indica que a instalação destes equipamentos demandará a construção de tanque com uma profundidade da ordem de 6,0 m, muito significativa para terrenos de baixa estabilidade como são os deste caso.

Equipamentos

Para uma casa de bombas com capacidade para 21,8 m³/s serão necessários 13 (treze) módulos com capacidade unitária de 1,7 m³/s. Cada módulo deverá ser equipado com tubulação flexível com diâmetro de 800mm e com válvula tipo “flap”. Uma ou mais passarelas flutuantes deverão ser instaladas para permitir o acesso aos módulos para manutenção. Os módulos flutuantes ocuparão uma área de, pelo menos, 1300 m².

1568-R-ATP-GEO-01-03 MD



O acionamento das bombas é realizado por motores elétricos instalados no interior da base flutuante. Neste sistema de bombeamento, caso ocorra falta de energia deverão ser utilizados grupos geradores deverão ser acionados em quantidade suficiente para atender cerca de 60% da capacidade nominal da CB. A instalação dos geradores deverá ser realizada em prédio específico para este fim, situado a uma distância mínima possível dos motores.

Os equipamentos para automação e controle deverão ser instalados em prédio adjacente ao local de atuação dos módulos flutuantes.

Numa área destinada à manutenção deverá ser instalado equipamento (monovia ou assemelhado) para elevação e remoção do módulo flutuante para manutenção.

Obras Civas

As obras civis demandadas por esta alternativa serão de menor porte do que aquelas necessárias para os demais tipos de bombas. Basicamente, consistem de um grande tanque de amortecimento com paredes de concreto onde os módulos de bombeamento flutuantes estarão instalados. Tal tanque estará conectado ao canal de chegada equipado com grades, canal de saída e canal “by-pass” para pequenas vazões. Estas obras deverão ser de concreto e deverão ter acessórios (válvulas tipo “flap”) para impedir o retorno das vazões por ocasião das cheias além de comportas temporárias (“stop-log”) para eventuais serviços de manutenção.

As infraestruturas auxiliares deste tipo de casa de bombas serão: casa de comando, casa dos geradores, subestação, cercas e acessos.

Avaliação da Alternativa

Esta alternativa de bombeamento, embora com custo global relativamente baixo, não será recomendada para instalação devido às dúvidas quanto à sua adequação para serviços de bombeamento de águas de drenagem urbana para controle contra cheias onde a qualidade da água quanto ao tipo e quantidade de impureza é de difícil controle.

Adicionalmente, face às elevadas vazões de projeto de cada elevatória, a quantidade de equipamentos será grande, ensejando maiores custos de manutenção. Como os equipamentos ficam expostos ao tempo aumentam os riscos de vandalismo.

4.3.2 Comparação das Alternativas de Bombeamento

Neste item são comparadas as alternativas de soluções para bombeamento avaliadas anteriormente quanto às suas capacidades, potências e aspectos hidráulicos. Ao fim, são escolhidas aquelas mais adequadas para pré-dimensionamento e definição dos custos.

Cabe destacar que nas diversas casas de bombas para proteção contra cheias da cidade de Porto Alegre e de Canoas estão instaladas bombas com capacidades diversas. De modo geral, nas casas de bombas com capacidade de 7 a 10 m³/s foram instaladas 4 a 5 bombas principais (com capacidade média de 2,50 m³/s) além de 1 a 2 bombas auxiliares com capacidades menores. Em jan/2014 o Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) lançou o edital “Anteprojeto para ampliação das estações elevatórias e respectivos coletores gerais do sistema de drenagem de Porto Alegre - RS” com o objetivo de ampliar a capacidade daquelas estações onde é solicitada a avaliação de bombas principais com maior capacidade (até 7,0 m³/s) secundadas por bombas auxiliares com capacidade de 1,0 a 2,0 m³/s.



A partir das vazões a serem bombeadas por cada elevatória e das capacidades médias dos principais tipos de bombas disponíveis procedeu-se uma modulação das vazões para cada caso. Partiu-se do critério de haver no mínimo três bombas principais e duas bombas auxiliares.

Admitindo-se que uma casa de bombas com 4 bombas principais e 2 bombas secundárias é adequado para permitir uma modulação tal que permita boa flexibilidade de operação, as vazões resultantes para cada caso foram comparadas e foram escolhidas as alternativas consideradas mais adequadas.

De posse das vazões de uma casa de bombas típica (21,8 m³/s) e da capacidade média de cada tipo de bomba avaliada, elaborou-se o Quadro 4.3 apresentado a seguir, onde estão indicados os seguintes parâmetros: vazão total da CB, número de bombas, capacidade unitária, altura manométrica, potência necessária e necessidade de geradores.

Adicionalmente, no mesmo quadro, são comparadas algumas características globais dos conjuntos motobombas permitindo uma avaliação qualitativa preliminar das alternativas das casas de bombas em função do tipo de acionamento.



Quadro 4.3: Características gerais das bombas avaliadas para uma casa de bombas típica

Variáveis da Estação de Bombeamento	Unid.	Tipos de motobombas / acionamento							
		Verticais tipo turbina	Verticais tipo turbina	Centrifugas em poço seco	Submersíveis tipo saneamento	Submersíveis tipo hélice	Tipo turbina c/ instal. inclinada	Centrífuga em base flutuante	
Tipo de acionamento / motor		elétrico	diesel	elétrico	elétrico	elétrico	elétrico	diesel	elétrico
Bomba Principal (BP)		elétrico	elétrico	elétrico	elétrico	elétrico	elétrico	elétrico	elétrico
Bomba Auxiliar (BA)		21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8
Vazão de projeto da EB	m³/s	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8
Nº de bombas		4	4	6	11	4	11	11	13
Bomba Principal (BP)		2	2	2	0	2	0	0	0
Bomba Auxiliar (BA)		4,5	4,5	3,2	2,0	4,5	2,0	2,0	1,7
Capacidade unitária	m³/s	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Bomba Auxiliar (BA)		6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Desnível geométrico	m	1,5	1,5	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,8
Perdas de carga	m	8,0	8,0	9,6	9,6	8,0	8,0	8,0	8,3
Altura manométrica total	m	0,80	0,80	0,80	0,77	0,80	0,80	0,80	0,80
Rendimentos	-	0,94	0,80	0,94	0,94	0,94	0,80	0,80	0,94
Motor	-	0,75	0,64	0,75	0,72	0,75	0,64	0,64	0,75
Conjunto		469,8	552,0	400,9	260,3	469,8	245,3	184,1	184,1
Potência instalada	KW	104,4	122,7	125,3	0,0	104,4	0,0	0,0	0,0
Bomba Principal (BP)		1,985,5	2,332,7	2,532,6	2,863,5	1,985,5	2,698,7	2,393,7	2,393,7
Bomba Auxiliar (BA)		2,077,9	0,0	2,650,4	2,996,6	2,077,9	0,0	2,505,0	2,505,0
Total	KW	83,1	0,0	106,0	1,9,9	83,1	0,0	100,2	100,2
Potência (60% da pot.)	KVA								
Instalações	m²								

Avaliação Qualitativa das EB's por Alternativa de Acionamento

Nº Bombas Principais	Bom	Bom	Bom	Muito alto	Bom	Muito alto	Muito alto	Muito alto
Capacidade unitária	Bom	Bom	Baixo	Baixo	Bom	Baixo	Baixo	Baixo
Altura manométrica total	Bom	Bom	Alta	Alta	Bom	Bom	Bom	Bom
Rendimento do conjunto	Bom	Baixo	Bom	Bom	Bom	Baixo	Baixo	Bom
Potência da EB	Bom	Alto	Alto	Alto	Bom	Alto	Alto	Alto
Riscos operacionais	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Muito Alto	Baixo	Baixo	Baixo
Avaliação Geral das CB's	Bom	Bom	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





A análise do quadro anterior permite inferir que o menor número de equipamentos é obtido com o uso de bombas submersíveis tipo hélice ou com bombas verticais (4 unidades). No caso de uso de bombas centrífugas em poço seco, serão necessárias em torno de 6 bombas, o que é um número considerado elevado. O uso dos demais tipos de bombas implicará num número ainda maior de equipamentos.

Considerando-se que as bombas submersíveis tipo hélice não são utilizadas no Brasil para serviços de proteção contra cheias em decorrência, principalmente das inseguranças devidas à falta de controle da qualidade da água e dos custos dos equipamentos, este tipo de bomba foi, a princípio, descartado.

As bombas centrífugas instaladas em poço seco também foram descartadas por não permitirem vazões do porte necessário para as alturas manométricas que ocorrem e por demandarem obras civis mais onerosas.

Quanto ao consumo de energia, as bombas verticais com motor elétrico são as que apresentam menor valor e, portanto, mais atrativas sob o aspecto financeiro e operacional. Contudo, por mais que as bombas verticais acionadas por motores a diesel demandem uma potência superior àquelas acionadas por motores elétricos, não há a necessidade de se pagar para potência instalada (demanda), o que reduz bastante os custos de operação.

Em razão do acima exposto, optou-se por avaliar as duas alternativas de bombeamento consideradas mais adequadas: bombas verticais com motorização elétrica e bombas verticais com motorização diesel. Esta avaliação está apresentada adiante, no item 4.5 deste documento.

As curvas de referência das bombas principais e auxiliares estão indicadas na Figura 4.7 e Figura 4.8, a seguir.

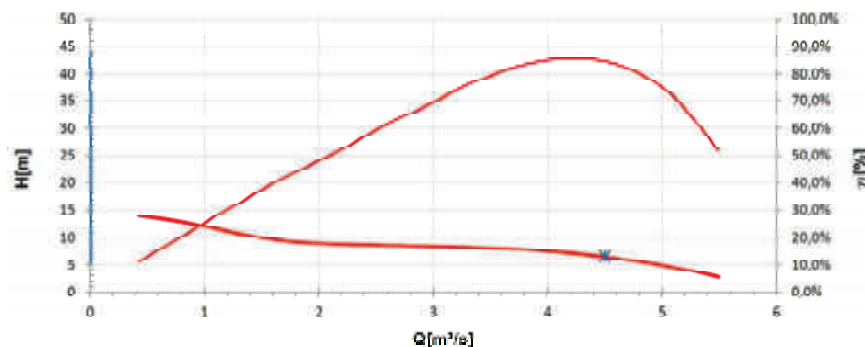


Figura 4.7: Curvas de referência para as bombas principais adotadas

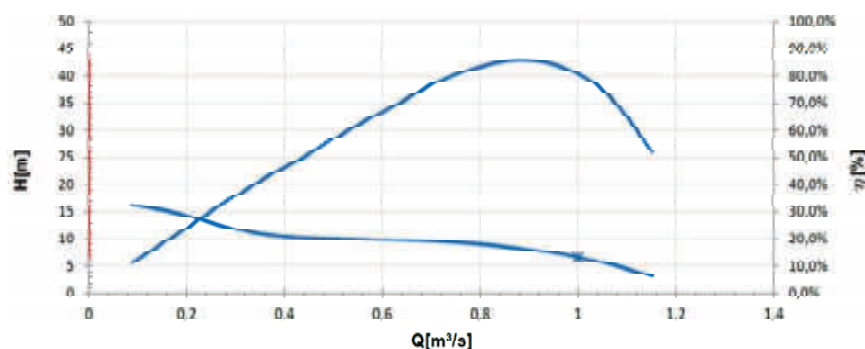


Figura 4.8: Curvas de referência para bombas auxiliares adotadas

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





4.3.3 Potências demandadas por tipo de motorização

Uma avaliação preliminar das casas de bombas do projeto com todas as bombas acionadas com motores elétricos está indicada no Quadro 4.4 a seguir.

Quadro 4.4: Potências demandadas pelas casas de bomba com motorização elétrica

Variáveis das Casas de Bombas		Unid.	Motorização elétrica			
			CB1	CB2-1	CB2-2	CB3
Tipo de acionamento / motor			elétrico	elétrico	elétrico	elétrico
Vazão de projeto da EB		m³/s	21,8	15,6	31,2	26,4
Nº de bombas	Bomba Principal (BP)		4	3	7	5
	Bomba Auxiliar (BA)		2	2	2	2
Capacidade unitária	Bomba Principal (BP)	m³/s	4,50	4,50	4,50	4,50
	Bomba Auxiliar (BA)	m³/s	1,00	1,00	1,00	1,00
Desnível geométrico		m	6,5	6,5	6,5	6,5
Perdas de carga		m	1,5	1,5	1,5	1,5
Altura manométrica total		m	8,0	8,0	8,0	8,0
Rendimentos	Bomba	-	0,80	0,80	0,80	0,80
	Motor elétrico	-	0,94	0,94	0,94	0,94
	Motor diesel	-				
Potência instalada	Bomba Princ. (BP) - Elétr.	kW	470	470	470	470
	Bomba Aux. (BA) - Elétric	kW	104	104	104	104
	Total	kW	2.088	1.618	3.497	2.558
Geradores	Potência (60% da Elevatória)	kVA	1.745	1.559	2.547	1.997

Na hipótese do acionamento das bombas principais com motores diesel e as bombas auxiliares com motores elétricos, as potências necessárias serão aquelas indicadas no Quadro 4.5 a seguir.

Quadro 4.5: Potências demandadas pelas casas de bomba com motorização diesel + elétrica

Variáveis das Casas de Bombas		Unid.	Motorização diesel (BP) e elétrica (BA)			
			CB1	CB2-1	CB2-2	CB3
Tipo de acionamento / motor			diesel + elétrico	diesel + elétrico	diesel + elétrico	diesel + elétrico
Vazão de projeto da EB		m³/s	21,8	15,6	31,2	26,4
Nº de bombas	Bomba Principal (BP)		4	3	7	5
	Bomba Auxiliar (BA)		2	2	2	2
Capacidade unitária	Bomba Principal (BP)	m³/s	4,50	4,50	4,50	4,50
	Bomba Auxiliar (BA)	m³/s	1,00	1,00	1,00	1,00
Desnível geométrico		m	6,5	6,5	6,5	6,5
Perdas de carga		m	1,5	1,5	1,5	1,5
Altura manométrica total		m	8,0	8,0	8,0	8,0
Rendimentos	Bomba	-	0,80	0,80	0,80	0,80
	Motor elétrico	-	0,94	0,94	0,94	0,94
	Motor diesel	-	0,80	0,80	0,80	0,80
Potência instalada	Bomba Princ. (BP) - Diesel	kW	552	552	552	552
	Bomba Aux. (BA) - Elétric.	kW	104	104	104	104
	Total	kW	2.417	1.865	4.073	2.969
Geradores	Potência (60% da Elevatória)	kVA	347	347	347	347

Nota-se nos quadros anteriores que as potências necessárias são significativamente maiores na hipótese de motorização diesel. Isto se deve à menor eficiência dos motores a combustão interna (~80%) quando comparada aos motores elétricos (~94%). Por outro, a motorização elétrica demanda maior número de geradores para cobrir eventuais faltas de energia elétrica.

A escolha do tipo de motorização, conforme indicado no item 4.5, permitiu a escolha dos equipamentos mais adequados técnica e financeiramente.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD



4.4 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DAS CASAS DE BOMBAS

A partir das considerações apresentadas no item 4.3, optou-se por caracterizar de forma mais detalhada apenas as duas alternativas de casas de bombas consideradas mais adequadas sob o ponto de vista técnico (dimensional, operação e manutenção) e financeiro para o sistema de diques de Eldorado do Sul.

Assim, serão apresentados estudos para a utilização de bombas verticais tipo turbina e sob duas formas de acionamento:

Somente com motores elétricos e bombas principais acionadas com motores de combustão interna (diesel) e bombas auxiliares acionadas com motores elétricos.

Propôs-se que o acionamento das bombas auxiliares seja realizado sempre com motores elétricos uma vez que a tensão necessária será de 380 volts. Esta tensão se encontra disponível na área do projeto, não havendo necessidade de redes elétricas de grande porte.

Como as motobombas auxiliares removerão as pequenas vazões de drenagem, poderão funcionar ao longo de muitos dias/ano, demandando partidas e paradas frequentes. Como os custos de O&M dos motores elétricos são baixos, sua utilização é amplamente justificada e considerada mais adequada do que o acionamento com motores diesel.

Para realizar essa escolha foram avaliadas as características dimensionais e custos dos equipamentos e obras civis e comparadas as vantagens e desvantagens das duas alternativas avaliadas.

A comparação foi realizada através do detalhamento da Casa de Bombas 1 (CB-1), que será responsável pela drenagem de grande parte da área urbanizada da cidade e terá capacidade de 21,8 m³/s.

Após definidas as características dos equipamentos e as dimensões das obras civis foi escolhida a alternativa mais adequada tanto sob o ponto de vista financeiro (investimentos) como operacional, considerando os tipos de motorização avaliados.

De posse das informações detalhadas da CB-1 foram determinados os custos unitários dos principais elementos da elevatória (por unidade de área, de vazão ou de potência) de forma a permitir a determinação dos custos das demais casas de bombas das alternativas de drenagem avaliadas.

4.4.1 Generalidades

As obras civis de uma casa de bombas com motores elétricos apresentam dimensões menores do que uma elevatória com capacidade similar equipada com motores a combustão interna (diesel). Equipamentos com motorização elétrica demandam menores espaços para sua movimentação e para circulação.

Por outro lado, elevatórias com motores a combustão interna demandarão maiores espaços para instalação dos motores, eixos, caixas de engrenagens, tanques de combustível, ventilação, etc. Da mesma forma, demandam mais espaço para circulação.

Embora o uso de motores elétricos implique em um prédio de bombas com dimensões menores quando comparado ao uso de motores a diesel, as casas de bombas com motores elétricos demandarão a instalação de um prédio específico para os grupos geradores, necessários para suprir de energia total ou de parte dos motores.



4.4.2 Características Hidráulicas de Uma CB Típica

Independente do tipo de acionamento (elétrico ou com motores a diesel) as características hidráulicas das motobombas serão iguais em ambas as alternativas. Da mesma forma serão equivalentes as dimensões do tanque de amortecimento, dos canais de “by-pass”, dos canais de chegada e grades, dos poços de sucção e das estruturas de condução (descarga).

As diferenças mais significativas entre as alternativas se referem aos espaços para instalação dos motores, capacidade e dimensões da ponte rolante, quadros de comando e de controle e instalações para os grupos geradores.

4.4.2.1 Coleta e Condução das Vazões

A coleta e a condução das vazões de drenagem urbana para a CB-1 serão realizadas através da rede de sarjetas, infraestruturas de microdrenagem (coletores tubulares) que conduzirão as águas até as infraestruturas de macrodrenagem (galerias retangulares). Estas infraestruturas conduzirão os volumes de drenagem até as Casas de Bombas.

A macrodrenagem para as casas de bombas (CB-2.1, CB-2.2 e CB-3) será realizada através de canais abertos com paredes de concreto e fundo com material granular (rachão).

Além de conduzir os volumes de água para bombeamento, os coletores da macrodrenagem servirão como reservatórios de amortecimento das cheias. Como as declividades do terreno na região são baixas as seções resultantes para os canais coletores serão vantajadas. A altura da lâmina de água nos canais será da ordem de 1,50m, a declividade média de 0,0005 m/m e as velocidades de 1,0 m/s.

4.4.2.2 Reservatórios de Amortecimento

Os canais desembocarão num reservatório de amortecimento com capacidade de 2.460 m³, suficiente para a operação de uma bomba principal (Q~4,5 m³/s) equipada com inversor de frequência durante 15 minutos após as duas bombas auxiliares serem desligadas. Admitiu-se que a lâmina de água no reservatório oscilará 1,50 m. Preconizou-se um reservatório com a mesma largura do prédio da casa de bombas (27,3m), resultando num tanque com as seguintes dimensões úteis (LxBxH): 60,0m x 27,3m x 1,5m.

4.4.2.3 Características das Bombas

- Vazão total da CB: 21,8 m³/s
- Número de motobombas: seis, sendo (4x4,5 m³/s + 2x1,0 m³/s)
- Vazão por bomba:
 - bomba principal: Q_p~4,5 m³/s;
 - bomba auxiliar: Q_a~1,0 m³/s;
- Velocidade máxima na entrada da bomba (entrada do sino): V=1,70 m/s;
- Diâmetro do tubo de sucção (sino):
 - bomba principal: $D_p = (4Q/\pi V)^{0,5} = 1,80m$
 - bomba auxiliar: $D_a = (4Q/\pi V)^{0,5} = 0,980m$
- Largura do poço da bomba:
 - bomba principal: W_p = 2,0D_m = 3,60m
 - bomba auxiliar: W_a = 2,0D_p = 2,00m



- O comprimento do canal de aproximação será igual para ambos os tamanhos de bomba, e definido por $L=5D_p = 5 \times 1,80 = 9,0\text{m}$
- Submergência mínima da entrada da sucção:
 - bomba principal: $S_p=(D_p+(Q_p/d^{1,5}))/1069 = 3,57\text{m}$
 - bomba auxiliar $S_a=(D_a+(Q_a/d^{1,5}))/1069 = 3,02\text{m}$
- Distância da sucção ao fundo do poço:
 - bomba principal: $h=0,5D_m = 0,50 \times 1,80 = 0,90\text{m}$
 - bomba auxiliar: $h=0,5D_a = 0,50 \times 0,98 = 0,49\text{m}$
- Diâmetro da descarga da bomba:
 - bomba principal: $D_b = 1,20\text{m}$
 - bomba auxiliar: $D_b = 0,80\text{m}$

4.4.2.4 Elevações e Características Dimensionais

- As principais elevações e dimensões da casa de bombas típica (CB-01) são as seguintes:
 - elevação da crista do dique: 6,0m;
 - elevação do terreno (aprox.): 2,0m;
 - elevação do NA à entrada do tanque de amortecimento: -0,50m;
 - elevação de fundo do tanque de amortecimento: -2,0m;
 - elevação de fundo do canal tomada e grades: -2,0m;
 - elevação de fundo do poço de sucção: $(-2,0-3,55-0,90) = -6,45\text{m}$
 - elevação do piso da sala de bombas: 3,30m;
 - elevação do tubo de descarga das bombas (eixo): 2,40m;
 - altura geométrica de bombeamento: $4,5+2,0 = 6,5\text{m}$
 - perdas de carga (aprox.): 1,50m
 - altura manométrica total (aprox.): $6,50+1,50 = 8,00\text{m}$
 - elevação de fundo do canal de descarga: -2,85 m;
 - elevação do caminho da ponte rolante: 12,8m;
 - largura do poço de bombas: principais (3,60m) e auxiliares (2,00m);

Estas elevações e dimensões bem como as demais características dimensionais estão indicadas nos Desenhos CB1-ARQ-01 até CB1-ARQ-06.

4.4.2.5 Potências Necessárias (kW)

As potências necessárias (P) para acionamento das bombas foram determinadas através da equação:

$$P \text{ (kW)} = (1000 \cdot Q \cdot H_m / (75 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2)) \cdot 0,736,$$

onde: Q é a vazão (m^3/s), H_m é a altura manométrica (m), η_1 e η_2 são os rendimentos das bombas e dos motores, respectivamente.

Utilizou-se vazões de $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e de $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ para as bombas principais e auxiliares, altura manométrica de 8,0m e rendimentos de 80% para as bombas e de 94% para os motores.



Os resultados obtidos para bombas com motores elétricos são os seguintes:

- bomba principal: $P(\text{kW}) = ((1000 \cdot 4,50 \cdot 8,00) / (75 \cdot 0,80 \cdot 0,94)) \cdot 0,736 \cong 470 \text{ kW}$
- bomba auxiliar: $P(\text{kW}) = ((1000 \cdot 1,00 \cdot 8,00) / (75 \cdot 0,80 \cdot 0,94)) \cdot 0,736 \cong 104 \text{ kW}$

Para as bombas com motores diesel obteve-se os seguintes valores:

- bomba principal: $P(\text{kW}) = ((1000 \cdot 4,50 \cdot 8,00) / (75 \cdot 0,80 \cdot 0,80)) \cdot 0,736 \cong 552 \text{ kW}$
- bomba auxiliar: $P(\text{kW}) = ((1000 \cdot 1,00 \cdot 8,00) / (75 \cdot 0,80 \cdot 0,80)) \cdot 0,736 \cong 123 \text{ kW}$

- Potência necessária na casa de bombas (kW):

- CB com todos os motores elétricos:

$$PEB (\text{kW}) = 4 \cdot 470 + 2 \cdot 104 = 2.088 \text{ kW};$$

- CB com motorização mista (4 motores principais a diesel mais 2 motores auxiliares elétricos):

$$PEB (\text{kW}) = 4 \cdot 552 + 2 \cdot 104 = 2.417 \text{ kW}$$

4.4.2.6 Variação da Capacidade das Bombas

Os motores elétricos das bombas auxiliares serão equipados com inversores de frequência a fim de permitir o seu funcionamento para pequenas vazões, até cerca de 50% menores que as vazões de projeto (a confirmar com cada fabricante).

Na hipótese de haver acionamento elétrico das bombas principais, pelo menos uma destas bombas (aquela que entra imediatamente após a saída das bombas auxiliares) também deverá ser equipada com inversor de frequência. Com isto haverá uma transição gradual para a capacidade plena das bombas principais.

As bombas principais sob acionamento com motores diesel poderão variar a sua capacidade de bombeamento (dentro de certos limites) através da variação da rotação do motor mediante aceleração.

4.4.2.7 Abastecimento e Manejo de Combustíveis

O esgotamento de áreas dos diques poderá demandar o acionamento de uma ou ambas as bombas auxiliares ($q \cong 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$) por períodos que podem variar desde poucas horas até por diversos dias. O acionamento das bombas auxiliares será realizado através de motores elétricos com potência da ordem de 105 kW.

O esgotamento resultante de chuvas mais intensas e/ou prolongadas demandará o acionamento das bombas principais com capacidade unitária de $\sim 4,50 \text{ m}^3/\text{s}$. Estas bombas poderão ser acionadas com motores elétricos conectados à rede de energia. Eventualmente, o acionamento destas bombas poderá ser realizado através de geradores.

Estas bombas entrarão em operação no momento que as bombas auxiliares tiverem suas capacidades esgotadas. As bombas principais operarão durante períodos que poderão variar desde 30 minutos até diversas horas.

O acionamento dos motores dos geradores obedece aos mesmos critérios e modos de operação que o acionamento das bombas. O consumo de combustível das bombas ou dos geradores principais é elevado, podendo alcançar 120 litros por hora. Desta forma, cada motor deverá ter um tanque individual com capacidade da ordem de 250 a 300 litros, suficientes para 2 a 3 horas de serviço. Tanques com capacidades maiores poderão resultar em perdas de combustíveis por degradação de suas propriedades físicas quando permanecerem por longos períodos armazenados e sem utilização.



O abastecimento dos tanques dos motores poderá ser feito por gravidade através de caminhão tanque, que terá acesso às áreas de manobra situadas sobre os canais de “by-pass”. O mangote de descarga do caminhão poderá ser conectado a uma tubulação de distribuição aos tanques dos motores. As operações de abastecimento serão manuais, através da abertura e fechamento de registros na entrada do tanque do motor e poderão ser realizadas com o motor em funcionamento.

Deverá, ainda, ser previsto um sistema para remoção e coleta dos eventuais volumes remanescentes de combustível dos tanques, de forma rápida e eficiente, evitando o seu envelhecimento e perda de suas características. A presença de aditivos e óleos orgânicos (biocombustível) misturados ao diesel poderá afetar a vida útil do mesmo de forma que seja necessária sua troca de forma frequente. O combustível poderá ser removido dos tanques dos motores através de equipamentos móveis e conduzido para recipientes adequados para posterior remoção.

Com estas operações os volumes de combustíveis serão liberados nos locais e nas quantidades requeridas.

4.4.2.8 Gradeamento da Água

A água resultante da drenagem urbana deverá passar pelas bombas das casas de bombas ou pelas galerias de “by-pass” antes de ser conduzida até a calha do rio Jacuí. Antes do bombeamento a água passará por processo de gradeamento para remoção dos sólidos que poderão danificar as bombas ou aumentar o grau de poluição do rio.

Gradeamento Grosseiro

Antes da água de drenagem ser acumulada no tanque de amortecimento ela deverá passar por grades grosseiras cuja função será retenção de sólidos de maiores dimensões (em suspensão ou flutuantes), inclusive vegetação aquática. Tais equipamentos consistem de grades de barras chatas, retas, com inclinação da ordem de 75° com relação à horizontal.

Tais grades serão constituídas de barras com seção aproximada de 10 mm x 60 mm, com espaçamento da ordem de 100 mm entre si. Prevê-se que sua limpeza será realizada manualmente.

Gradeamento Fino

Antes da água ser bombeada ou conduzida até o rio ela deverá passar por processo de limpeza através de “grades finas” instaladas na entrada do canal de tomada para cada bomba ou do canal do “by-pass”. Cada canal de tomada deverá ser dotado de grades de barras chatas com seção da ordem de 10 mm x 50 mm, com afastamento de aproximadamente 40 mm entre as barras. Deverão ser instaladas com inclinação da ordem de 80° em relação à horizontal.

Recomenda-se a instalação de um conjunto de grades e respectivo rastelo e equipamentos de acionamento para cada poço de sucção. Cada grade terá cerca de 7,0m de comprimento total e largura de 3,5m para as bombas principais e de 1,80m para as bombas auxiliares. A limpeza será realizada com rastelo móvel, comum para todas as bombas, acionado por motorreductor.

A largura de cada grade deverá ser definida a partir das condições de dimensionamento do gradeamento a montante e para a velocidade mínima de escoamento em condições normais, com a grade limpa, verificada a condição para grade 50% obstruída. Admite-se uma perda de carga da ordem de 0,05 m com obstrução de 50% da seção.



4.4.2.9 Equipamentos para Limpeza das Grades

A limpeza das grades grosseiras pode ser realizada manualmente enquanto que das grades finas deverá ser utilizado equipamento (rastelo) automático ou semiautomático. Cada grade deverá ser equipada, de preferência, com um rastelo semi-automático.

A limpeza manual das grades finas não é recomendada face às grandes dimensões e profundidades das grades, dificultando as operações. A realização de limpeza automática demanda a instalação de equipamentos sobre trilhos acionados por motorreductores.

Os resíduos removidos deverão ser depositados em “containers” posicionados sobre a laje da passarela para remoção manual.

4.4.2.10 Comportas Temporárias (“stop-log”) para Manutenção

As atividades relativas ao isolamento de elementos da casa de bombas para serviços de manutenção deverão ser realizadas mediante a utilização de comportas temporárias do tipo “stop-log”. As atividades de manutenção preventiva das bombas, válvulas tipo “flap” e grades deverão ser realizadas mediante o isolamento e drenagem das seções. Estima-se que tais serviços sejam realizados periodicamente, a intervalos não superiores a um ano. Eventuais manutenções corretivas deverão ser realizadas sempre que necessárias, independente dos níveis de água.

Tais comportas serão constituídas de módulos construídos em chapas e perfis metálicos bem como de vedações em borracha. Cada peça deverá medir cerca de 0,35m de espessura e 1,0m de altura e será posicionada em ranhuras com largura da ordem de 0,40m. Seus comprimentos serão de 3,75m para os compartimentos das bombas principais e dos “by-pass” e de 2,15m para as bombas auxiliares.

Para efeito de estudo de concepção, admitiu-se que a manutenção das infraestruturas e equipamentos será realizada quando o nível da água do rio estiver abaixo do nível operacional (normal) da elevatória, ou seja, 0,50m. Deverão ser fornecidos 12 módulos com L=3,75m e 12 módulos com L=2,15m para o isolamento de um componente da casa de bombas, qual seja, o gradeamento mecanizado, a motobomba principal ou auxiliar ou a comporta automática de retenção (“flap”).

Os módulos deverão ser armazenados em sala própria, adequadamente empilhados (intercalados com calços de madeira) e com as vedações protegidas dos raios solares.

4.4.2.11 Estrutura de “By-pass”

As vazões de drenagem resultantes de chuvas e eventuais contribuições de esgotamentos domésticos durante o período que o nível da água no rio Jacuí estiver baixo, serão removidas através de estruturas de “by-pass”. No momento que cessar o fluxo por gravidade ou que as elevações da água do rio provocarem remanso nos canais de descarga, as bombas poderão entrar em operação e elevar a água até acima da cota de cheia do rio.

As condições operacionais do sistema e a experiência dos operadores definirão o momento do acionamento das bombas de forma a minimizar o consumo de energia.

A estrutura de “by-pass” será constituída de duas galerias em concreto, cada qual equipada com duas válvulas retangulares tipo “flap” com # 1,2x1,2m além grades na entrada e módulos de stop-log (na entrada e na saída).



Para facilitar a manutenção, inclusive intercambiabilidade de equipamentos, propôs-se que as dimensões das galerias e das grades sejam iguais às das bombas de maior porte, ou seja, 3,60m.

A cota de fundo da galeria junto às grades será igual à cota da tomada para as bombas (aproximadamente -2,0 m). A galeria se estenderá até o local de instalação das válvulas tipo “flap”, no mesmo alinhamento das válvulas de descarga das bombas.

A linha de centro das válvulas retangulares tipo “flap” estará na cota do fundo da galeria a montante. A cota de fundo da galeria a jusante das válvulas estará a 0,30m abaixo da geratriz inferior da válvula, ou seja, na elevação -2,85 m.

Admitindo-se que o nível máximo da água na entrada da galeria estará a 1,50 m acima do fundo do canal, a capacidade máxima (m³/s) de cada válvula será:

$$Q = Cd.S.(2gh)^{0,5}$$

onde: “Cd” é o coeficiente de descarga (=0,61), “S” é a área da seção, “g” é a aceleração da gravidade e “h” é a lâmina de água sobre o eixo da comporta.

$$Q = 0,61 \times 1,44 \times (2 \times 9,81 \times 1,00)^{0,50} = 3,95 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Portanto, a estrutura de “by-pass” equipada com quatro válvulas, poderá alcançar 15,8 m³/s de vazão total, considerando-se os efeitos de remanso devidos ao escoamento desta vazão através da galeria e do canal de descarga. Estimou-se que o escoamento desta vazão promoverá a elevação da superfície da água, logo a montante das válvulas, da ordem de -1,50m, resultando numa carga hidráulica de 1,0m sobre o orifício (válvula flap).

4.4.2.12 Galerias e Canal de Descarga

O canal de descarga, situado após a obra de transição, será implantado em galerias de concreto armado.

Foram preconizadas três galerias com seção de 4,0x3,0m. A declividade das galerias será da ordem de 0,00025 m/m para um coeficiente de rugosidade “n” de Manning igual a 0,015. Cada galeria terá uma capacidade de 7,0 m³/s e a lâmina de água (mediante descarga livre do canal) será da ordem de 1,50 m e a velocidade será da ordem de 1,20 m/s.

4.4.2.13 Equipamentos para Movimentação de Cargas

Nesta casa de bombas haverá dois tipos de equipamentos para elevação e movimentação de cargas: ponte rolante e monovias.

Ponte Rolante

A ponte rolante será instalada no interior do prédio da elevatória e terá a função de permitir a elevação e movimentação dos motores, bombas e outros equipamentos pesados por ocasião da montagem, desmontagem e manutenção.

Este equipamento deverá ter capacidade para permitir a elevação e deslocamento do equipamento mais pesado da casa de bombas que, no caso, é a bomba com cerca de 15.000 kg. Deverá, ainda, ser instalada numa elevação tal que permita a movimentação dos equipamentos e as operações de carga e descarga em caminhão.

Considerando-se as dimensões da bomba, a distância mínima desde o “gancho” da talha até o piso da elevatória será da ordem de 8,40 m.



Monovias e talhas

Estes equipamentos serão instalados acima das ranhuras dos “stop-log” e das grades para permitir a movimentação dos módulos (“pranchões” e grades). As monovias e talhas deverão suportar cargas de pelo menos 3.000 kg.

Os módulos dos “stop-log” serão elevados ou baixados com auxílio de viga pescadora e talha elétrica. A movimentação lateral será realizada através de “trolley” elétrico.

4.4.3 Características Construtivas de Uma CB Típica

As características construtivas gerais da Casa de Bombas típica, com exceção das dimensões do prédio que irá abrigar a casa de bombas, serão as mesmas.

Os principais componentes considerados para a determinação das quantidades de obras e de equipamentos das casas de bombas foram as seguintes:

- bacia de amortecimento
- transição de entrada
- trecho inicial (c/fundo em material granular)
- trecho final (c/fundo em concreto)
- estrutura de gradagem grosseira
- prédio da casa de bombas e transição de descarga
- gradagem mecanizada
- transições, galerias de by-pass e poços de sucção
- salas das motobombas e de circulação
- obras de descarga e transição para as galerias
- obras das galerias de descarga
- prédio das instalações auxiliares
- prédio dos geradores
- urbanização e circulação
- equipamentos mecânicos e elétricos
- conjuntos motobombas
- equipamentos mecânicos
- equipamentos elétricos
- grupos geradores
- instalações elétricas
- redes elétricas e subestações
- outros custos (eventuais, montagens e testes, etc.)

Nos itens a seguir estes componentes são descritos com mais detalhes.

4.4.3.1 Bacia de Amortecimento

A bacia de amortecimento é, basicamente, um tanque de que recebe as vazões transportadas pelos canais coletores e onde será realizada a gradagem grosseira da água. Após passar por esta bacia a água é direcionada para a gradagem mecanizada.



Será construída entre o final do canal de condução e a casa de bombas. Ao longo de suas laterais serão implantadas pistas de acesso à casa de bombas.

Esta obra será composta de tanque retangular com largura de 27,3m e um comprimento de 60,0m, além de transição com 11,50m de comprimento. Ocupará uma área de 1.890,0 m². Ao alcançar uma lâmina de 1,50m terá armazenado cerca de 2.835 m³, volume que permitirá a uma bomba principal ($q=4,5$ m³/s) operar durante cerca de 20 minutos após o desligamento da segunda bomba auxiliar.

Esta estrutura será dividida em três partes: transição de entrada, trecho inicial e trecho final.

Transição de Entrada

Servirá de transição entre a seção final do canal coletor e a seção inicial da bacia de amortecimento. A transição para a CB-1 terá cerca de 11,50m de comprimento e largura máxima de 27,3m e suas características dimensionais estão indicadas no Desenho CB1-ARQ-01.

As paredes da transição serão em blocos pré-moldados de concreto, com altura de 2,50m e apoiados sobre estacas de madeira. O fundo da obra de transição será composto de camada de material granular (rachão).

A escavação para a obra de transição será realizada com auxílio de escoramento em perfis metálicos cravados e demandará bombeamento para drenagem.

As quantidades de serviços e de materiais necessários para esta estrutura estão indicados na planilha de Quantitativos e Orçamentos.

Trecho Inicial (com fundo em material granular)

A largura da bacia de amortecimento será de 27,3m e o comprimento deste trecho será de 45,0m. As paredes deste trecho de bacia, a exemplo da transição de entrada, serão em blocos pré-moldados de concreto e o fundo será em camada de material granular (rachão). Sua localização e características dimensionais estão indicadas no Desenho CB1-ARQ-01.

A escavação para este trecho de obra será realizada com auxílio de escoramento em perfis metálicos e demandará bombeamento para drenagem. No final deste trecho da bacia será instalada a obra e equipamentos para as grades grosseiras.

As quantidades de serviços e de materiais necessários para esta estrutura estão indicados na planilha de Quantitativos e Orçamentos.

Trecho Final (com fundo em concreto armado)

Este trecho de bacia terá de 27,3m de largura e 15,0m de comprimento. As paredes e o fundo serão em concreto armado. O fundo desta estrutura será uma laje de concreto fundida no local e apoiada sobre estacas pré-moldadas em concreto com seção quadrada (30x30cm) e L~20m. A localização e características dimensionais deste trecho de bacia estão indicadas no Desenho CB1-ARQ-01.

A escavação para este trecho de bacia será realizada com auxílio de escoramento com colunas de solo-cimento (DMS), com diâmetro médio de 0,80m. A altura da parede de colunas de escoramento será da ordem de 5,6m (4,5m+25%). A realização das escavações neste local também demandará bombeamento para drenagem.

Os quantitativos de materiais e serviços necessários para trecho da bacia estão indicados na planilha de Quantitativos e Orçamentos.



4.4.3.2 Estrutura de Gradagem Grosseira

A estrutura para gradagem grosseira será implantada na seção da bacia de amortecimento situada a 15m do final da obra. Será composta de galerias retangulares em concreto construída sob passarela onde estarão apoiadas as grades grosseiras conforme indicado nos Desenhos CB1-ARQ-01, CB1-ARQ-02 e CB1-ARQ-05. Esta estrutura ocupa uma área de 81,90 m².

A remoção dos materiais retidos pelas grades será manual, sendo removidos até a borda da bacia de amortecimento.

A laje de base da estrutura será apoiada em estacas pré-moldadas de concreto com seção quadrada (30x30cm) e L~20m. A passarela de operação da obra terá cobertura e equipada com guarda-corpo em pultrudado.

As quantidades de materiais e serviços para esta estrutura estão indicadas na planilha de Quantitativos e Orçamentos.

4.4.3.3 Prédio da Casa de Bombas

O prédio da casa de bombas compreende as obras relativas ao “by-pass” e às bombas. Estende-se desde a estrutura de gradagem mecanizada até, inclusive, a “caixa de descarga” das bombas (antes do início da transição). Sua largura máxima é de 27,3m e seu comprimento é de 29,6m. As obras relativas a estas estruturas ocupam uma área de 483 m². A base (laje) deste prédio será em concreto armado, apoiado sobre estacas pré-moldadas com comprimento médio estimado em 20m.

O terreno no entorno do prédio será aterrado até alcançar a cota das vias de circulação, cerca de 1,0 m acima da cota do terreno natural.

Neste espaço serão construídas as estruturas da gradagem mecanizada, as duas galerias dos “by-pass”, os poços de sucção das bombas e a entrada para a transição de saída. Ainda neste espaço serão construídas, num nível superior, a sala das motobombas, área de circulação e de armazenamento dos “stop-logs”.

Cada galeria (do “by-pass” ou de cada motobomba) poderá ser isolada através de conjuntos de comportas ensecadeiras (“stop-log) metálicas a fim de permitir o acesso para manutenção das grades, motobombas e válvulas tipo “flap”.

A localização e características dimensionais deste conjunto de obras e de equipamentos estão indicadas nos Desenhos CB1-ARQ-01 até CB1-ARQ-06.

a) Gradagem Mecanizada, Galerias de By-pass e Poços de Sucção

As estruturas para a gradagem mecanizada consistem de galerias retangulares de concreto, equipadas com grades inclinadas equipadas com rastelo com acionamento elétrico (comum a todas as grades)

Cada galeria de “by-pass” e cada canal para a sucção das bombas será equipado com um conjunto individual de grades. A limpeza destas grades será realizada por equipamento (rastelo) móvel, comum a todas as grades, que permitirá a limpeza de todas as “grades finas”. O acesso ao fundo dos poços de sucção e das galerias de “by-pass” será realizado através de escadas tipo marinheiro.



A base (laje) deste módulo da obra será em concreto armado, apoiado sobre estacas pré-moldadas com comprimento médio estimado em 20m. Para realizar as escavações destas obras será necessária a utilização de escoramento com colunas de solo-cimento (DMS), com diâmetro médio de 0,80m. Este escoramento se estenderá ao longo das paredes externas e da parede transversal. A realização das escavações neste local também demandará bombeamento para drenagem.

b) Salas das Motobombas e de Circulação

A sala de bombas, depósito dos “stop-logs” e áreas de circulação serão construídas em lajes e vigas de concreto armado apoiadas sobre as paredes dos poços de sucção e galerias de “by-pass”.

A superestrutura será em pilares e vigas de concreto armado que deverá suportar a cobertura e as cargas devidas à ponte rolante. O fechamento será em blocos de alvenaria e janelas. Estas estruturas ocuparão uma área de aproximadamente 203,0 m².

c) Obras de Descarga e Transição para as Galerias de Descarga

Consiste das estruturas das obras de descarga das bombas e das galerias de “by-pass” bem como as obras de encaminhamento (transições) para as galerias de saída. Estas obras abrigam as válvulas tipo “flap” e ranhuras para “stop-log” e serão parcialmente construídas sob a crista e talude externo do dique.

A área construída para estas obras será da ordem de 270 m². As lajes de fundo, paredes divisórias e lajes superiores serão em concreto. Seu conjunto forma uma estrutura única, apoiada sobre fundações em estacas pré-moldadas em concreto. Este módulo da obra será em concreto armado, e as obras estarão apoiadas sobre estacas pré-moldadas com comprimento médio estimado em 20m.

A implantação desta obra demandará escavações relativamente profundas (da ordem de 5,0m), demandando a utilização de escoramento com colunas de solo-cimento (DMS), com diâmetro médio de 0,80m e altura de 6,5m. Este escoramento será realizado ao longo das paredes longitudinais, com cerca de 15,0m de comprimento cada.

Face à provável presença de lençol freático próximo à superfície, a implantação desta obra demandará bombeamento para drenagem.

4.4.3.4 Obra das Galerias de Descarga

Esta obra consiste de um conjunto de galerias celulares de concreto, inclusive a boca de saída, destinadas a orientar e conduzir as vazões da casa de bombas até o início do canal de descarga (em terra).

Consiste de galerias de concreto estrutural assentadas sobre o fundo do canal de descarga e apoiadas em estacas pré-moldadas. As galerias ficarão parcialmente enterradas sob o talude externo do canal e estarão sob o nível do terreno natural. O fundo das galerias estará a cerca de 4,50m abaixo da superfície do terreno.

Previu-se que será necessário utilizar escoramento com colunas de solo-cimento (DMS) para realizar as escavações desta obra. Este escoramento se estenderá ao longo do corpo e da boca das galerias. Face à presença de lençol freático, estas escavações demandarão o uso de equipamentos de bombas para o esgotamento das cavas.



4.4.3.5 Prédios das Instalações Auxiliares

A sala de comando, banheiro e recepção estarão abrigadas em salas junto ao prédio da casa de bombas. Os transformadores serão instalados em prédio próprio situado em frente ao prédio dos geradores.

Estas instalações serão constituídas de prédios térreos, com piso em concreto, situado a cerca de 1,0m acima do nível do terreno. Terão superestruturas de concreto, paredes de alvenaria e telhado tipo “kalheta” ou similar. Suas fundações serão em estacas pré-moldadas em concreto.

4.4.3.6 Prédio dos Geradores

O prédio onde serão instalados os grupos geradores será térreo com fundações apoiadas sobre estacas pré-moldadas de concreto. O piso será em laje de concreto, as paredes serão em alvenaria e o telhado tipo “kalheta” ou similar. As aberturas serão metálicas com aberturas adequadas para permitir circulação de ar.

4.4.3.7 Urbanização e Circulação

Os custos de urbanização e circulação compreenderão a implantação das vias internas da casa de bombas, cercas, iluminação, drenagem, vegetação, etc.

Na atual fase de estudos não há uma definição das obras e serviços necessários para esta atividade. Face a isto, estimou-se o custo através de uma taxa de 5,0% sobre o valor obtido para as obras da casa de bombas. Sobre este valor foi adicionada uma taxa de 20% para despesas eventuais.

4.4.3.8 Equipamentos Mecânicos e Elétricos

Os tipos de equipamentos mecânicos e elétricos utilizados nas casas de bombas se enquadram nos seguintes grupos:

- conjuntos motobombas;
- equipamentos mecânicos;
- equipamentos elétricos;
- grupos geradores;
- instalações elétricas;
- redes elétricas e subestações;

Os equipamentos utilizados bem como as respectivas quantidades e custos estão indicados nas planilhas de Quantitativos e Orçamentos, parte integrante deste relatório.

4.4.3.9 Outros Custos

Referem-se aos diversos custos de difícil quantificação nesta fase de estudos, notadamente os custos eventuais, montagens, testes, etc. Foram adotadas taxas usuais para o cálculo dos valores, conforme indicado a seguir.

- Custos eventuais:
- obras civis [10%]
- conjuntos motobombas [5%]
- equipamentos elétricos [10%]



- Montagens e testes:
 - conjuntos motobombas [5%]
 - equipamentos elétricos [10%]
- Pavimentação, pisos e pinturas:
 - pavimentação e pisos [1%]
 - pinturas [9%]

Os valores obtidos para estes itens estão apresentados nas planilhas de Quantitativos e Orçamentos.

4.5 AVALIAÇÃO DOS TIPOS DE MOTORIZAÇÃO

A avaliação dos tipos de motorização usuais (elétrica e diesel) para estes sistemas de bombeamento foi realizada para uma casa de bombas (CB) típica. Para tanto escolheu-se a CB-1 a qual foi dimensionada quanto aos seus aspectos hidráulicos e mecânicos.

De posse destes dimensionamentos foram definidas as quantidades e custos dos materiais, equipamentos e serviços para cada alternativa de CB e, em sequência, determinados os custos unitários em função das áreas construídas (R\$/m²), capacidades dos equipamentos hidromecânicos (R\$/m³) e das potências (R\$/kW). Os custos unitários assim obtidos foram utilizados para a caracterização das demais casas de bombas (CB-2.1, CB-2.2 E CB-3) para efeito da escolha da alternativa de projeto mais adequada.

Nos itens a seguir são apresentadas algumas considerações sobre os tipos de acionamento possíveis para as motobombas dos diques de Eldorado do Sul, avaliadas as vantagens, desvantagens e determinados os custos de acionamento com motores elétricos e com motores diesel para a casa de bombas 1 (CB-1), característica deste empreendimento.

4.5.1 Tipos de Acionamento

De maneira geral, nos sistemas de bombeamento para drenagem urbana e proteção contra cheias são utilizados motores elétricos e o suprimento de energia é realizado através das redes elétricas, eventualmente complementado por geradores a diesel.

No presente estudo foi considerada a possibilidade utilização de motorização elétrica ou diesel para acionamento das bombas principais uma vez que, em diversas situações, o acionamento com motores diesel pode ser mais interessante sob os aspectos operacionais e financeiros. Ressalta-se que não se está falando no suprimento de energia a partir de geradores a diesel, mas, sim, motores a diesel acoplados diretamente às bombas, já que há perdas significativas de energia em relação à geração a diesel com posterior transmissão para os motores elétricos.

No caso de uso de motores elétricos para as bombas principais, preconiza-se que pelo um motor seja equipado com inversos de frequência para permitir a transição de capacidade entre as bombas auxiliares e uma bomba principal.

Indica-se que o acionamento das bombas auxiliares ($q \approx 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$) seja realizado como motores elétricos uma vez que seu uso será frequente e o suprimento de energia elétrica pode ser realizado, sem restrições, a partir das redes existentes na região. Estas bombas serão responsáveis pela remoção das pequenas vazões transportadas pelos coletores de drenagem, resultantes de chuvas, drenagem do perfil do terreno bem como águas residuais do abastecimento urbano.



Os motores das bombas auxiliares deverão ser equipados com inversores de frequência a fim de permitir o seu funcionamento para pequenas vazões. Adicionalmente, para garantir intervalos adequados entre as operações de liga-e-desliga dos motores das bombas foram previstos tanques de amortecimento das vazões de drenagem. Com estes tanques será possível que tais intervalos sejam maiores que 15 minutos para as bombas auxiliares e de 30 minutos para as bombas principais.

Considerando os aspectos envolvidos, foram avaliadas duas alternativas de motorização para as casas de bombas, ambas com bombas verticais. Uma das alternativas terá suas bombas principais acionadas com motores elétricos e a outra com motores a diesel.

As dimensões das casas de bombas são semelhantes para ambos os tipos de motorizações, sendo que o prédio com motores diesel será um pouco mais longo que aquele com motores elétricos. As dimensões das obras de entrada e de descarga bem como do “by-pass” independem do tipo de motorização.

Assim, os aspectos que tem maiores reflexos nos custos das casas de bombas com diferentes tipos de motorização são:

- os tipos de motores e equipamentos acessórios;
- as obras e equipamentos dos geradores de emergência;
- as dimensões da casa de bombas;
- as dimensões e capacidade da ponte rolante;
- obras e equipamentos relacionado à medição, transformadores e comando dos motores.

Os motores diesel demandam maior espaço para instalação principalmente devido à necessidade de ventilação, redutor angular, tanque de combustível, tubulações para descarga dos gases, etc. Este incremento de espaço se reflete nos custos da superestrutura que abriga as motobombas e ponte rolante. O comprimento do prédio fica cerca de 3,50 metros maior que aquele da alternativa com motores elétricos.

A maior quantidade de geradores de emergência na alternativa com motores elétricos para as bombas principais onera seus custos, principalmente devido aos equipamentos envolvidos e aos cabos de interligação. A alternativa com motobombas principais a diesel, demanda de geradores apenas para as motobombas menores e equipamentos auxiliares (grades, ponte rolante, etc.).

Os equipamentos elétricos (transformadores, equipamentos de medição e comando) para a alternativa com motores elétricos representarão um custo significativamente maior do que na alternativa com motores diesel.

Outro fator determinante para a escolha do tipo de motorização é o fato de que com a utilização de motores a diesel, não haverá o custo repassado pela distribuidora de energia devido à potência instalada (tarifa de demanda). O custo desta tarifa é elevado e a utilização de motores diesel para as bombas principais permitirá que o seu custo seja significativamente reduzido.

Por outro lado, o acionamento com motores diesel demanda uma série de cuidados relacionados ao transporte, armazenamento e manuseio do combustível. Dessa forma, deverão ser tomados cuidados especiais para evitar a contaminação do ambiente por derramamentos de combustíveis e lubrificantes e por gases resultantes da combustão. Deverão ser tomados cuidados especiais para minimizar a poluição sonora no entorno da CB, notadamente aquela provocada pelos motores a diesel das bombas e dos geradores de emergência.



4.5.2 Tempo de Operação das Motobombas e Geradores

Face à dificuldade de definir o número de horas de operação das bombas e dos geradores de emergência foram estabelecidos alguns critérios que nortearam esta avaliação.

Tempo de Bombeamento

O número de horas anual de bombeamento depende da distribuição das chuvas, da eficiência das saídas do dique por gravidade (“by-pass”), da quantidade e capacidade das bombas em operação e outros fatores.

Há indicadores que o número de horas que todas as bombas deverão operar pode ser da ordem de até 1000 h/ano o que equivale a 41,6 dias. Entende-se que é um número muito elevado e, para efeito de comparação de alternativas de motorização, admitiu-se que este número pode ser de 350 horas/ano, ou seja, cerca de 15 dias/ano.

Tempo de Operação dos Geradores

O acionamento dos motores dos geradores só ocorrerá nos dias que não há energia nas redes elétricas. Informações da ANEEL dão conta que no município de Eldorado do Sul ocorre falta de energia por cerca de 45 horas/ano, ou seja, 0,50% do tempo. Para efeito deste estudo, os geradores deverão ser acionados apenas durante este período.

4.5.3 Alternativa com Motorização Elétrica

Apesar dos riscos inerentes à eventual falta de energia elétrica em períodos de temporais, o acionamento elétrico de motobombas apresenta diversas vantagens em relação ao acionamento com motores diesel, destacando-se as facilidades de automação, de operação e de manutenção. Não necessitam de equipamentos complementares (reduzores angulares, correias, etc.).

O uso de motores elétricos praticamente não apresenta restrições em casas de bombas, podendo ser utilizados em todos os tipos de ambientes, desde que tomadas as precauções quanto ao grau de proteção e ventilação/refrigeração.

4.5.3.1 Orçamento da Casa de Bombas CB-1 com Motorização Elétrica

Os principais elementos de avaliação de uma casa de bombas com motores elétricos são os prédios onde estão os equipamentos de sucção, descarga e gradeamento, casas dos geradores e áreas de medição e comando. O sistema de geração de energia (geradores de emergência) constitui uma parte significativa dos custos de uma casa de bombas operada com motores elétricos uma vez que será necessário disponibilizar energia equivalente a cerca de 60% da capacidade da casa de bombas.

Outro aspecto que tem peso considerável nesta alternativa é a necessidade de implantação de redes elétricas especiais e subestações para suprimento de energia às casas de bombas. Admitiu-se que a concessionária de energia fará os investimentos necessários desde que o cliente (Prefeitura de Eldorado do Sul) pague as tarifas de demanda.

Os prédios das casas de bombas, independente do tipo de motorização adotado, serão muito onerosos pela necessidade de fundações especiais (sobre estacas de concreto) bem como pela necessidade de uso de colunas de solo-cimento (“deep soil mixing”) ou similar para permitir escavações verticais e profundas em solos com baixa capacidade de sustentação.



As paredes do prédio situadas abaixo do nível do terreno alcançam cerca de 9,0 m de altura e oneram significativamente a obra. As paredes externas serão construídas na face interna da cortina de colunas de solo-cimento a qual se constituirá numa espécie de forma.

Todos os materiais resultantes da escavação para a casa de bombas, pela sua baixa qualidade como material de construção, deverão ser rejeitados e transportados até os depósitos de bota-fora.

Considerando os aspectos apontados no item 4.4.2 (Características hidráulicas de uma CB típica) e de posse dos desenhos da casa de bombas com acionamento elétrico (Desenhos CB1-ARQ-01 até CB1-ARQ-01) determinou-se as quantidades de serviços e de materiais para a obra.

Os preços unitários utilizados foram aqueles fornecidos pelo SICRO (jan/2016) ou do SINAPI (junho/2016). Para os itens que não constam daquelas relações de preços (p/ ex. motobombas, geradores, pontes rolantes, etc.) obteve-se os preços unitários através de consulta aos fabricantes ou em projetos similares recentes.

O orçamento preliminar das obras e equipamentos da CB-1 com motorização elétrica está mostrado no Anexo 1, ao final deste capítulo e, de forma resumida no item a seguir.

4.5.3.2 Custos dos Investimentos

Os investimentos necessários para a implantação das casas de bombas equipadas com motores elétricos estão indicados no Quadro 4.6, a seguir.

Quadro 4.6: Custos de implantação de casa de bombas típica (CB-1) com motorização elétrica.

Item	Serviços e Equipamentos	CUSTO (R\$)
1	Obras Civas	7.304.700,22
1.1	Bacia de amortecimento	2.043.877,28
1.2	Estrutura de gradagem grosseira	206.264,73
1.3	Prédio da casa de bombas e transição de descarga	4.057.035,35
1.4	Prédio das instalações auxiliares	329.476,84
1.5	Prédio dos geradores	249.560,13
1.6	Urbanização e circulação	418.485,88
2	Equipamentos Mecânicos	24.711.531,09
2.1	Conjuntos motobombas	20.385.351,76
2.2	Equipamentos mecânicos	4.326.179,33
3	Equipamentos Elétricos	5.945.956,12
3.1	Grupos geradores	1.221.304,93
3.2	Instalações elétricas	3.831.953,48
3.3	Redes elétricas e subestações	892.697,71
	Total	37.962.187,43

4.5.3.3 Custos de Energia

Para efeito de comparação com a motorização a diesel, o consumo de energia foi determinando para as quatro bombas principais e para as duas bombas auxiliares da CB-1, admitindo-se que o tempo de operação será da ordem de 350 h/ano (± 15 dias/ano). As bombas auxiliares operarão por períodos maiores (cerca de 700 h/ano).

Tomando-se como referência as vazões de projeto e potências para as quatro bombas principais da CB-1, as quantidades de energia necessária para motorização elétrica estão indicadas no Quadro 4.7.

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD



Quadro 4.7: Alternativa com motorização elétrica - Custo anual de energia elétrica e de combustível (diesel) dos geradores

a) Custos de Energia Elétrica para operação das bombas

Casa de Bombas	Potência Total (kW)	Qtde de Grupos	Qtde horas operação	Qtde dias em Operação	Pot consum kW/h	Demanda anual (kW)	Custo Anual de Energia (R\$)
CB-1	470	4	350	14,6	658.000,0	22.560,0	560.691,20
	104	2	745	31,0	154.960,0	2.496,0	98.184,32
Total					812.960,0	25.056,0	658.875,52

b) Custos de Combustível para operação do Sistema (Geradores de Emergência)

Casa de Bombas	Potência Total (kW)	Qtde de Grupos	Qtde horas operação	Qtde dias em Operação	Consumo unit (litros/h)	Consumo (litros) (*)	Custo Anual de Combust. (R\$)
CB-1	705	4	45	1,9	122,2	21.996,0	67.747,68
Total						21.996,0	67.747,68

Custos de Energia	
Tarifa Consumo (R\$)	0,44 KWh
Tarifa Demanda (R\$)	12,02 KW
Custo unit. combustível (R\$)	3,08 litro

Considerando que o custo do consumo da energia elétrica é da ordem de R\$ 0,44/kWh e que o custo mensal da demanda é de R\$ 12,02/kW instalado, o custo anual de energia elétrica desta Alternativa 1 (motorização elétrica) será da ordem de R\$ 658.875,52.

Considerando que a potência total necessária para o acionamento das bombas principais e bombas auxiliares é da ordem de 2427 kVA, o custo da energia a partir dos geradores de emergência foi calculado para 60% da elevatória(2 BP + 2 BA) , resultando em 1348 kVA. Devido à diferença de tensão entre as Bombas Principais e Auxiliares, foi especificado dois grupos de geradores, uma para as 2 Bombas Principais (BP) e outro para as 2 Bombas Auxiliares. Considerando que na partida o motor necessita de 3 vezes a potencia nominal, e cada gerador suporta 60% de sobrecarga instantânea, foram especificados 3 Grupos geradores de 466kVA para a BP e 1 Grupo gerador de 347 kVA para a BA e serviços auxiliares. Totalizando 1745 kVA.

O consumo médio de energia de cada Gerador será de cerca 195 l/h. Admitindo-se um período de operação da ordem de 45 horas/ano, o consumo de combustível será de 3x(45x195)=26.325 litros/ano. Admitindo-se que o preço do diesel é da ordem de R\$ 3,08/litro (preço médio no posto em ago/2016, acrescido 10% do valor para entrega), o custo anual para fornecimento do combustível será de R\$ 67.747,68.

4.5.3.4 Custos de Operação e Manutenção

Os serviços de operação e de manutenção das casas de bombas com motorização elétrica serão realizados basicamente nos motores e nas bombas, conforme recomendações dos fabricantes. Apesar das dimensões avantajadas dos conjuntos motobombas preconizados, são serviços convencionais, conhecidos pelas companhias de saneamento/drenagem da região.

Outros serviços de manutenção imprescindíveis referem-se às válvulas tipo “flap”, às pontes rolantes e monovias, às grades e seus acessórios e aos equipamentos para movimentação dos módulos de stop-logs.

A inspeção do gradeamento da água e da remoção dos resíduos deverá ser realizada diariamente. A inspeção e a manutenção da pintura dos equipamentos metálicos deverão ser rotineiras, conforme cronograma estabelecido.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Os custos anuais de operação e manutenção das obras e equipamentos foram obtidos a partir das taxas específicas para cada grupo de serviços ou equipamentos, tendo como referência a publicação de Gerhard P. Schreiber - Usinas Hidrelétricas. As taxas adotadas e os valores obtidos estão indicados no Quadro 4.8.

Quadro 4.8: Taxas e custos anuais de O&M para as obras e equipamentos da Alternativa com motorização elétrica

Descrição dos serviços e equipamentos	Preço total (R\$)	Vida útil (anos)	Taxa de O&M (% a.a.)	Valores anuais de O&M (R\$)
Obras civis	7.304.700,22	50	0,50%	36.523,50
Redes elétricas e subestações	892.697,71	50	1,00%	8.926,98
Instalações Elétricas	3.831.953,48	25	1,00%	38.319,53
Grupos geradores	1.221.304,93	20	1,00%	12.213,05
Grupos motobombas	20.385.351,76	30	1,00%	203.853,52
Equipamentos mecânicos	4.326.179,33	30	0,75%	32.446,34
Total	37.962.187,43			332.282,92

O suprimento de combustível para os geradores deverá ser realizado através de equipamentos móveis (caminhão tanque) de pequeno ou médio porte. A inspeção da disponibilidade e da qualidade do combustível nos tanques deverá ser de acordo com cronograma previamente estabelecido permitindo a garantia de combustível dos geradores.

A equipe responsável pela operação e manutenção das casas de bombas deverá ser composta por técnicos, auxiliares e vigilantes. A mesma equipe de técnicos poderá atender todas as casas de bombas do dique de Eldorado do Sul com exceção da equipa de vigilância que deverão atuar 24 horas/dia.

Admitindo-se a existência de três casas de bombas, a equipe mínima necessária para os serviços de O&M está indicada no Quadro 4.9. Para a operação da casa de bombas típica (CB-1) considerou-se que será necessário cerca de 1/3 da equipe indicada a seguir.

Quadro 4.9: Equipe de operação e manutenção para três casas de bombas.

Função	Quant.
Técnico Mecânico/Elétrico	1
Operador das Casas de Bombas	3
Vigias	9
Motorista	1
Servente	1

Para a realização dos serviços de O&M é necessária a disponibilidade, além da equipe técnica, de veículos para o deslocamento de pessoal. O abastecimento dos motores diesel das bombas e dos geradores poderá ser feita pelos próprios fornecedores de combustível, assessorados por técnicos da equipe. Previu-se a utilização de um automóvel sedan, um utilitário para transporte de pessoal e duas motos para vigilância.

4.5.4 Alternativa com Motorização a Diesel

Embora raramente utilizada em sistemas de drenagem urbanos e de proteção contra cheias, o acionamento das bombas a partir de motores a diesel é uma alternativa altamente interessante. Destacam-se os seguintes aspectos:

- evita a tarifa de demanda de energia, que deve ser paga independente da quantidade de energia consumida;
- permite a operação do sistema, independente das condições atmosféricas e da situação das redes elétricas;



- não requer investimentos significativos em infraestrutura de suprimento de energia em locais onde não há redes elétricas com capacidade suficiente para suprir as grandes demandas das bombas.

Este tipo de acionamento apresenta algumas desvantagens, quais sejam:

- necessita de inspeção permanente dos combustíveis e lubrificantes quanto à quantidade e qualidade de forma que os equipamentos possam entrar em operação a qualquer momento;
- como há um limite físico para o armazenamento de diesel junto aos equipamentos, deve-se garantir o fornecimento de combustível durante eventuais longos eventos de precipitação intensa, caso o total de combustível armazenado seja insuficiente para a operação durante tais eventos;
- demanda uma logística eficiente para abastecimento e manutenção da qualidade do combustível, envolvendo o fornecimento, o abastecimento dos motores e a eventual remoção dos combustíveis fora dos padrões de qualidade (“vencidos”).

O acionamento com motores de combustão interna apresentam restrições de uso para ambientes pouco ventilados, em bases flutuantes, em ambientes com risco de explosões e de poluição da água e solo.

Adicionalmente, em função de suas grandes potências, os motores a diesel (para acionamento das bombas ou dos geradores) consumirão elevadas taxas de combustível, da ordem de 150 l/h ou mais, o que demandará a instalação de tanque individual de grande capacidade (200 a 300 litros). Admitindo-se que cada motor pode possuir um tanque com tal capacidade, a autonomia do motor será da ordem de 2 horas, dependendo da taxa de consumo.

Face à taxa elevada de consumo e à necessidade de acionamento periódico e frequente dos motores para manutenção, será necessário que a casa de bombas seja abastecida de combustível forma facilitada, com as quantidades e nas frequências necessárias.

Propôs-se que nas alternativas com motores principais a diesel, o acionamento das bombas auxiliares e dos equipamentos para operação e manutenção deverá ser realizado com energia da rede elétrica em baixa tensão. Na falta de energia nas redes elétricas, o suprimento emergencial será através de geradores.

4.5.4.1 Orçamento da Casa de Bombas CB-1 com Motorização Diesel

As principais mudanças dos prédios com bombas diesel em relação à casa de bombas com motores elétricos são as dimensões os espaços adicionais necessários para instalação dos motores diesel e acessórios. O comprimento do prédio das bombas deverá ser aumentado em cerca de 3,70 metros em relação ao prédio com acionamento elétrico.

De maneira geral, o prédio da casa de bombas desta alternativa será maior e demandará uma ponte rolante mais longa além de tubos de descarga mais extensos.

Por outro lado, os espaços e equipamentos necessários para os geradores de emergência serão menores. Deverão ser suficientes apenas para o atendimento de todas as demandas de energia para as duas bombas auxiliares e equipamentos de operação e manutenção.

As redes elétricas necessárias para o suprimento de energia para esta alternativa poderão ser de menor capacidade, apenas suficiente para atender os motores elétricos das bombas auxiliares e dos equipamentos de operação e manutenção da casa de bombas.



Os tipos de obras e serviços necessários para esta alternativa com motorização a diesel são os mesmos da alternativa com motorização elétrica, apenas variando as quantidades.

O tipo de obras e serviços para as fundações do prédio terão as mesmas características do prédio da CB-1 com motorização elétrica. A localização geral das paredes, suas alturas e espessuras serão aproximadamente as mesmas indicadas para a CB-1 com motorização elétrica. Igualmente, os materiais resultantes das escavações serão rejeitados e transportados até os locais de bota-fora.

Considerando os aspectos acima e aqueles apontados no item 4.4.2 (Características hidráulicas de uma CB típica) e de posse dos desenhos da casa de bombas com acionamento diesel (Desenhos CB1-ARQ-07 até CB1-ARQ-12) determinou-se as quantidades de serviços e de materiais para esta obra.

Os preços unitários utilizados para definição do orçamento desta alternativa de motorização foram os do SICRO (jan/2016) e do SINAPI (junho/2016) ou através de consulta aos fabricantes ou de projetos similares recentes.

O orçamento preliminar das obras e equipamentos da CB-1 com motorização diesel está mostrado no Anexo 2, ao final deste capítulo e, de forma resumida no item a seguir.

4.5.4.2 Custos dos Investimentos

Os investimentos necessários para a implantação da Casa de Bombas 1 (CB-1) equipada com motores diesel estão indicados no Quadro 4.9 a seguir.

Quadro 4.10: Investimentos para implantação de casa de bombas com motorização a diesel.

Item	Equipamentos e Serviços	Total (R\$)
1	Obras Civis	8.047.848,91
1.1	Bacia de amortecimento	2.043.877,28
1.2	Estrutura de gradagem grosseira	206.264,73
1.3	Prédio da casa de bombas e transição de descarga	5.023.300,76
1.4	Prédio das instalações auxiliares	247.974,67
1.5	Prédio dos geradores	65.102,64
1.6	Urbanização e circulação	461.328,83
2	Equipamentos Mecânicos	30.613.438,69
2.1	Conjuntos motobombas	25.516.323,76
2.2	Equipamentos mecânicos	5.097.114,93
3	Equipamentos Elétricos	1.949.697,79
3.1	Grupos geradores	239.851,49
3.2	Instalações elétricas	1.432.322,71
3.3	Redes elétricas e subestações	277.523,59
	Total	40.610.985,39

4.5.4.3 Custos de Energia

Para efeito de comparação desta alternativa de acionamento com motorização a diesel, o consumo de energia foi determinando para as quatro bombas principais da CB-1 com tempo

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





de operação da ordem de 350 h/ano (± 15 dias/ano). As duas bombas auxiliares serão acionadas com motores elétricos e operarão por períodos maiores (cerca de 700 h/ano).

Para esta alternativa de motorização o custo da energia consumida pelas bombas resulta da taxa de consumo de combustível estimada para os quatro motores, da ordem de $4 \times 151,8$ l/h, ou seja, 240.000 litros/ano. Considerando que o custo do combustível (diesel) é da ordem de 3,08 R\$/litro, o custo anual da energia nesta alternativa será de R\$ 738.808,00.

Adicionalmente, no Quadro 4.11 indica-se que o custo da energia a partir dos geradores de emergência, calculado para 100% da potência necessária as bombas auxiliares (2×104 kW). Somando as cargas tem-se 268 kVA. Considerando que na partida o motor necessita de 3 vezes a potência nominal, e cada gerador suporta 60% de sobrecarga instantânea, foi especificado 1 Grupo gerador de 347 kVA para a BA e serviços auxiliares.

Para suprir esta demanda será necessário instalar um gerador com cerca de 350 kVA. O consumo médio de energia de cada motor será de cerca 98 l/h. Admitindo-se um período de operação da ordem de 45 horas/ano, o consumo de combustível será de $45 \times 98 = 4410$ litros/ano. Admitindo-se que o preço do diesel é da ordem de R\$ 3,08/litro, o custo anual para fornecimento do combustível será da ordem de R\$ 13.582,80.



Quadro 4.11: Alternativa com motorização diesel e elétrica - Custo anual de energia elétrica e de combustível (diesel)

a) Custos de Energia Elétrica para operação das bombas

Casa de Bombas	Potência Total (kW)	Qtde de Grupos	Qtde horas operação	Qtde dias em Operação	Pot consum kW/h	Demanda anual (kW)	Custo Anual de Energia (R\$)
CB-1	104	2	700	29,2	145.600,0	2.496,0	94.065,92
Total					145.600,0	2.496,0	94.065,92

b) Custos de Combustível para operação do Sistema (Bombas+Geradores de Emergência)

Casa de Bombas	Potência Total (kW)	Qtde de Grupos	Qtde horas operação	Qtde dias em Operação	Consumo unit (litros/h)	Consumo (litros) (*)	Custo Anual de Combust. (R\$)
CB-1	668	4	395	16,5	151,8	239.872,7	738.808,00
	312	1	45	1,9	84,8	3.816,0	11.753,28
Total						243.688,7	750.561,28
Tarifas de Energia							
Tarifa Consumo (R\$/kWh)			0,44				
Tarifa Demanda (R\$/kW)			12,02				
Custo unit. combustível (R\$/litro)			3,08				

4.5.4.4 Custos de Operação e Manutenção

Admitiu-se que os custos de operação e manutenção representam as mesmas taxas que aqueles para as casas de bombas com motores elétricos indicados anteriormente. Os valores obtidos estão indicados no Quadro 4.12.

Quadro 4.12: Taxas e custos de O&M para as obras e equipamentos da Alternativa com motorização a diesel

Descrição dos serviços e equipamentos	Preço total (R\$)	Vida útil (anos)	Taxa de O&M (% a.a.)	Valores de O&M (R\$/ano)
Obras civis	8.047.848,91	50	0,5%	40.239,24
Redes elétricas e subestações	277.523,59	50	1,0%	2.775,24
Instalações Elétricas	1.432.322,71	25	1,0%	14.323,23
Grupos geradores	239.851,49	20	1,0%	2.398,51
Grupos motobombas (diesel+elétric.)	25.516.323,76	30	1,5%	382.744,86
Equipamentos mecânicos	5.097.114,93	30	0,75%	38.228,36
Total	40.610.985,39			480.709,44

O suprimento de combustível para os motores das bombas principais e para geradores deverá ser realizado através de equipamentos móveis (caminhão tanque), eventualmente operados por pessoal do próprio fornecedor contratado. A quantidade de combustível disponível e a qualidade do mesmo deverão ser inspecionadas periodicamente, de acordo com cronograma estabelecido pela O&M.

A equipe responsável pela operação e manutenção das casas de bombas com acionamento a diesel será composta do mesmo tipo e quantidade de profissionais indicada anteriormente para a casa de bombas com acionamento elétrico (Quadro 4.13).

4.5.5 Comparação dos Resultados e Escolha da Alternativa de Motorização

Uma vez definidos os desenhos preliminares das duas alternativas de casas de bombas (com motorização elétrica e com motorização diesel) bem como da definição dos equipamentos e das quantidades de serviços necessários para cada caso determinaram-se os custos dos investimentos de cada caso. Estes custos estão indicados no Quadro 4.13, 4,50m abaixo.

No mesmo quadro estão indicados os custos anuais de energia elétrica e de combustível (diesel) para a operação das casas de bombas.

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Quadro 4.13: Investimentos e custos de energia para casas de bombas típicas (CB-1) para alternativas com motorização elétrica versus motorização diesel

Item	Equipamentos e Serviços	Custos (r\$)	
		motor elétrico	motor diesel
1	Investimentos	37.962.187,43	40.610.985,39
1.1	Obras Civas	7.304.700,22	8.047.848,91
1.2	Motobombas e equipamentos mecânicos	24.711.531,09	30.613.438,69
1.3	Equipamentos elétricos, subestações e geradores	5.945.956,12	1.949.697,79
2	Custos Anuais c/ Energia Elétrica e Diesel	726.623,20	938.693,12
2.1	Consumo energia elétrica	357.702,40	64.064,00
2.2	Demanda energia elétrica	301.173,12	30.001,92
2.3	Combustível (diesel)	67.747,68	844.627,20

Constata-se no quadro anterior que os investimentos necessários para a construção da CB-1 com motorização elétrica são \cong 6,5% menores que a CB-1 com motores diesel e que os custos anuais com energia (elétrica + diesel) são \cong 22,6% menores na alternativa com motorização elétrica.

De posse dos valores indicados nos quadros anteriores (além de outras informações complementares) determinou-se, para cada alternativa de motorização, os seguintes parâmetros:

- investimentos durante o período de implantação (três anos);
- custos administrativos para operação e manutenção;
- custos de manutenção das obras civis;
- custos de manutenção dos equipamentos mecânicos e elétricos;
- custos de reposição de equipamentos elétricos e mecânicos;
- custos com energia elétrica e com combustíveis.

Quadro 4.14: Custos administrativos para O&M para a CB-1

Função	Quant H/mês	Mensal	Total	Salários/ano	Encargos	Total (R\$)
		(R\$)	R\$	(R\$)	R\$	
Técnico Mecân/Elétr.	0,33	3578,69	1.192,90	14.314,76	11.229,93	25.544,69
Operador Casa Bombas.	1,00	3578,69	3.578,69	42.944,28	33.689,79	76.634,07
Vigia	3,00	2212,12	6.636,36	79.636,32	62.474,69	142.111,01
Motorista	0,33	2697,24	899,08	10.788,96	8.463,94	19.252,90
Servente	0,33	1817,63	605,88	7.270,52	5.703,72	12.974,24
Totais		13.884,37	12.912,90	154.954,84	121.562,86	276.516,91

Quadro 4.15: Despesas anuais com veículos e combustível para a equipe de O&M para a CB-1

Veículo/ Tipo	Função	Quantidade	Depreciação	Combustível	Total
Automóvel Sedan	Gerência	1	5.406,27	42.240,00	47.646,27
Utilitário	Transp. da Equipe	1	15.770,47	42.240,00	58.010,47
Motos	Vigilância / Operação	2	4.290,00	35.040,00	39.330,00
Total			25.466,74	119.520,00	144.986,74

Para auxiliar na escolha da alternativa de motorização mais adequada foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL) para um período de 50 anos (3 anos de obras mais 47 anos de operação), considerando a distribuição dos investimentos ao longo de três anos e das despesas (manutenção das obras e dos equipamentos, reposições, custos com energia) ao longo de 47 anos. Para tal, foram utilizadas taxas anuais de 12%, 10% e de 6%, sendo escolhida a taxa de 12% a.a. como referência para comparação.

O menor valor de VPL de cada alternativa de motorização indica o menor custo para determinada taxa de custo financeiro e, portanto, mais indicada para a continuidade dos estudos.



Quadro 4.16: Investimentos e custos anuais para a Casa de Bombas 1 (CB-1) com motorização elétrica

Período (Anos)	Investimentos e Despesas (R\$ 1000)											
	Invest. (Obras + Consult.)	O&M (Adm)	Manut Obras Cívicas	Manut Equip Elet-Mec	Repos - 20 anos	Repos - 25 anos	Repos - 30 anos	Energia Elétrica	Combustível	Energia (elétric+ combust.)	Subtotal O&M+EE+ Comb+Rep.	Total
CONSTRUÇÃO 1	12.654,06											12.654,06
CONSTRUÇÃO 2	12.654,06											12.654,06
CONSTRUÇÃO 3	12.654,06											12.654,06
OPERAÇÃO 1		421,50	12,17	98,59				658,88	67,75	726,62	1.258,89	1.258,89
OPERAÇÃO 2		421,50	24,35	197,17				658,88	67,75	726,62	1.369,65	1.369,65
OPERAÇÃO 3		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 4		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 5		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 6		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 7		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 8		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 9		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 10		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 11		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 12		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 13		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 14		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 15		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 16		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 17		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 18		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 19		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 20		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 21		421,50	36,52	295,76	407,10			658,88	67,75	726,62	1.887,51	1.887,51
OPERAÇÃO 22		421,50	36,52	295,76	407,10			658,88	67,75	726,62	1.887,51	1.887,51
OPERAÇÃO 23		421,50	36,52	295,76	407,10			658,88	67,75	726,62	1.887,51	1.887,51
OPERAÇÃO 24		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 25		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 26		421,50	36,52	295,76		1.277,32		658,88	67,75	726,62	2.757,73	2.757,73
OPERAÇÃO 27		421,50	36,52	295,76		1.277,32		658,88	67,75	726,62	2.757,73	2.757,73
OPERAÇÃO 28		421,50	36,52	295,76		1.277,32		658,88	67,75	726,62	2.757,73	2.757,73
OPERAÇÃO 29		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 30		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 31		421,50	36,52	295,76			8.237,18	658,88	67,75	726,62	9.717,59	9.717,59
OPERAÇÃO 32		421,50	36,52	295,76			8.237,18	658,88	67,75	726,62	9.717,59	9.717,59
OPERAÇÃO 33		421,50	36,52	295,76			8.237,18	658,88	67,75	726,62	9.717,59	9.717,59
OPERAÇÃO 34		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 35		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 36		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 37		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 38		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 39		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 40		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 41		421,50	36,52	295,76	407,10			658,88	67,75	726,62	1.887,51	1.887,51
OPERAÇÃO 42		421,50	36,52	295,76	407,10			658,88	67,75	726,62	1.887,51	1.887,51
OPERAÇÃO 43		421,50	36,52	295,76	407,10			658,88	67,75	726,62	1.887,51	1.887,51
OPERAÇÃO 44		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 45		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 46		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
OPERAÇÃO 47		421,50	36,52	295,76				658,88	67,75	726,62	1.480,41	1.480,41
VPL 12%	30.392,92									6.025,76		39.605,77
VPL 10%	31.468,78									7.183,85		43.477,27
VPL 6%	33.824,46									11.327,35		57.203,48

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Quadro 4.17: Investimentos e custos anuais para a Casa de Bombas 1 (CB-1) com motorização a diesel

Período (Anos)	Investimentos e Despesas (R\$ 1000)											
	Invest. (Obras + Consult.)	O&M (Adm)	Manut Obras Civis	Manut Equip Elet-Mec	Repos - 20 anos	Repos - 25 anos	Repos - 30 anos	Energia Elétrica	Combustível	Energia (elétric+ combust.)	Subtotal O&M+EE+ Comb+ Rep.	Total
CONSTRUÇÃO 1	13.537,00											13.537,00
CONSTRUÇÃO 2	13.537,00											13.537,00
CONSTRUÇÃO 3	13.537,00											13.537,00
OPERAÇÃO 1		479,51	13,41	145,90				94,07	750,56	844,63	1.483,45	1.483,45
OPERAÇÃO 2		479,51	26,83	291,80				94,07	750,56	844,63	1.642,76	1.642,76
OPERAÇÃO 3		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 4		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 5		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 6		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 7		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 8		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 9		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 10		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 11		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 12		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 13		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 14		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 15		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 16		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 17		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 18		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 19		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 20		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 21		479,51	40,24	437,69	79,95			94,07	750,56	844,63	1.882,03	1.882,03
OPERAÇÃO 22		479,51	40,24	437,69	79,95			94,07	750,56	844,63	1.882,03	1.882,03
OPERAÇÃO 23		479,51	40,24	437,69	79,95			94,07	750,56	844,63	1.882,03	1.882,03
OPERAÇÃO 24		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 25		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 26		479,51	40,24	437,69		477,44		94,07	750,56	844,63	2.279,52	2.279,52
OPERAÇÃO 27		479,51	40,24	437,69		477,44		94,07	750,56	844,63	2.279,52	2.279,52
OPERAÇÃO 28		479,51	40,24	437,69		477,44		94,07	750,56	844,63	2.279,52	2.279,52
OPERAÇÃO 29		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 30		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 31		479,51	40,24	437,69			10.204,48	94,07	750,56	844,63	12.006,56	12.006,56
OPERAÇÃO 32		479,51	40,24	437,69			10.204,48	94,07	750,56	844,63	12.006,56	12.006,56
OPERAÇÃO 33		479,51	40,24	437,69			10.204,48	94,07	750,56	844,63	12.006,56	12.006,56
OPERAÇÃO 34		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 35		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 36		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 37		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 38		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 39		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 40		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 41		479,51	40,24	437,69	79,95			94,07	750,56	844,63	1.882,03	1.882,03
OPERAÇÃO 42		479,51	40,24	437,69	79,95			94,07	750,56	844,63	1.882,03	1.882,03
OPERAÇÃO 43		479,51	40,24	437,69	79,95			94,07	750,56	844,63	1.882,03	1.882,03
OPERAÇÃO 44		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 45		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 46		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
OPERAÇÃO 47		479,51	40,24	437,69				94,07	750,56	844,63	1.802,08	1.802,08
VPL 12%	32.513,58									7.004,34		43.503,68
VPL 10%	33.664,50									8.350,51		47.934,20
VPL 6%	36.184,55									13.166,92		63.710,75

Conforme mostrado no Quadro 4.16 e no Quadro 4.17, para uma taxa de 12% a.a. o VPL dos investimentos e despesas anuais para a alternativa com motorização elétrica é da ordem de R\$ 39,61 milhões enquanto que a o VLP da alternativa com motorização diesel é de R\$ 43,50 milhões.

Fica assim evidenciada a vantagem da alternativa com motorização elétrica sobre a motorização diesel, tanto em termos de investimento como no que se refere à operação e manutenção. Por esta razão, a determinação dos orçamentos das casas de bombas dos diques de Eldorado do Sul foi realizada a partir deste tipo de motorização.

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





4.6 ORÇAMENTOS DAS CASAS DE BOMBAS

Para a determinação das quantidades de obras civis e de equipamentos das diversas casas de bombas do projeto optou-se por detalhar e quantificar a Casa de Bombas 1 (CB-1) por apresentar dimensões e capacidade de bombeamento intermediária dentre as casas de bombas do projeto.

Conforme demonstrado anteriormente (item 3.5) a motorização das casas de bombas será elétrica complementada com geradores a diesel para cerca de 60% da capacidade de bombeamento. Os prédios terão dimensões suficientes para abrigar os equipamentos mecânicos e elétricos, conforme indicado nos Desenhos CB1-ARQ-01 até CB1-ARQ-06 e Desenhos CB1-ARQ-13 até CB1-ARQ-15.

A partir das características da CB-1 foram determinados os quantitativos de obras e de equipamentos. Os quantitativos e custos e todas as casas de bombas obras estão apresentados no Relatório de Viabilidade deste estudo, onde estão contemplados, além dos custos diretos das obras, custos referentes à instalação da obra e serviços preliminares, estudos ambientais, recuperação de áreas degradadas e consultoria.

Para os custos apresentados, aplicou-se o BDI indicado no Quadro 3.10 e no Quadro 3.11 (item 3.3 deste documento).

4.6.1 Obras Civis

A partir dos desenhos da casa de bombas CB-1 foram determinadas as áreas construídas bem como os quantitativos de obras civis. Os orçamentos detalhados são aqueles indicados no Orçamento Geral mostrado no Relatório de Viabilidade. De posse destes orçamentos e das áreas construídas para as principais partes daquela obra, determinou-se o custo unitário (R\$/m²).

Para as demais casas de bombas (CB-2.1, CB-2.2 e CB-3) aumentou-se ou diminuiu-se a largura das obras de forma a acomodar um maior ou menor número de conjuntos motobombas, conforme cada alternativa de projeto. O comprimento global das casas de bombas será igual para todas as alternativas.

A partir destes critérios foram obtidas as áreas construídas para as casas de bombas do projeto conforme indicado no Quadro 4.18, a seguir.

Quadro 4.18: Áreas construídas para os principais componentes das casas de bombas

Itens	Tipos de Obras	Área Construída (m ²)			
		CB-1	CB-2.1	CB-2.2	CB-3
1	Bacia de Amortecimento	1.890,00	1.619,20	2.702,40	2.160,80
2	Estrutura de Gradagem Grosseira	81,90	70,74	115,40	93,07
3	Casa de Bombas e Transição de Descarga				
3.1	Obras abaixo do piso da CB (inclusive laje de fundo)	482,67	422,07	664,47	543,27
3.2	Obras acima do piso da CB	203,04	176,34	283,14	229,74
3.3	Obras de descarga e transição para as galerias	270,00	233,20	380,40	306,80
3.4	Obras das galerias de descarga	130,00	115,10	174,70	144,90
4	Prédios de Comando e Transformadores	133,00	133,00	133,00	133,00
5	Prédio dos Geradores	100,74	100,74	125,84	100,74

Uma vez determinado o custo unitário (R\$/m²) para a CB-1 e definida a área construída das demais obras, foram calculados os custos das obras civis destas casas de bombas. Estes custos, bem como os custos dos equipamentos de cada casa de bombas, estão apresentados nos quadros-síntese dos orçamentos.



4.6.2 Quadros-Síntese dos Orçamentos das Casas de Bombas

Os quadros a seguir apresentam as sínteses dos orçamentos das casas de bombas CB-1, CB-2.1, CB-2.2 e CB-3.

Quadro 4.19: Quantidades e custos para implantação da Casa de Bombas 1 (CB-1)

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
CASA DE BOMBAS CB-1				37.962.187,43
Bacia de Amortecimento				2.043.877,28
Bacia de amortecimento - Transição de entrada				276.693,46
Bacia de amortecimento - Trecho c/fundo em terra				962.176,83
Bacia de amortecimento - Trecho c/fundo em concreto				805.006,98
Estrutura de Gradagem Grosseira				206.264,73
Prédio da Casa de Bombas e Transição de Descarga				4.057.035,35
Obras Enterradas				1.880.749,27
Obras aéreas				941.028,66
Obras de descarga e transição para as galerias				966.006,20
Obras das galerias de descarga				269.251,22
Prédio das Instalações Auxiliares				329.476,84
Prédio dos Geradores				249.560,13
Urbanização e Circulação				418.485,88
Fornecimento e Montagem De Equipamentos Mecânicos E Elétricos				30.657.487,21
Conj. motor-bomba Q=4,5 m³/s AMT=6,0 m.c.a. POT. = 600 CV	pç	4,00	4.054.750,00	16.219.000,00
Conj. motor-bomba Q=1,0 m³/s AMT=6,0 m.c.a. POT. = 150 CV	pç	2,00	1.095.941,00	2.191.882,00
Eventuais dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	920.544,10	920.544,10
Montagem dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.053.925,66	1.053.925,66
Módulos de stop-log em Aço ASTM A-36 (BxH) 3460x1000mm	pç	7,00	33.914,76	237.403,32
Módulos de stop-log em Aço ASTM A-36 (BxH) 1860x1000mm	pç	7,00	18.231,64	127.621,48
Viga pescadora para carga de até 3,5 TON em vão de 3,5 m	pç	1,00	27.650,07	27.650,07
Viga pescadora para carga de até 2,0 TON em vão de 1,90 m	pç	1,00	14.863,91	14.863,91
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 100mm, com barras chatas 10x60mm, L=3500mm	m²	89,60	7.185,68	643.836,93
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 40mm, com barras chatas 10x60mm, l=4500mm	m²	102,40	7.185,68	735.813,63
Equipamento limpa-grades, com rastelo, com movimento sobre trilhos	pç	1,00	202.228,58	202.228,58
Ponte rolante motorizada c/ talha elétrica, capac. de 15 ton, L=6,00m	pç	1,00	245.798,95	245.798,95
Talha elétrica capac 3,0 ton, com monovia em perfil "I" W460 x 89 ASTM A572 grau 50 L = 30,00 m, e cabo para alcance de até 12 m	pç	3,00	99.051,75	297.155,25
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 800mm	pç	2,00	31.504,99	63.009,98
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 1200mm	pç	4,00	66.269,12	265.076,48
Válvula automática retangular tipo "flap" em aço carbono, #1200x1200mm	pç	4,00	84.376,46	337.505,84
Junta tipo Dresser DN 800mm	pç	2,00	24.486,16	48.972,32
Junta tipo Dresser DN 1200mm	pç	4,00	36.729,25	146.917,00
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 800mm, L=1,00m	pç	2,00	19.045,68	38.091,36
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 1200mm, L=1,00m	pç	4,00	28.568,53	114.274,12
Eventuais equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	354.621,94	354.621,94
Montagem dos equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	425.338,17	425.338,17
Grupos geradores	pç	1,00	1.001.117,78	1.001.117,78
Instalações elétricas	pç	1,00	3.141.096,60	3.141.096,60
Redes elétricas e subestações	pç	1,00	731.754,64	731.754,64
Eventuais equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	487.396,90	487.396,90
Montagem dos equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	584.590,20	584.590,20

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Quadro 4.20: Quantidades e custos para implantação da Casa de Bombas 2.1 (CB-2.1)

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
CASA DE BOMBAS CB-2.1				30.807.277,20
Bacia de Amortecimento	m ²	1.619,20	1.081,42	1.751.029,68
Estrutura de Gradagem Grosseira	m ²	70,74	2.518,49	178.145,74
Prédio da Casa de Bombas e Transição de Descarga	m ²			
Obras enterradas	m ²	422,07	3.896,55	1.644.618,15
Obras aéreas	m ²	176,34	4.634,70	817.282,28
Obras de descarga e transição para as galerias	m ²	233,20	3.577,80	834.343,14
Obras das galerias de descarga	m ²	115,10	2.071,16	238.390,89
Prédio das Instalações Auxiliares	m ²	133,00	2.477,27	329.476,84
Prédio dos Geradores	m ²	100,74	2.477,27	249.560,13
Urbanização e Circulação		5%		302.142,34
Fornecimento e montagem de Equipamentos Mecânicos e Elétricos				24.462.288,02
Conj. motor-bomba q=4,5 m ³ /s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 600 cv	pç	3,00	4.054.750,00	12.164.250,00
Conj. motor-bomba q=1,0 m ³ /s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 150 cv	pç	2,00	1.095.941,00	2.191.882,00
Eventuais dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	717.806,60	717.806,60
Montagem dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	821.812,66	821.812,66
Módulos de stop-log em aço ASTM a-36 (BXH) 3460x1000mm	pç	7,00	33.914,76	237.403,32
módulos de stop-log em aço ASTM a-36 (BXH) 1860x1000mm	pç	7,00	18.231,64	127.621,48
Viga pescadora para carga de até 3,5 ton em vão de 3,5 m	pç	1,00	27.650,07	27.650,07
Viga pescadora para carga de até 2,0 ton em vão de 1,90 m	pç	1,00	14.863,91	14.863,91
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 100mm, com barras chatas 10x60mm, L=3500mm	m ²	77,00	7.185,68	553.297,36
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 40mm, com barras chatas 10x60mm, L=4500mm	m ²	88,00	7.185,68	632.339,84
Equipamento limpa-grades, com rastelo, com movimento sobre trilhos	pç	1,00	202.228,58	202.228,58
Ponte rolante motorizada c/ talha elétrica, capac. de 15 ton, l=6,00m	pç	1,00	245.798,95	245.798,95
Talha elétrica capac 3,0 ton, com monovia em perfil "I" W460 x 89 ASTM A572 grau 50 l = 30,00 m, e cabo para alcance de até 12 m	pç	3,00	99.051,75	297.155,25
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 800mm	pç	2,00	31.504,99	63.009,98
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 1200mm	pç	3,00	66.269,12	198.807,36
Válvula automática retangular tipo "flap" em aço carbono, #1200x1200mm	pç	4,00	84.376,46	337.505,84
Junta tipo Dresser DN 800mm	pç	2,00	24.486,16	48.972,32
Junta tipo Dresser DN 1200mm	pç	3,00	36.729,25	110.187,75
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 800mm, L=1,00m	pç	2,00	19.045,68	38.091,36
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 1200mm, L=1,00m	pç	3,00	28.568,53	85.705,59
Eventuais equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	322.063,91	322.063,91
Montagem dos equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	386.287,65	386.287,65
Grupos geradores	pç	1,00	799.990,59	799.990,59
Instalações elétricas	pç	1,00	2.434.349,87	2.434.349,87
Redes elétricas e subestações	pç	1,00	567.109,85	567.109,85
Eventuais equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	380.145,03	380.145,03
Montagem dos equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	455.950,90	455.950,90

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Quadro 4.21: Quantidades e custos para implantação da Casa de Bombas 2.2 (CB-2.2)

Descrição do Serviço	unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
CASA DE BOMBAS CB-2.2				59.476.717,77
Bacia de Amortecimento	m ²	2.702,40	1.081,42	2.922.420,09
Estrutura de Gradagem Grosseira	m ²	115,40	2.518,49	290.621,72
Prédio da Casa de Bombas e Transição de Descarga	m ²			5.624.238,05
Obras enterradas	m ²	664,47	3.896,55	2.589.142,62
Obras aéreas	m ²	283,14	4.634,70	1.312.267,80
Obras de descarga e transição para as galerias	m ²	380,40	3.577,80	1.360.995,41
Obras das galerias de descarga	m ²	174,70	2.071,16	361.832,22
Prédio das Instalações Auxiliares	m ²	133,00	2.477,27	329.476,84
Prédio dos Geradores	m ²	125,84	2.477,27	311.739,59
Urbanização e Circulação		5%		755.136,72
Fornecimento e Montagem de Equipamentos Mecânicos e Elétricos				49.243.084,77
Conj. motor-bomba Q=4,5 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 600 cv	pç	7,00	4.054.750,00	28.383.250,00
Conj. motor-bomba Q=1,0 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 150 cv	pç	2,00	1.095.941,00	2.191.882,00
Eventuais dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.528.756,60	1.528.756,60
Montagem dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.750.264,66	1.750.264,66
Módulos de stop-log em aço ASTM a-36 (BXH) 3460x1000mm	pç	7,00	33.914,76	237.403,32
Módulos de stop-log em aço ASTM a-36 (BXH) 1860x1000mm	pç	7,00	18.231,64	127.621,48
Viga pescadora para carga de até 3,5 ton em vão de 3,5 m	pç	1,00	27.650,07	27.650,07
Viga pescadora para carga de até 2,0 ton em vão de 1,90 m	pç	1,00	14.863,91	14.863,91
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 100mm, com barras chatas 10x60mm, l=3500mm	m ²	127,40	7.185,68	915.455,63
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 40mm, com barras chatas 10x60mm, L=4500mm	m ²	145,60	7.185,68	1.046.235,01
Equipamento limpa-grades, com rastelo, com movimento sobre trilhos	pç	1,00	202.228,58	202.228,58
Ponte rolante motorizada c/ talha elétrica, capac. de 15 ton, l=6,00m	pç	1,00	245.798,95	245.798,95
Talha elétrica capac 3,0 ton, com monovia em perfil "I" W460 x 89 ASTM A572 grau 50 l = 30,00 m, e cabo para alcance de até 12 m	pç	3,00	99.051,75	297.155,25
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 800mm	pç	2,00	31.504,99	63.009,98
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 1200mm	pç	7,00	66.269,12	463.883,84
Válvula automática retangular tipo "flap" em aço carbono, #1200x1200mm	pç	4,00	84.376,46	337.505,84
Junta tipo Dresser DN 800mm	pç	2,00	24.486,16	48.972,32
Junta tipo Dresser DN 1200mm	pç	7,00	36.729,25	257.104,75
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 800mm, l=1,00m	pç	2,00	19.045,68	38.091,36
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 1200mm, l=1,00m	pç	7,00	28.568,53	199.979,71
Eventuais equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	452.296,02	452.296,02
Montagem dos equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	542.489,74	542.489,74
Grupos geradores	pç	1,00	1.604.499,33	1.604.499,33
Instalações elétricas	pç	1,00	5.261.336,81	5.261.336,81
Redes elétricas e subestações	pç	1,00	1.225.689,02	1.225.689,02
Eventuais equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	809.152,52	809.152,52
Montagem dos equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	970.508,07	970.508,07

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Quadro 4.22: Quantidades e custos para implantação da Casa de Bombas 3 (CB-3)

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
CASA DE BOMBAS CB-3				45.197.719,13
Bacia de Amortecimento	m²	2.160,80	1.081,42	2.336.724,88
Estrutura de Gradagem Grosseira	m²	93,07	2.518,49	234.383,73
Prédio da Casa de Bombas e Transição de Descarga				4.579.436,25
Obras enterradas	m²	543,27	3.896,55	2.116.880,39
Obras aéreas	m²	229,74	4.634,70	1.064.775,04
Obras de descarga e transição para as galerias	m²	306,80	3.577,80	1.097.669,27
Obras das galerias de descarga	m²	144,90	2.071,16	300.111,56
Prédio das Instalações Auxiliares				329.476,84
Prédio dos Geradores				249.560,13
Urbanização e Circulação		5%		615.450,90
Fornecimento e Montagem de Equipamentos Mecânicos e Elétricos				36.852.686,40
Conj. motor-bomba Q=4,5 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 600 CV	pç	5,00	4.054.750,00	20.273.750,00
Conj. motor-bomba Q=1,0 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 150 CV	pç	2,00	1.095.941,00	2.191.882,00
Eventuais dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.123.281,60	1.123.281,60
Montagem dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.286.038,66	1.286.038,66
Módulos de stop-log em aço ASTM a-36 (BXH) 3460x1000mm	pç	7,00	33.914,76	237.403,32
Módulos de stop-log em aço ASTM a-36 (BXH) 1860x1000mm	pç	7,00	18.231,64	127.621,48
Viga pescadora para carga de até 3,5 ton em vão de 3,5 m	pç	1,00	27.650,07	27.650,07
Viga pescadora para carga de até 2,0 ton em vão de 1,90 m	pç	1,00	14.863,91	14.863,91
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 100mm, com barras chatas 10x60mm, L=3500mm	m²	102,20	7.185,68	734.376,50
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 40mm, com barras chatas 10x60mm, L=4500mm	m²	116,80	7.185,68	839.287,42
Equipamento limpa-grades, com rastelo, com movimento sobre trilhos	pç	1,00	202.228,58	202.228,58
Ponte rolante motorizada c/ talha elétrica, capac. de 15 ton, l=6,00m	pç	1,00	245.798,95	245.798,95
Talha elétrica capac 3,0 ton, com monovia em perfil "I" W460 x 89 ASTM a572 grau 50 l = 30,00 m, e cabo para alcance de até 12 m	pç	3,00	99.051,75	297.155,25
válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, dn 800mm	pç	2,00	31.504,99	63.009,98
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, dn 1200mm	pç	5,00	66.269,12	331.345,60
Válvula automática retangular tipo "flap" em aço carbono, #1200x1200mm	pç	4,00	84.376,46	337.505,84
Junta tipo Dresser DN 800mm	pç	2,00	24.486,16	48.972,32
Junta tipo Dresser DN 1200mm	pç	5,00	36.729,25	183.646,25
Tubo de aço carbono c/ flanges, dn 800mm, l=1,00m	pç	2,00	19.045,68	38.091,36
Tubo de aço carbono c/ flanges, dn 1200mm, l=1,00m	pç	5,00	28.568,53	142.842,65
Eventuais equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	387.179,97	387.179,97
Montagem dos equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	464.388,70	464.388,70
Grupos geradores	pç	1,00	1.202.244,96	1.202.244,96
Instalações elétricas	pç	1,00	3.847.843,34	3.847.843,34
Redes elétricas e subestações	pç	1,00	896.399,43	896.399,43
Eventuais equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	594.648,77	594.648,77
Montagem dos equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	713.229,49	713.229,49

Quadro 4.23: Síntese dos custos das casas de bombas para as alternativas de projeto

Alternativa	Custos das Casas de Bombas (R\$)				
	CB-1	CB-2.1	CB-2.2	CB-3	Total
1	37.962.187,43	30.807.277,20			68.769.464,63
2	37.962.187,43		59.476.717,77		97.438.905,20
3	37.962.187,43		59.476.717,77	45.197.719,13	142.636.624,33

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





5 ANEXOS

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





5 ANEXOS

Neste item são apresentados os quantitativos e custos das alternativas de motorização ELÉTRICA e DIESEL para a casa de bombas CB-1. Os resultados destes orçamentos foram utilizados para a escolha do tipo de motorização a ser adotado.

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Anexo 1: Orçamento CB-1 - Alternativa com Motorização Elétrica

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [r\$]
CASA DE BOMBAS CB-1				37.962.187,43
BACIA DE AMORTECIMENTO				2.043.877,28
Bacia de amortecimento - transição de entrada				276.693,46
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	103,50	70,51	7.297,79
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	378,00	29,79	11.260,62
Escoramento c/ estaca prancha, fornecimento e execução (h~6,75m)	m²	159,60	62,20	9.927,12
Pista de serviço em areia ou similar	m³	86,25	70,51	6.081,49
Escavação de mat 1ª cat	m³	1.120,39	15,46	17.321,19
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	480,00	8,02	3.849,60
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	266,00	18,94	5.038,04
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto D=0,25m, L=9,0m	m	1.436,40	17,04	24.476,26
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m³	95,55	32,59	3.113,97
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m³	119,44	65,33	7.802,85
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	2.016,09	1,04	2.096,74
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	9.163,70	1,04	9.530,25
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m³xkm	1.055,83	1,04	1.098,06
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	3.641,26	1,04	3.786,91
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	57,00	2.436,22	138.864,54
Eventuais [10%]	vb	1,00	25.148,04	25.148,04
Bacia de Amortecimento - Trecho c/Fundo em Terra				962.176,83
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	405,00	70,51	28.556,55
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	1.228,50	29,79	36.597,02
Escoramento c/ estaca prancha, fornecimento e execução (h~6,75m)	m²	540,00	62,20	33.588,00
Pista de serviço em areia ou similar	m³	337,50	70,51	23.797,13
Escavação de mat 1ª cat	m³	6.743,25	15,46	104.250,65
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	960,00	8,02	7.699,20
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	900,00	18,94	17.046,00
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto d=0,25m, L=9,0m	m	4.860,00	17,04	82.814,40
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m³	307,13	32,59	10.009,20
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m³	383,91	65,33	25.080,60
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	7.889,06	1,04	8.204,63
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	31.005,00	1,04	32.245,20
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m³xkm	3.393,73	1,04	3.529,48
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	21.915,56	1,04	22.792,19
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	180,00	2.436,22	438.519,60
Eventuais [10%]	vb	1,00	87.447,01	87.447,01
Bacia de Amortecimento - Trecho c/Fundo em Concreto				805.006,98
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	135,00	70,51	9.518,85
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	409,50	29,79	12.199,01
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), D=0,80m	m³	127,23	145,06	18.455,98
Cimento Portland composto cp ii-32	kg	38.169,00	0,65	24.809,85
Pista de serviço em areia ou similar	m³	317,25	70,51	22.369,30
Escavação de mat 1ª cat	m³	2.247,75	15,46	34.750,22
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	480,00	8,02	3.849,60

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [r\$]
Concreto FCK=25mpa, virado em betoneira, sem lançamento	m³	254,25	470,87	119.718,70
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	254,25	29,26	7.439,36
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	3.813,75	13,90	53.011,13
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	21.611,25	9,75	210.709,69
Formas de madeira	m²	270,00	73,96	19.969,20
Guarda-corpo em pultrudado, h=1,10m	m	30,00	590,84	17.725,20
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	2.047,50	80,20	164.209,50
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	4.805,16	1,04	4.997,36
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	7.305,19	1,04	7.597,40
Eventuais [10%]	vb	1,00	73.676,66	73.676,66
Estrutura de Gradagem Grosseira				206.264,73
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	71,12	399,33	28.400,35
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	71,12	29,26	2.080,97
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	1.066,80	13,90	14.828,52
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	6.045,20	9,75	58.940,70
Formas de madeira	m²	301,70	73,96	22.313,73
Cimbramento	m³	163,80	60,42	9.896,80
Guarda-corpo em pultrudado, h=1,10m	m	58,60	590,84	34.623,22
Pintura [9%]	vb	1,00	15.910,75	15.910,75
Eventuais [10%]	vb	1,00	19.269,69	19.269,69
PRÉDIO DA CASA DE BOMBAS E TRANSIÇÃO DE DESCARGA				4.057.035,35
Obras Enterradas				1.880.749,27
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	202,41	70,51	14.271,93
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	482,67	29,79	14.378,74
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	2.816,85	15,46	43.548,50
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), d=0,80m	m³	438,11	145,06	63.552,50
Cimento Portland composto Cp II-32	kg	131.433,55	0,65	85.431,81
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	1.920,00	8,02	15.398,40
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	651,71	399,33	260.247,35
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	651,71	29,26	19.069,03
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	9.775,65	13,90	135.881,54
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	55.395,35	9,75	540.104,66
Formas de madeira	m²	3.283,02	73,96	242.812,16
Lastro concreto magro	m³	48,27	445,00	21.478,82
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	2.413,35	80,20	193.550,67
Escada tipo marinho, em pultrudado, com proteção	m	91,10	500,88	45.630,17
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	2.150,61	1,04	2.236,63
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	9.154,76	1,04	9.520,95
Eventuais [10%]	vb	1,00	173.635,41	173.635,41
Obras Aéreas				941.028,66
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	193,82	399,33	77.398,14
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	193,82	29,26	5.671,17
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	2.907,30	13,90	40.411,47
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	16.474,70	9,75	160.628,33
Formas de madeira para pilares	m²	373,00	73,96	27.587,08
Formas de madeira para vigas e lages	m²	831,67	53,91	44.835,33
Lastro concreto magro	m³	60,91	445,00	27.105,84
Cimbramento	m³	3.750,15	60,42	226.584,18
Porta de ferro, de abrir, tipo chapa lisa	m²	24,38	433,29	10.561,44
Janela basculante de alumínio	m²	161,20	551,74	88.940,49

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [r\$]
Guarda-corpo em pultrudado, h=1,10m	m	40,00	590,84	23.633,60
Kalhetas	m²	578,79	71,19	41.204,17
Cumeeira	m	27,70	32,51	900,53
Pavimentação e pisos [1%]	vb	1,00	7.884,14	7.884,14
Pintura [9%]	vb	1,00	70.957,24	70.957,24
Eventuais [10%]	vb	1,00	86.725,51	86.725,51
Obras de Descarga e Transição para as Galerias				966.006,20
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	151,20	70,51	10.661,11
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	270,00	29,79	8.043,30
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	1.462,17	15,46	22.605,15
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), D=0,80m	m³	240,67	145,06	34.911,84
Cimento Portland composto CP II-32	kg	72.201,51	0,65	46.930,98
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	960,00	8,02	7.699,20
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	299,90	399,33	119.759,07
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	299,90	29,26	8.775,07
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	4.498,50	13,90	62.529,15
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	25.491,50	9,75	248.542,13
Formas de madeira para pilares	m²	1.151,52	73,96	85.166,42
Formas de madeira para vigas e lages	m²	1.247,48	53,91	67.251,65
Lastro concreto magro	m³	27,00	445,00	12.015,00
Cimbramento	m³	900,24	60,42	54.392,50
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	1.013,00	80,20	81.242,60
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	1.606,50	1,04	1.670,76
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	4.752,05	1,04	4.942,13
Eventuais [10%]	vb	1,00	88.868,15	88.868,15
Obras das Galerias de Descarga				269.251,22
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	90,00	70,51	6.345,90
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	130,00	29,79	3.872,70
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	606,30	15,46	9.373,40
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), D=0,80m	m³	93,02	145,06	13.493,48
Cimento Portland composto CP II-32	kg	27.906,00	0,65	18.138,90
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	960,00	8,02	7.699,20
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	79,93	399,33	31.918,45
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	79,93	29,26	2.338,75
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	1.198,95	13,90	16.665,41
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	6.794,05	9,75	66.241,99
Formas de madeira para pilares	m²	38,37	73,96	2.837,58
Formas de madeira para vigas e lages	m²	41,56	53,91	2.240,69
Lastro concreto magro	m³	12,90	445,00	5.740,50
Cimbramento	m³	261,23	60,42	15.783,52
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	483,75	80,20	38.796,75
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	956,25	1,04	994,50
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	1.970,48	1,04	2.049,29
Eventuais [10%]	vb	1,00	24.720,22	24.720,22
Prédio das Instalações Auxiliares				329.476,84
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	665,00	80,20	53.333,00
Prédio com superestrutura em concreto, paredes de alvenaria de tijolos, cobertura tipo kalheta e aberturas	m²	133,00	1.663,39	221.230,87
Eventuais [20%]	vb	1,00	54.912,97	54.912,97

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [r\$]
Prédio dos geradores				249.560,13
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	503,70	80,20	40.396,74
Prédio com superestrutura em concreto, paredes de alvenaria de tijolos, cobertura tipo calheta e aberturas	m²	100,74	1.663,39	167.569,91
Eventuais [20%]	vb	1,00	41.593,48	41.593,48
Urbanização e Circulação				418.485,88
Urbanização [5%]	vb	1,00	348.738,23	348.738,23
Eventuais [20%]	vb	1,00	69.747,65	69.747,65
Fornecimento e Montagem de Equipamentos Mecânicos e Elétricos				30.657.487,21
Conj. motor-bomba Q=4,5 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 600 CV	pç	4,00	4.054.750,00	16.219.000,00
Conj. motor-bomba Q=1,0 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 150 CV	pç	2,00	1.095.941,00	2.191.882,00
Eventuais dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	920.544,10	920.544,10
Montagem dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.053.925,66	1.053.925,66
Módulos de stop-log em aço ASTM A-36 (bxh) 3460x1000mm	pç	7,00	33.914,76	237.403,32
Módulos de stop-log em aço ASTM A-36 (bxh) 1860x1000mm	pç	7,00	18.231,64	127.621,48
Viga pescadora para carga de até 3,5 ton em vão de 3,5 m	pç	1,00	27.650,07	27.650,07
Viga pescadora para carga de até 2,0 ton em vão de 1,90 m	pç	1,00	14.863,91	14.863,91
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 100mm, com barras chatas 10x60mm, L=3500mm	m²	89,60	7.185,68	643.836,93
GRADES metálicas em aço carbono, com espaç. de 40mm, com barras chatas 10x60mm, L=4500mm	m²	102,40	7.185,68	735.813,63
Equipamento limpa-grades, com rastelo, com movimento sobre trilhos	pç	1,00	202.228,58	202.228,58
Ponte rolante motorizada c/ talha elétrica, capac. de 15 ton, L=6,00m	pç	1,00	245.798,95	245.798,95
Talha elétrica capac 3,0 ton, com monovia em perfil "I" W460 x 89 ASTM A572 grau 50 L = 30,00 m, e cabo para alcance de até 12 m	pç	3,00	99.051,75	297.155,25
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 800mm	pç	2,00	31.504,99	63.009,98
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 1200mm	pç	4,00	66.269,12	265.076,48
Válvula automática retangular tipo "flap" em aço carbono, #1200x1200mm	pç	4,00	84.376,46	337.505,84
Junta tipo Dresser dn 800mm	pç	2,00	24.486,16	48.972,32
Junta tipo Dresser dn 1200mm	pç	4,00	36.729,25	146.917,00
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 800mm, L=1,00m	pç	2,00	19.045,68	38.091,36
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 1200mm, l=1,00m	pç	4,00	28.568,53	114.274,12
Eventuais equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	354.621,94	354.621,94
Montagem dos equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	425.338,17	425.338,17
Grupos geradores	pç	1,00	1.001.117,78	1.001.117,78
Instalações elétricas	pç	1,00	3.141.096,60	3.141.096,60
Redes elétricas e subestações	pç	1,00	731.754,64	731.754,64
Eventuais equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	487.396,90	487.396,90
Montagem dos equipamentos elétricos [10%]	vb	1,00	584.590,20	584.590,20

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Anexo 2: Orçamento CB-1 - Alternativa com Motorização Diesel

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
CASA DE BOMBAS CB-1 (COM MOTORIZAÇÃO DIESEL)				40.610.985,39
BACIA DE AMORTECIMENTO				2.043.877,28
Bacia de Amortecimento - Transição de Entrada				276.693,46
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	103,50	70,51	7.297,79
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	378,00	29,79	11.260,62
Escoramento c/ estaca prancha, fornecimento e execução (h~6,75m)	m²	159,60	62,20	9.927,12
Pista de serviço em areia ou similar	m³	86,25	70,51	6.081,49
Escavação de mat 1ª cat	m³	1.120,39	15,46	17.321,19
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	480,00	8,02	3.849,60
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	266,00	18,94	5.038,04
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto D=0,25m, L=9,0m	m	1.436,40	17,04	24.476,26
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m³	95,55	32,59	3.113,97
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m³	119,44	65,33	7.802,85
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	2.016,09	1,04	2.096,74
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	9.163,70	1,04	9.530,25
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m³xkm	1.055,83	1,04	1.098,06
Momento extraordinário de transporte de mat p/ boca-fora	m³xkm	3.641,26	1,04	3.786,91
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	57,00	2.436,22	138.864,54
Eventuais [10%]	vb	1,00	25.148,04	25.148,04
Bacia de Amortecimento - Trecho c/Fundo em Terra				962.176,83
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	405,00	70,51	28.556,55
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	1.228,50	29,79	36.597,02
Escoramento c/ estaca prancha, fornecimento e execução (h~6,75m)	m²	540,00	62,20	33.588,00
Pista de serviço em areia ou similar	m³	337,50	70,51	23.797,13
Escavação de mat 1ª cat	m³	6.743,25	15,46	104.250,65
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	960,00	8,02	7.699,20
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	900,00	18,94	17.046,00
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto D=0,25m, L=9,0m	m	4.860,00	17,04	82.814,40
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m³	307,13	32,59	10.009,20
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m³	383,91	65,33	25.080,60
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	7.889,06	1,04	8.204,63
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	31.005,00	1,04	32.245,20
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m³xkm	3.393,73	1,04	3.529,48
Momento extraordinário de transporte de mat p/ boca-fora	m³xkm	21.915,56	1,04	22.792,19
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	180,00	2.436,22	438.519,60
Eventuais [10%]	vb	1,00	87.447,01	87.447,01
Bacia de Amortecimento - Trecho c/Fundo em Concreto				805.006,98
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	135,00	70,51	9.518,85
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	409,50	29,79	12.199,01
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (dsm), d=0,80m	m³	127,23	145,06	18.455,98
Cimento Portland composto CP II-32	kg	38.169,00	0,65	24.809,85
Pista de serviço em areia ou similar	m³	317,25	70,51	22.369,30
Escavação de mat 1ª cat	m³	2.247,75	15,46	34.750,22
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	480,00	8,02	3.849,60
Concreto FCK=25mpa, virado em betoneira, sem lançamento	m³	254,25	470,87	119.718,70
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	254,25	29,26	7.439,36

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	3.813,75	13,90	53.011,13
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	21.611,25	9,75	210.709,69
Formas de madeira	m²	270,00	73,96	19.969,20
Guarda-corpo em pultrudado, h=1,10m	m	30,00	590,84	17.725,20
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	2.047,50	80,20	164.209,50
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	4.805,16	1,04	4.997,36
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	7.305,19	1,04	7.597,40
Eventuais [10%]	vb	1,00	73.676,66	73.676,66
Estrutura de Gradagem Grosseira				206.264,73
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	71,12	399,33	28.400,35
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	71,12	29,26	2.080,97
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	1.066,80	13,90	14.828,52
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	6.045,20	9,75	58.940,70
Formas de madeira	m²	301,70	73,96	22.313,73
Cimbramento	m³	163,80	60,42	9.896,80
Guarda-corpo em pultrudado, h=1,10m	m	58,60	590,84	34.623,22
Pintura [9%]	vb	1,00	15.910,75	15.910,75
Eventuais [10%]	vb	1,00	19.269,69	19.269,69
PRÉDIO DA CASA DE BOMBAS E TRANSIÇÃO DE DESCARGA				5.023.300,76
Obras Enterradas				2.208.918,64
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	257,40	70,51	18.149,27
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	613,80	29,79	18.285,10
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	3.160,56	15,46	48.862,32
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), D=0,80m	m³	517,85	145,06	75.118,69
Cimento Portland composto cp ii-32	kg	155.353,69	0,65	100.979,90
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	1.920,00	8,02	15.398,40
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	871,68	399,33	348.087,97
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	871,68	29,26	25.505,36
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	13.075,20	13,90	181.745,28
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	74.092,80	9,75	722.404,80
Formas de madeira	m²	1.098,72	73,96	81.261,33
Lastro concreto magro	m³	69,52	445,00	30.936,40
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	3.476,00	80,20	278.775,20
Escada tipo marinho, em pultrudado, com proteção	m	91,10	500,88	45.630,17
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	2.734,88	1,04	2.844,27
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	10.271,83	1,04	10.682,71
Eventuais [10%]	vb	1,00	204.251,47	204.251,47
obras aéreas				1.579.124,69
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	273,87	399,33	109.364,51
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	273,87	29,26	8.013,44
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	4.108,05	13,90	57.101,90
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	23.278,95	9,75	226.969,76
Formas de madeira para pilares	m²	348,04	73,96	25.741,04
Formas de madeira para vigas e lages	m²	1.295,05	53,91	69.816,15
laStro concreto magro	m³	77,76	445,00	34.603,20
Cimbramento	m³	4.940,32	60,42	298.494,13
Porta de ferro, de abrir, tipo chapa lisa	m²	24,38	433,29	10.561,44
Janela basculante de alumínio	m²	707,83	551,74	390.535,37
Guarda-corpo em pultrudado, h=1,10m	m	44,00	590,84	25.996,96

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Kalheta	m²	619,75	71,19	44.120,00
Cumeira	m	28,00	32,51	910,28
Pavimentação e pisos [1%]	vb	1,00	13.185,55	13.185,55
Pintura [9%]	vb	1,00	118.669,94	118.669,94
Eventuais [10%]	vb	1,00	145.041,03	145.041,03
Obras de Descarga e Transição Para as Galerias				966.006,20
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	151,20	70,51	10.661,11
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	270,00	29,79	8.043,30
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	1.462,17	15,46	22.605,15
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), d=0,80m	m³	240,67	145,06	34.911,84
Cimento Portland composto CP II-32	kg	72.201,51	0,65	46.930,98
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	960,00	8,02	7.699,20
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	299,90	399,33	119.759,07
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	299,90	29,26	8.775,07
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	4.498,50	13,90	62.529,15
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	25.491,50	9,75	248.542,13
Formas de madeira para pilares	m²	1.151,52	73,96	85.166,42
Formas de madeira para vigas e lages	m²	1.247,48	53,91	67.251,65
Lastro concreto magro	m³	27,00	445,00	12.015,00
Cimbramento	m³	900,24	60,42	54.392,50
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	1.013,00	80,20	81.242,60
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	1.606,50	1,04	1.670,76
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	4.752,05	1,04	4.942,13
Eventuais [10%]	vb	1,00	88.868,15	88.868,15
obras das galerias de descarga				269.251,22
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	90,00	70,51	6.345,90
Locação convencional de obra (gabaritos e marcações)	m²	130,00	29,79	3.872,70
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	606,30	15,46	9.373,40
Escoramento c/ coluna de solo-cimento (DSM), D=0,80m	m³	93,02	145,06	13.493,48
Cimento Portland composto CP II-32	kg	27.906,00	0,65	18.138,90
esgotamento d'água contínuo de cava	h	960,00	8,02	7.699,20
Concreto usinado FCK 30,0 mpa - fornecimento	m³	79,93	399,33	31.918,45
Lançamento, adensamento e acabamento de concreto	m³	79,93	29,26	2.338,75
Armação aço CA-60 5.0 mm	kg	1.198,95	13,90	16.665,41
Armação aço CA-50 10.0 mm	kg	6.794,05	9,75	66.241,99
Formas de madeira para pilares	m²	38,37	73,96	2.837,58
Formas de madeira para vigas e lages	m²	41,56	53,91	2.240,69
Lastro concreto magro	m³	12,90	445,00	5.740,50
Cimbramento	m³	261,23	60,42	15.783,52
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	483,75	80,20	38.796,75
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	956,25	1,04	994,50
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	1.970,48	1,04	2.049,29
Eventuais [10%]	vb	1,00	24.720,22	24.720,22
Prédio das Instalações Auxiliares				247.974,67
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, L=20m	m	500,50	80,20	40.140,10
Prédio com superestrutura em concreto, paredes de alvenaria de tijolos, cobertura tipo kalheta e aberturas	m²	100,10	1.663,39	166.505,34
Eventuais [20%]	vb	1,00	41.329,23	41.329,23
Prédio dos Geradores				65.102,64

1558-R-ATP-GEO-01-03 MD





Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Fornecimento e cravamento de estaca pré-moldada de concreto, quadrada, 30x30cm, l=20m	m	131,40	80,20	10.538,28
Prédio com superestrutura em concreto, paredes de alvenaria de tijolos, cobertura tipo calheta e aberturas	m²	26,28	1.663,39	43.713,89
Eventuais [20%]	vb	1,00	10.850,47	10.850,47
Urbanização e circulação				461.328,83
Urbanização [5%]	vb	1,00	384.440,69	384.440,69
Eventuais [20%]	vb	1,00	76.888,14	76.888,14
Fornecimento e Montagem de Equipamentos Mecânicos e Elétricos				32.563.136,48
Conj. motor-bomba q=4,5 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 600 CV - diesel	pç	4,00	5.213.250,00	20.853.000,00
Conj. motor-bomba q=1,0 m³/s AMT=6,0 m.c.a. pot.= 150 CV - elétrico	pç	2,00	1.095.941,00	2.191.882,00
Eventuais dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.152.244,10	1.152.244,10
Montagem dos conjuntos motor-bomba [5%]	vb	1,00	1.319.197,66	1.319.197,66
Módulos de stop-log em aço astm a-36 (BXH) 3460x1000mm	pç	7,00	33.914,76	237.403,32
Módulos de stop-log em aço astm a-36 (BXH) 1860x1000mm	pç	7,00	18.231,64	127.621,48
Viga pescadora para carga de até 3,5 ton em vão de 3,5 m	pç	1,00	27.650,07	27.650,07
Viga pescadora para carga de até 2,0 ton em vão de 1,90 m	pç	1,00	14.863,91	14.863,91
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 100mm, com barras chatas 10x60mm, L=3500mm	m²	89,60	7.185,68	643.836,93
Grades metálicas em aço carbono, com espaç. de 40mm, com barras chatas 10x60mm, L=4500mm	m²	102,40	7.185,68	735.813,63
Equipamento limpa-grades, com rastelo, com movimento sobre trilhos	pç	1,00	202.228,58	202.228,58
Ponte rolante motorizada c/ talha elétrica, capac. de 15 ton, l=9,00m	pç	1,00	253.045,36	253.045,36
Talha elétrica capac 3,0 ton, com monovia em perfil "I" W460 x 89 ASTM A572 grau 50 L = 30,00 m, e cabo para alcance de até 12 m	pç	3,00	99.051,75	297.155,25
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 800mm	pç	2,00	31.504,99	63.009,98
Válvula automática circular tipo "flap" em aço carbono, DN 1200mm	pç	4,00	66.269,12	265.076,48
Válvula automática retangular tipo "flap" em aço carbono, #1200x1200mm	pç	4,00	84.376,46	337.505,84
Junta tipo Dresser DN 800mm	pç	2,00	24.486,16	48.972,32
Junta tipo Dresser DN 1200mm	pç	4,00	36.729,25	146.917,00
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 800mm, L=5,10m	pç	2,00	97.132,99	194.265,98
Tubo de aço carbono c/ flanges, DN 1200mm, L=5,10m	pç	4,00	145.699,48	582.797,92
Eventuais equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	417.816,42	417.816,42
Montagem dos equipamentos mecânicos [10%]	vb	1,00	501.134,46	501.134,46
Grupos geradores	pç	1,00	196.609,04	196.609,04
Instalações elétricas	pç	1,00	1.174.091,50	1.174.091,50
Redes elétricas e subestações	pç	1,00	227.489,30	227.489,30
Eventuais equipamentos elétricos [10%]	0	1,00	159.818,98	159.818,98
Montagem dos equipamentos elétricos [10%]	0	1,00	191.688,97	191.688,97

1588-R-ATP-GEO-01-03 MD





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Regional
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional



**PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCOS E
RESPOSTAS A DESASTRES NATURAIS**



**ESTUDOS E PROJETO CONCEITUAL DE
PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO
DELTA DO JACUÍ EM ELDORADO DO SUL – RS**

**PRODUTO 15
ANTEPROJETO DE READEQUAÇÃO DA DRENAGEM**

REVISÃO 02



Maio 2017



ESTUDOS E PROJETO CONCEITUAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO DELTA DO JACUÍ EM ELDORADO DO SUL - RS

PRODUTO 15

ANTEPROJETO DE READEQUAÇÃO DA DRENAGEM

Revisão 02

PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCOS E RESPOSTAS A DESASTRES NATURAIS



Maio /2017





QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

Código do Documento:	1558-R-ATP-DRE-01-02			
Título do Relatório:	Produto 15 - Anteprojeto de Readequação da Drenagem			
Aprovação Inicial por:	Edgar Hernandes Candia			
Data da Aprovação Inicial:	27/09/2016			
Controle de Revisões				
Revisão n°:	Natureza	Aprovação		
		Data	Nome	Rubrica
00	Emissão Inicial	27/09/2016	Edgar Hernandes Candia	
01	Alterações solicitadas	07/11/2016	Edgar Hernandes Candia	
02	Alterações solicitadas	11/05/2017	Edgar Hernandes Candia	

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE - MAGNA ENGENHARIA LTDA

ISO 9001

PRÊMIO QUALIDADE RS
2007 (Medalha de Bronze)

PROGRAMAS DA QUALIDADE QUE PARTICIPA



Para outras informações sobre a MAGNA consulte o Website www.magnaeng.com.br

1558-R-ATP-DRE-01-02





ÍNDICE

1558-R-ATP- DRE-01-02



iii



ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	2
2	VAZÕES E DIMENSÕES DOS CANAIS	4
2.1	HIDROLOGIA URBANA.....	4
2.2	ALTERNATIVAS DE TRAÇADO DE DIQUE	5
2.3	VAZÕES GERADAS	10
2.4	DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS E CANAIS DE MACRODRENAGEM	14
2.5	VAZÕES AFLUENTES ÀS CASAS DE BOMBAS.....	16
3	DRENOS COLETORES.....	20
3.1	DRENOS COLETORES EM GALERIAS CELULARES	20
3.2	DRENOS COLETORES EM CANAIS ABERTOS	22
3.3	QUANTIDADES DE SERVIÇOS NECESSÁRIOS E CUSTOS DAS OBRAS.....	25
4	CANAIIS DE DESCARGA	30
4.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CANAIS DE DESCARGA.....	30
4.2	IMPLANTAÇÃO E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	31
4.3	QUANTIDADES DE SERVIÇOS NECESSÁRIOS E CUSTOS DAS OBRAS.....	33
5	ANEXOS.....	35
ANEXO 1:	DESENHOS	36



LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1. Vazões de projeto para as sub-bacias da Alternativa 1	11
Quadro 2.2. Vazões de projeto para as sub-bacias da Alternativa 2	12
Quadro 2.3. Vazões de projeto para as sub-bacias da Alternativa 3	13
Quadro 2.4. Alternativas 1, 2 e 3 - Galerias DC-1A e DC-1B	15
Quadro 2.5. Alternativa 1 - Dreno Coletor DC-2.1	15
Quadro 2.6. Alternativas 2 e 3 - Dreno Coletor DC-2.2	15
Quadro 2.7. Alternativa 3 - Dreno Coletor DC-03	15
Quadro 2.8. Propagação de vazão em canais	16
Quadro 3.1. Características hidráulicas das galerias de concreto da CB-1. Alternativas 1, 2 e 3.	22
Quadro 3.2. Características da seção hidráulica dos canais abertos (canais de drenagem).....	23
Quadro 3.3. Demonstrativo de BDI de serviços	25
Quadro 3.4. Demonstrativo do BDI de Fornecimento	26
Quadro 3.5. Quantidades e custos para implantação da Galeria DC-01A.....	26
Quadro 3.6. Quantidades e custos para implantação da Galeria DC-01B.....	27
Quadro 3.7. Quantidades e custos para implantação do Dreno Coletor DC-02.1.....	27
Quadro 3.8. Quantidades e custos para implantação do Dreno Coletor DC-02.2.....	28
Quadro 3.9. Quantidades e custos para implantação do Dreno Coletor DC-03	28
Quadro 3.10. Totais dos custos relativos aos canais e galerias de macrodrenagem, em reais (com BDI e desapropriação).....	28
Quadro 4.1. Características hidráulicas dos canais de descarga com vazão plena das casas de bombas.....	30
Quadro 4.2. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-01	33
Quadro 4.3. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-02.1	33
Quadro 4.4. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-02.2	34
Quadro 4.5. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-03	34
Quadro 4.6. Totais dos custos relativos aos canais de descarga das casas de bombas, em reais (com BDI e desapropriação).....	34
Quadro 5.1: Relação de Desenhos.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Mapa de solos da área de estudo.....	5
Figura 2.2. Alternativa 1 - Área Urbanizada.....	6
Figura 2.3. Alternativa 2 - Área Urbanizada + Área Urbanizável	6
Figura 2.4. Alternativa 3 - Área Ampla	7
Figura 2.5. Casas de bombas, galerias e canais abertos de drenagem da Alternativa 1	8
Figura 2.6. Casas de bombas, galerias e canais abertos de drenagem da Alternativa 2	9
Figura 2.7. Casas de bombas, galerias e canais abertos de drenagem da Alternativa 3	10
Figura 2.8. Sub-bacias de drenagem da Alternativa 1	11
Figura 2.9. Sub-bacias de drenagem da Alternativa 2	12
Figura 2.10. Sub-bacias de drenagem da Alternativa 3	13
Figura 2.11. Propagação de vazão na Galeria DC-1A: Alternativas 1, 2 e 3	16
Figura 2.12. Propagação de vazão na Galeria DC-1B: Alternativas 1, 2 e 3	17
Figura 2.13. Propagação de vazão no Canal DC-2.1: Alternativa 1.....	17
Figura 2.14. Propagação de vazão no Canal DC-2.2: Alternativa 2.....	17
Figura 2.15. Propagação de vazão no DC-3: Alternativa 3.....	18
Figura 3.1. Seções típicas dos drenos em galeria celular de concreto.....	21
Figura 3.2. Seções típicas de drenos coletores em canais.....	24
Figura 4.1. Seção típica do canal de descarga.....	32

1558-R-ATP-DRE-01-02



v





1 APRESENTAÇÃO

1558-R-ATP- DRE-01-02





1 APRESENTAÇÃO

A cidade de Eldorado do Sul encontra-se na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), onde há grande frequência de inundações ribeirinhas. O município de Eldorado do Sul está situado próximo à foz do rio Jacuí, na margem direita desse importante curso de água, sob a influência conjunta dos níveis do Lago Guaíba e das vazões afluentes ao delta do Jacuí. Importante parte da área urbana consolidada e da área de expansão (prevista no Plano Diretor do município de Eldorado - Lei Municipal no 2.574, de 26/12/2006) localiza-se na zona de extravasamento do rio Jacuí, sujeita a inundações frequentes.

A Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano (SOP/RS), por meio da Metroplan, está desenvolvendo um Plano Estadual de Águas Pluviais, com prioridade sobre a RMPA. Este planejamento envolve o desenvolvimento de ações de mitigação e prevenção destes impactos, com base em medidas estruturais e não estruturais integradas que venham a proteger o conjunto das cidades ao longo do tempo. Os presentes estudos são parte integrante desse planejamento metropolitano.

O objeto do presente trabalho é desenvolver ESTUDOS PARA PROJETO CONCEITUAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO DELTA DO JACUÍ EM ELDORADO DO SUL - RS. A concepção geral prevista envolve a proteção contra inundações por sistema de diques em combinação com o controle dos impactos da urbanização nas sub-bacias internas ao dique e zoneamento, que será futuramente associado a um sistema de alerta e plano de contingência. Estão sendo desenvolvidos estudos e serviços necessários para elaboração de um Estudo de Concepção para Gestão de Águas Pluviais, conforme as diretrizes do Plano Nacional de Gestão de Riscos e resposta a Desastres Naturais da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, incluindo: zoneamento de inundações e avaliação de risco da população que já ocupa a área inundável; plano conceitual de dique de proteção contra inundações; concepção da macrodrenagem na área de captação do dique.

No presente relatório é apresentado um anteprojeto da readequação da drenagem, onde constam as obras necessárias ao redirecionamento e reconfiguração da macrodrenagem interceptada pelo traçado do dique, de forma a promover a coleta de águas pluviais e a sua condução até o sistema de bombeamento e/ou "by-pass". Adicionalmente, apresenta-se o anteprojeto dos canais de descarga, os quais destinam as águas bombeadas do interior dos diques ao rio Jacuí.



2 VAZÕES E DIMENSÕES DOS CANAIS

1558-R-ATP- DRE-01-02





2 VAZÕES E DIMENSÕES DOS CANAIS

Este capítulo apresenta os critérios e metodologias utilizados para a geração das vazões de dimensionamento do sistema de macrodrenagem. Com o objetivo de contextualizar a divisão dos sistemas, apresentam-se as alternativas de posicionamento de diques, os quais definem as bacias de drenagem de cada canal de drenagem e estação de bombeamento. Ao final, são apresentadas as vazões de dimensionamento das estruturas do sistema, assim como o seu dimensionamento hidráulico.

2.1 HIDROLOGIA URBANA

Os estudos hidrológicos realizados para a definição das vazões dos canais de drenagem e das estações de bombeamento estão apresentados no Relatório do “Estudo de Concepção do Sistema de Proteção Contra Cheias”. Assim, são apresentados a seguir, de forma resumida, os critérios utilizados para o cálculo de tais vazões.

Com base na análise pluviométrica realizada, optou-se por adotar a curva IDF do posto INMET (Porto Alegre) para a geração das chuvas de projeto (hietogramas) na área de estudo, fundamentado nos seguintes argumentos principais:

- É o único posto com curva IDF que apresenta dados disponíveis na série histórica utilizada na análise do regime pluviométrico da área de estudo (item 2.3.1.1);
- É o posto que possui boa similaridade com os postos 2951067 - Charqueadas e 2951024 - Porto Garibaldi, onde a área de estudo encontra-se dentro do perímetro do triângulo gerado por estes 3 postos;
- A curva IDF foi ajustada com base em dados discretizados em período menor que o diário;
- É o posto com dados de série histórica que está mais próximo à área de estudo.

Com relação à duração da chuva de projeto, a prática tradicional de dimensionamento de redes de drenagem recomenda que a mesma deve ser igual ou superior ao tempo de concentração da bacia hidrográfica. No caso de bacias urbanas, devido ao tamanho das sub-bacias de estudo e às características de escoamentos muito rápidos, deve ser efetuada a avaliação das condições de funcionamento das medidas de controle, como os reservatórios, lagos/lagoas naturais, e, assim, é comum a adoção de eventos de chuva de duração bem maior que o tempo de concentração. Dessa forma, foi considerada uma chuva de projeto com duração de 24 horas.

A discretização temporal da chuva, utilizada para a definição das chuvas de projeto foi definida com base nos tempos de concentração das sub-bacias (calculados através da equação de Kirpich), resultando numa discretização temporal de 5 minutos, permitindo uma representação adequada dos eventos de cheia.

No presente estudo, a Chuva de Projeto foi determinada para os seguintes períodos de retorno (T_r):

- $T_r = 10$ anos - valor usualmente adotado para dimensionamento de estruturas de condução e controle em estudos na Região Metropolitana de Porto Alegre (ver Plano Diretor de Drenagem de Porto Alegre);
- $T_r = 25$ anos - valor atualmente adotado pelo Ministério das Cidades, para dimensionamento estruturas de condução e controle das águas pluviais urbanas.



Foi adotada a metodologia dos Blocos Alternados do SCS (Soil Conservation Service dos Estados Unidos da América, atual Serviço Geológico Americano).

A estimativa de vazões para área de estudo deve representar a maneira que a bacia hidrográfica responde a um evento de chuva sendo esta resposta dependente do tipo e uso do solo da bacia. Para aplicação do método do SCS, o parâmetro CN foi obtido considerando-se a predominância do Planossolo Eutrófico, conforme Figura 2.1, que se enquadra no tipo de solo D da classificação do SCS.

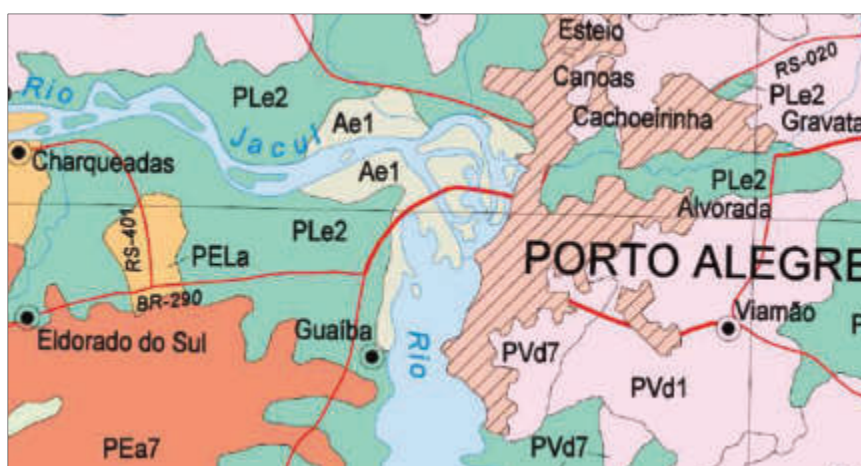


Figura 2.1. Mapa de solos da área de estudo.

Fonte: Levantamentos exploratórios de solos das Folhas SH.22 Porto Alegre. (In: série Levantamento de Recursos Naturais, v.33 - IBGE, 1986)

O uso do solo adotado para todas as bacias foi o padrão de urbanização consolidada atualmente, com predominância de edificações de 1 e 2 pavimentos e com frações de área permeável da ordem de 20% em média. Aqui, faz-se importante observar que a manutenção desta condição de uso de solo deve ser mantida ao longo da densificação urbana na área de estudo com regulamentação de políticas para este fim.

Assim, para o presente estudo, o parâmetro hidrológico CN foi adotado com valor igual a 80, o que mantém uma coerência com valores adotados para padrões urbanísticos semelhantes em estudos para áreas próximas à Eldorado do Sul, como o caso do PDDrU de Porto Alegre.

2.2 ALTERNATIVAS DE TRAÇADO DE DIQUE

Foram avaliadas 3 alternativas de traçado de dique a partir dos elementos apresentados no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Eldorado do Sul (Lei Municipal no. 2.574, de 26 de dezembro de 2006), resultando 3 alternativas de sistemas de macrodrenagem e suas respectivas casas de bombas, com duas variantes para a bacia de drenagem da casa de bombas CB-2, já que são os diques que definem as bacias de contribuição ao sistema de drenagem.

As propostas de alternativas de traçado do sistema de proteção (diques e casas de bombas) foram discutidas e aprovadas no âmbito da Comissão de Acompanhamento do Contrato, composta por representantes da Metroplan e da Prefeitura Municipal de Eldorado do Sul. Em todas as alternativas o dique inicia e termina junto à BR 290.



As figuras apresentadas a seguir, Figura 2.2 a Figura 2.4, mostram o traçado das alternativas que serão objeto de estudo.

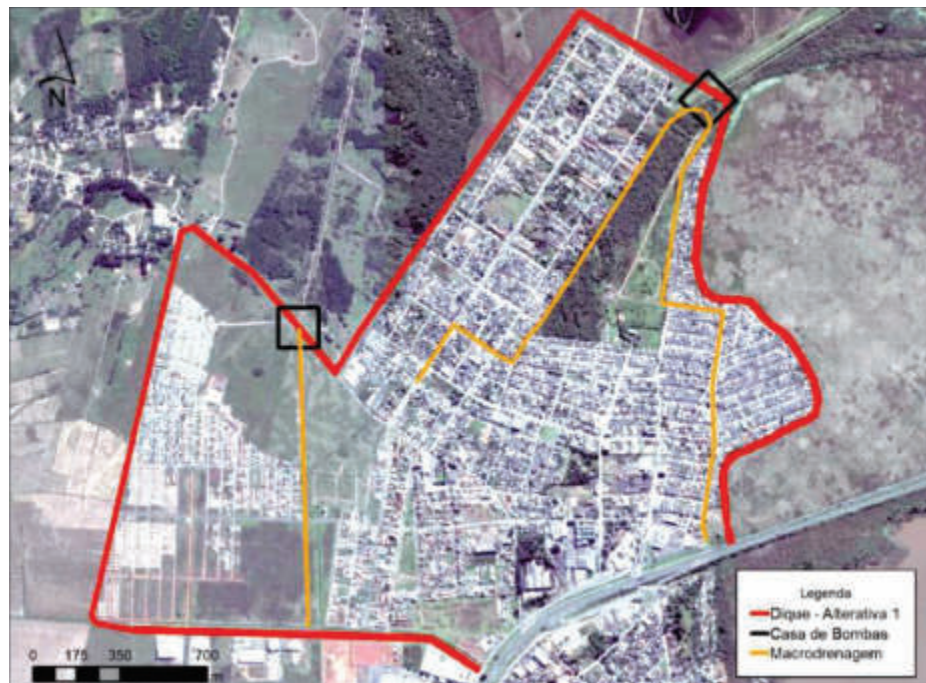


Figura 2.2. Alternativa 1 - Área Urbanizada

A Alternativa 1 contempla apenas a área que já está urbanizada.

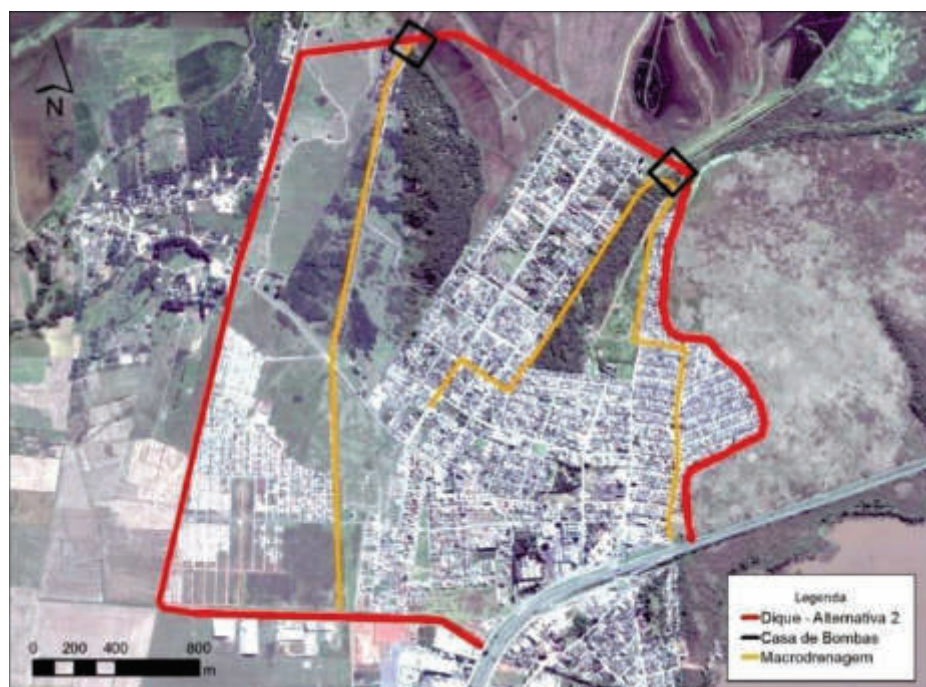


Figura 2.3. Alternativa 2 - Área Urbanizada + Área Urbanizável

1558-R-ATP- DRE-01-02



A Alternativa 2 engloba também áreas que estão em vias de serem urbanizadas (Zona de Urbanização Prioritária, segundo o PDDUA).

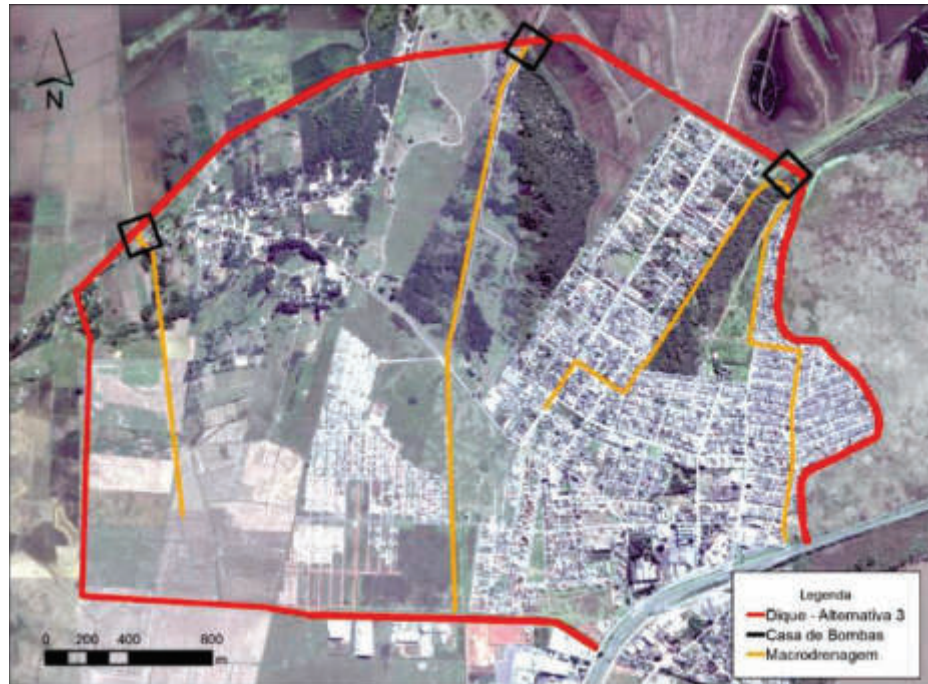


Figura 2.4. Alternativa 3 - Área Ampla

A Alternativa 3 contempla também o núcleo do Loteamento do IRGA e parte de uma área considerada pelo PDDUA como apta à urbanização.

Com base nas alternativas de diques, foram definidas três casas de bombas (CB-1, CB-2 e CB-3), sendo que a casa de bombas CB-2 possui duas variantes: CB-2.1 e CB-2.2. Os canais de macrodrenagem e de descarga destas casas de bombas estão apresentados e nomeados nos desenhos 1558-D-ECP-GER-01-00, 1558-D-ECP-GER-02-00 e 1558-D-ECP-GER-03-00.

1558-R-ATP- DRE-01-02



Dessa forma, têm-se os seguintes canais de drenagem (tratados aqui como drenos coletores) e de descarga para cada casa de bombas (CB):

- CB-1 (Alternativas 1, 2 e 3) - Drenos Coletores DC-1A (galeria) e DC-1B (galeria) e Canal de Descarga CD-1, conforme Figura 2.5;
- CB-2-1 (Alternativa 1) - Dreno Coletor DC-2.1 (canal aberto) e Canal de Descarga CD-2.1, conforme Figura 2.5;



Figura 2.5. Casas de bombas, galerias e canais abertos de drenagem da Alternativa 1

1558-R-ATP- DRE-01-02





- CB-2-2 (Alternativas 2 e 3) - Dreno Coletor DC-2.2 (canal aberto) e Canal de Descarga CD-2.2, conforme Figura 2.6;



Figura 2.6. Casas de bombas, galerias e canais abertos de drenagem da Alternativa 2

1558-R-ATP- DRE-01-02





- CB-3 (Alternativa 3) - Dreno Coletor DC-3 (canal aberto) e Canal de Descarga CD-3, conforme Figura 2.7.



Figura 2.7. Casas de bombas, galerias e canais abertos de drenagem da Alternativa 3

2.3 VAZÕES GERADAS

As vazões de projeto dos canais coletores de macrodrenagem foram determinadas através dos hidrogramas de cheia e vazões de pico para chuvas com Tempo de retorno (T_r) igual a 10 e 25 anos, em bacias incrementais e de forma acumulada.

Os quadros apresentados a seguir, Quadro 2.1 ao Quadro 2.3, apresentam os valores de vazões de projeto de cada trecho de galeria ou canal, discriminando os valores de vazão incremental provenientes das sub-bacias e o valor final de vazão acumulada, para os períodos de retorno de 10 e de 25 anos.

Estas vazões foram obtidas conforme critérios apresentados no item 2.1 deste relatório. As sub-bacias consideradas para o cálculo das vazões em cada dreno coletor estão apresentadas na Figura 2.8, na Figura 2.9 e na Figura 2.10.

1558-R-ATP- DRE-01-02

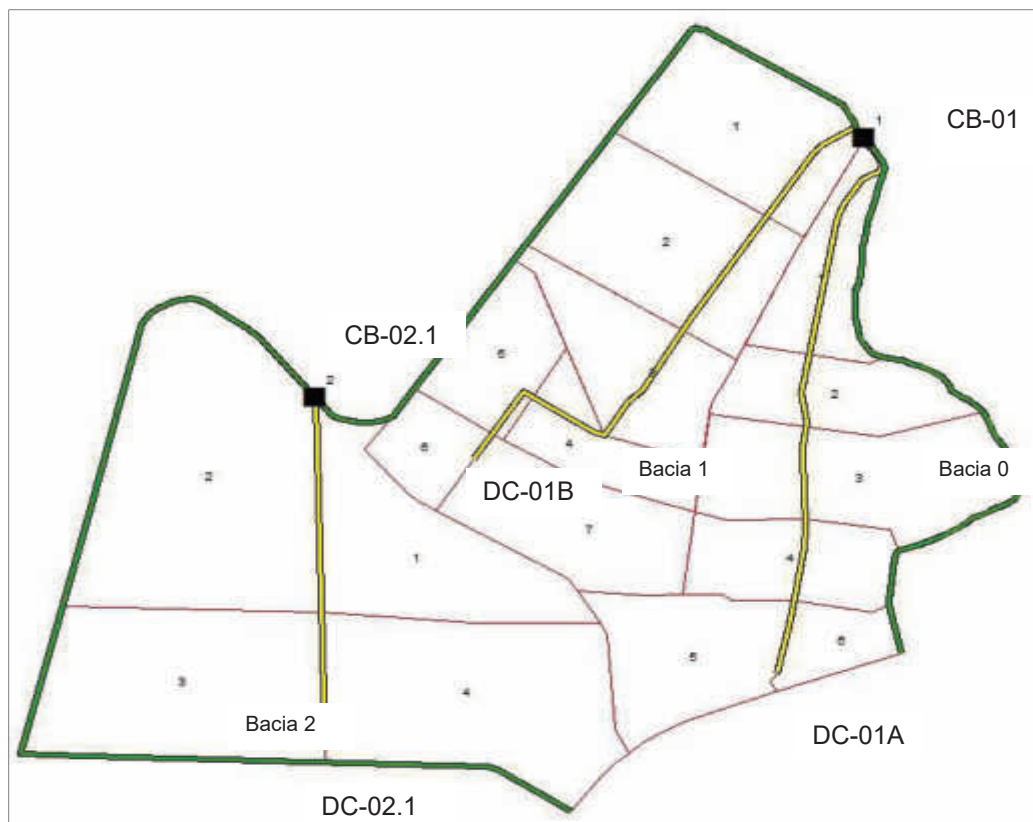


Figura 2.8. Sub-bacias de drenagem da Alternativa 1

Quadro 2.1. Vazões de projeto para as sub-bacias da Alternativa 1

Bacia	Sub-bacia	Trecho	Cota Jus (m)	Cota Mont (m)	Comp (m)	Declividade (m/m)	Distância até a CB (m)	Q incremental (m ³ /s)		Q acumulada (m ³ /s)	
								(Tr=25 anos)	(Tr=10 anos)	(Tr=25 anos)	(Tr=10 anos)
0	1	CB1_B1 - B2	2,35	2,99	800	0,0008	0	1,12	1,45	10,86	8,35
0	2	B2 - B3	2,99	3,68	250	0,0028	800	1,25	1,63	9,41	7,23
0	3	B3 - B4	3,68	3,77	310	0,0003	1050	2,4	3,12	7,78	5,98
0	4	B4 - B5_B6	3,77	3,21	275	-0,0020	1360	1,3	1,69	4,66	3,58
0	5+6	B5_B6 - UB	3,21	3,41	260	0,0008	1635	2,28	2,97	2,97	2,28
			3,41				1895				
1	1	CB1_B1 - B2	2,21	3,28	445	0,0024	0	2,18	2,83	14,13	10,89
1	2	B2 - B3	3,28	4,01	460	0,0016	445	2,52	3,27	11,30	8,71
1	3	B3 - B4	4,01	3,94	425	-0,0002	905	1,65	2,14	8,03	6,19
1	4	B4 - B5	3,94	4,56	250	0,0025	1330	0,94	1,22	5,89	4,54
1	5	B5 - B6_B7	4,56	4,61	200	0,0003	1580	1,09	1,42	4,67	3,60
1	6+7	B6_B7 - UB	4,61	4,56	113	-0,0004	1780	2,51	3,25	3,25	2,51
			4,56				1893				
2	1+2	CB2_B1_B2 - B3_B4	5,30	5,58	725	0,0004	0	7,08	9,20	17,96	13,82
2	3+4	B3_B4 - UB	5,58	6,30	457	0,0016	725	6,74	8,76	8,76	6,74
			6,30				1182				

1558-R-ATP- DRE-01-02



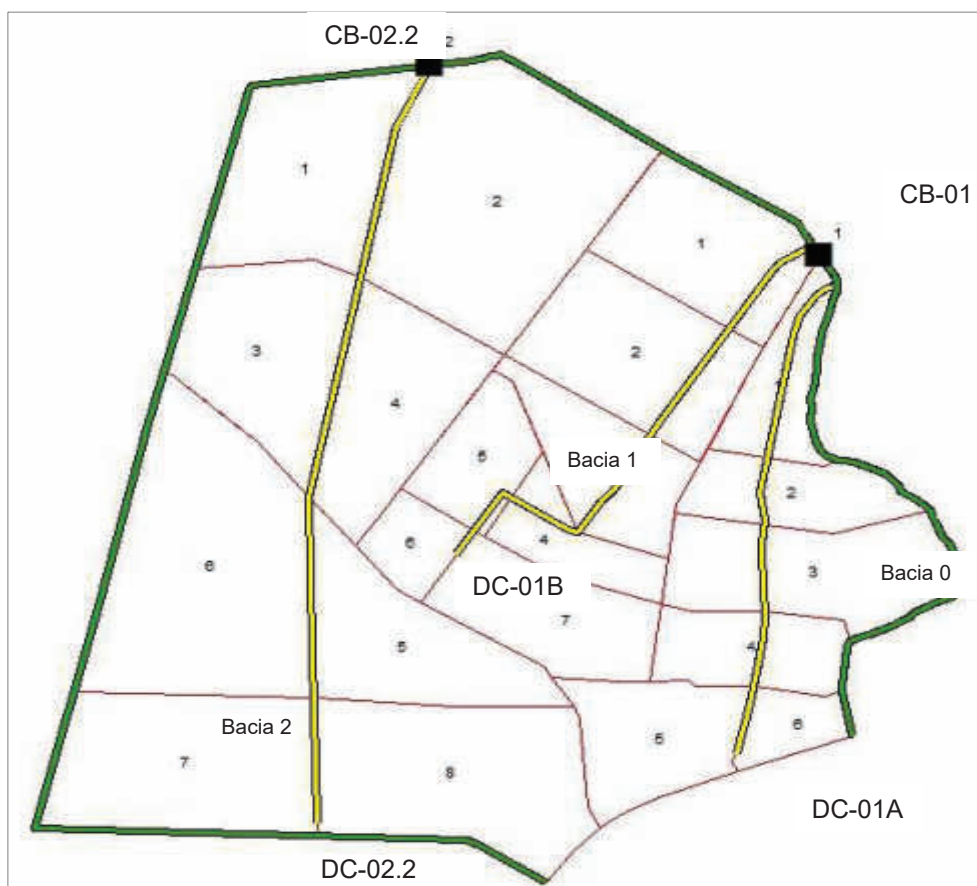


Figura 2.9. Sub-bacias de drenagem da Alternativa 2

Quadro 2.2. Vazões de projeto para as sub-bacias da Alternativa 2

Bacia	Sub-bacia	Trecho	Cota Jus (m)	Cota Mont (m)	Comp (m)	Declividade (m/m)	Distância até a CB (m)	Q incremental (m ³ /s)		Q acumulada (m ³ /s)	
								(Tr=25 anos)	(Tr=10 anos)	(Tr=25 anos)	(Tr=10 anos)
0	1	CB1_B1 - B2	2,35	2,99	800	0,0008	0	1,45	1,12	10,86	8,35
0	2	B2 - B3	2,99	3,68	250	0,0028	800	1,63	1,25	9,41	7,23
0	3	B3 - B4	3,68	3,77	310	0,0003	1050	3,12	2,4	7,78	5,98
0	4	B4 - B5_B6	3,77	3,21	275	-0,0020	1360	1,69	1,3	4,66	3,58
0	5+6	B5_B6 - UB	3,21	3,41	260	0,0008	1635	2,97	2,28	2,97	2,28
			3,41				1895				
1	1	CB1_B1 - B2	2,21	3,28	445	0,0024	0	2,83	2,18	14,13	10,89
1	2	B2 - B3	3,28	4,01	460	0,0016	445	3,27	2,52	11,30	8,71
1	3	B3 - B4	4,01	3,94	425	-0,0002	905	2,14	1,65	8,03	6,19
1	4	B4 - B5	3,94	4,56	250	0,0025	1330	1,22	0,94	5,89	4,54
1	5	B5 - B6_B7	4,56	4,61	200	0,0003	1580	1,42	1,09	4,67	3,60
1	6+7	B6_B7 - UB	4,61	4,56	113	-0,0004	1780	3,25	2,51	3,25	2,51
			4,56				1893				
2	1+2	CB2_B1_B2 - B3_B4	3,20	4,39	800	0,0015	0	9,95	7,67	34,33	26,44
2	3+4	B3_B4 - B5_B6	4,39	5,39	810	0,0012	800	6,36	4,90	24,38	18,77
2	5+6	B5_B6 - B7_B8	5,39	5,65	725	0,0004	1600	9,26	7,13	18,02	13,87
2	7+8	B7_B8 - UB	5,65	5,86	436	0,0005	2325	8,76	6,74	8,76	6,74
			5,86				2761				

1558-R-ATP- DRE-01-02

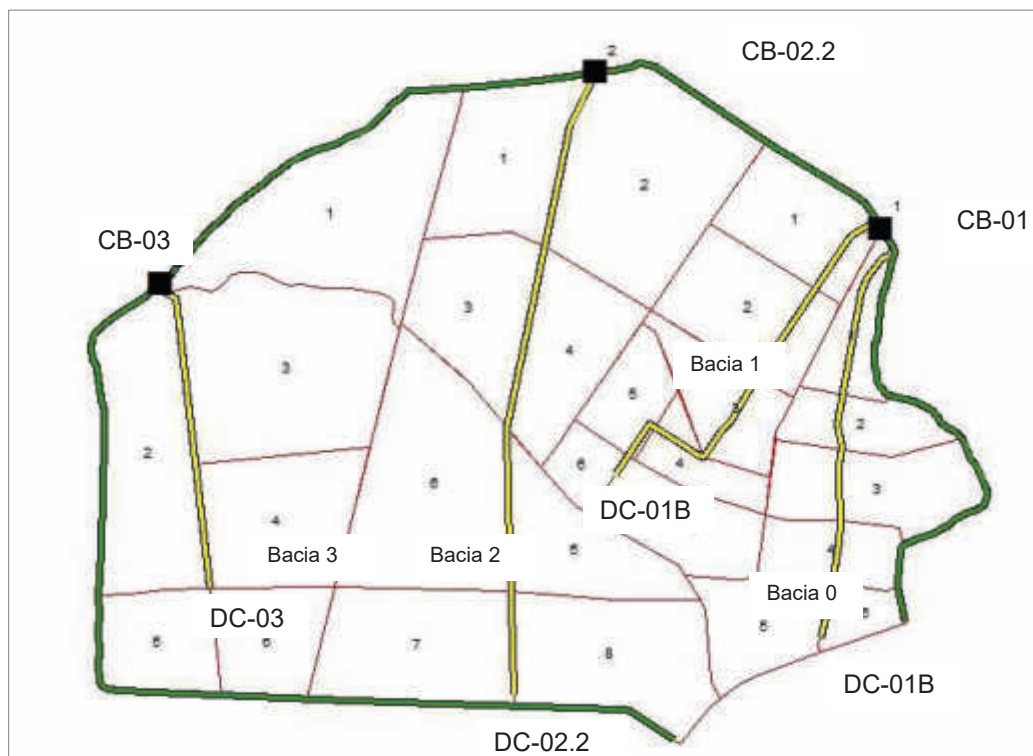


Figura 2.10. Sub-bacias de drenagem da Alternativa 3

Quadro 2.3. Vazões de projeto para as sub-bacias da Alternativa 3

Bacia	Sub-bacia	Trecho	CotaJus (m)	CotaMont (m)	Comp (m)	Declividade (m/m)	Distância até a CB (m)	Q incremental (m ³ /s)		Q acumulada (m ³ /s)	
								(Tr=25 anos)	(Tr=10 anos)	(Tr=25 anos)	(Tr=10 anos)
0	1	CB1_B1 - B2	2,35	2,99	800	0,0008	0	1,45	1,12	10,86	8,35
0	2	B2 - B3	2,99	3,68	250	0,0028	800	1,63	1,25	9,41	7,23
0	3	B3 - B4	3,68	3,77	310	0,0003	1050	3,12	2,4	7,78	5,98
0	4	B4 - B5_B6	3,77	3,21	275	-0,0020	1360	1,69	1,3	4,66	3,58
0	5+6	B5_B6 - UB	3,21	3,41	260	0,0008	1635	2,97	2,28	2,97	2,28
			3,41				1895				
1	1	CB1_B1 - B2	2,21	3,28	445	0,0024	0	2,83	2,18	14,13	10,89
1	2	B2 - B3	3,28	4,01	460	0,0016	445	3,27	2,52	11,30	8,71
1	3	B3 - B4	4,01	3,94	425	-0,0002	905	2,14	1,65	8,03	6,19
1	4	B4 - B5	3,94	4,56	250	0,0025	1330	1,22	0,94	5,89	4,54
1	5	B5 - B6_B7	4,56	4,61	200	0,0003	1580	1,42	1,09	4,67	3,60
1	6+7	B6_B7 - UB	4,61	4,56	113	-0,0004	1780	3,25	2,51	3,25	2,51
			4,56				1893				
2	1+2	CB2_B1_B2 - B3_B4	3,20	4,39	800	0,0015	0	9,95	7,67	34,33	26,44
2	3+4	B3_B4 - B5_B6	4,39	5,39	810	0,0012	800	6,36	4,90	24,38	18,77
2	5+6	B5_B6 - B7_B8	5,39	5,65	725	0,0004	1600	9,26	7,13	18,02	13,87
2	7+8	B7_B8 - UB	5,65	5,86	436	0,0005	2325	8,76	6,74	8,76	6,74
			5,86				2761				
3	1+2+3	CB3_B1_B2_B3 - B4	3,68	4,46	820	0,0010	0	18,35	14,12	26,69	20,54
3	4+5	B4 - B5_B6	4,46	5,62	530	0,0022	820	3,82	2,94	8,34	6,42
3	5+6	B5_B6 - UB	5,62	5,62	0	0,0000	1350	4,52	3,48	4,52	3,48
			5,62				1350				

1588-R-ATP- DRE-01-02





2.4 DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS E CANAIS DE MACRODRENAGEM

As bacias 00 e 01 são as que apresentam maior urbanização (bairros Medianeira, Chácara, Vila da Paz, Cidade Verde, Loteamento Popular) e existência de um sistema de condutos e galerias com cadastro parcial. O cadastro existente indica que esta rede apresenta tubulações com diâmetros entre 300mm a 600mm, em sua maioria em área de baixa declividade, o que dificulta a identificação da direção do escoamento sem uma clareza nos traçados de micro e macrodrenagem.

Foi realizada uma avaliação da capacidade de condução dos trechos da rede de condutos e galerias do cadastro através de uma simulação expedita, quando foi constatado que os condutos existentes não são capazes de atender as vazões de pico de 10 anos de tempo de retorno da Bacia 00 e Bacia 01. Por este motivo, no presente estudo foi proposta uma nova rede de galerias nesta área.

Nas alternativas que contemplam a área urbanizável e/ou a área ampla das bacias 02 (CB-2.1 e CB-2.2) e 03 (CB-3), em especial, existe espaço para proposição de medidas de controle estrutural, sobretudo devido à menor ocupação atual do terreno. Assim, para cada uma destas bacias foi considerado o dimensionamento de um canal de macrodrenagem utilizando a condição de regime permanente, a partir dos valores de vazão acumulada apresentados nos quadros do item anterior (item 2.3).

Os cálculos de dimensionamento foram realizados utilizando a solução de escoamento em regime permanente pela equação de Manning e as vazões das bacias incrementais acumuladas. As declividades foram obtidas do levantamento planialtimétrico ao longo dos traçados dos canais. Nessa etapa, foi adotado Período de Retorno de 25 anos e os canais foram definidos para uma profundidade efetiva de 1,5 metros (sem a borda livre), devido a aspectos construtivos relacionados à escavação do terreno.

Os quadros apresentados a seguir, Quadro 2.4 ao Quadro 2.7, apresentam o resumo dos cálculos para estimativa das características geométricas das galerias que destinam água à casa de bombas CB-1 (DC-1A e DC-1B) e dos canais, em cada trecho, que destinam água às casas de bombas CB-2 e CB-3. Como a casa de bombas CB-2, dependendo da alternativa estudada, localiza-se em diferentes pontos, o dreno que destina água a esta casa de bombas tem seu comprimento alterado, tendo nomenclaturas diferentes: DC-2.1 para a alternativa 1; DC-2.2 para as alternativas 2 e 3..



Quadro 2.4. Alternativas 1, 2 e 3 - Galerias DC-1A e DC-1B

Bacia/Sub-bacia	Dreno	Vazão Global (m³/s)	Nº de células	# célula (mxm)	Comprim. trecho (m)	Vazão / galeria (m³/s)	"n" Manning	I (m/m)	B (m)	Y (m)	Am (m²)	Pm (m)	Rh (m)	"Q" p/ galeria (m³/s)
CB1_B1 - B2	DC-01.A	10,86	2	2,5	830,0	5,43	0,020	0,00075	2,50	1,90	4,75	6,30	0,75	5,38
B2 - B3		9,41	2	2,5	430,0	4,71	0,020	0,00075	2,50	1,72	4,30	5,94	0,72	4,75
B3 - B4		7,78	2	2,0	350,0	3,89	0,020	0,00075	2,00	1,90	3,79	5,79	0,65	3,92
B4 - B5_B6		4,66	2	2,0	290,0	2,33	0,020	0,00075	2,00	1,26	2,53	4,53	0,56	2,34
B5_B6 - UB		2,97	1	2,0	80,0	2,97	0,020	0,00075	2,00	1,53	3,05	5,05	0,60	2,99
CB1_B1 - B2	DC-01.B	14,13	2	2,5	398,0	7,07	0,020	0,00075	2,50	2,34	5,86	7,18	0,82	7,00
B2 - B3		11,3	2	2,5	460,0	5,65	0,020	0,00075	2,50	1,96	4,90	6,42	0,76	5,60
B3 - B4		8,03	2	2,0	425,0	4,02	0,020	0,00075	2,00	1,92	3,84	5,84	0,66	3,98
B4 - B5		5,89	2	2,0	250,0	2,95	0,020	0,00075	2,00	1,52	3,04	5,04	0,60	2,97
B5 - B6_B7		4,67	2	2,0	200,0	2,34	0,020	0,00075	2,00	1,26	2,53	4,53	0,56	2,35
B6_B7 - UB		3,25	1	2,0	113,0	3,25	0,020	0,00075	2,00	1,64	3,29	5,29	0,62	3,28

Quadro 2.5. Alternativa 1 - Dreno Coletor DC-2.1

Bacia	Sub-bacia	Trecho	Comprimento (m)	Vazão global (m³/s)	m (H:V)	n	I(m/m)	y(m)	B (m)	Am (m²)	Pm (m)	Rh (m)	Qmax (m³/s)
2	1+2	CB2_B1_B2 - B3_B4	725	17,96	0	0,025	0,0005	1,50	12,0	18,00	15,00	1,20	18,18
2	3+4	B3_B4 - UB	457	8,76	0	0,025	0,0005	1,50	6,4	9,65	9,43	1,02	8,76

Quadro 2.6. Alternativas 2 e 3 - Dreno Coletor DC-2.2

Bacia	Sub-bacia	Trecho	Comprimento (m)	Vazão global (m³/s)	m (H:V)	n	I (m/m)	y (m)	B (m)	Am (m²)	Pm (m)	Rh (m)	Qmax (m³/s)
2	1+2	CB2_B1_B2 - B3_B4	800	34,33	0	0,025	0,001	1,50	15,6	23,40	18,60	1,26	34,49
2	3+4	B3_B4 - B5_B6	810	24,38	0	0,025	0,001	1,50	11,5	17,25	14,50	1,19	24,50
2	5+6	B5_B6 - B7_B8	725	18,02	0	0,025	0,001	1,50	8,9	13,35	11,90	1,12	18,23
2	7+8	B7_B8 - UB	436	8,76	0	0,025	0,001	1,50	4,9	7,35	7,90	0,93	8,86

Quadro 2.7. Alternativa 3 - Dreno Coletor DC-03

Bacia	Sub-bacia	Trecho	Comprimento (m)	Q global (m³/s)	m (H:V)	n	I (m/m)	y (m)	B (m)	Am (m²)	Pm (m)	Rh (m)	Qmax (m³/s)
3	1+2+3	CB3_B1_B2_B3 - B4	820	26,69	0	0,025	0,0005	1,50	17,0	25,50	20,00	1,28	26,82
3	4+5	B4 - B5_B6	530	8,34	0	0,025	0,0015	1,50	4,0	6,00	7,00	0,86	8,39
3	5+6	B5_B6 - UB	0	4,52	0	0,025	0,0015	1,50	2,6	3,90	5,60	0,70	4,75

1558-R-ATP-DRE-01-02





2.5 VAZÕES AFLUENTES ÀS CASAS DE BOMBAS

Uma avaliação da atenuação da vazão de pico por efeito de armazenamento nos canais foi efetuada através de propagação da onda de cheia utilizando a metodologia de Muskingum-Cunge.

As simulações foram efetuadas para os hidrogramas de projeto com período de retorno de 25 anos, concentrados a montante de cada trecho de canal, considerando as características apresentadas no Quadro 2.8.

Quadro 2.8. Propagação de vazão em canais

Bacia	CB	Trecho (m)	Largura (m)	n Manning	Declividade (m/m)	Profundidade (m)	Vazão de pico a montante (m ³ /s)	Vazão de pico a jusante (m ³ /s)
B00	1	1980	7,7	0,025	0,0005	1,5	10,9	8,6
B01	1	1846	6,7	0,025	0,0012	1,5	14,1	13,2
B02	2	1180	12	0,025	0,0005	1,5	18,0	15,6
B02	2	2760	15,6	0,025	0,0010	1,5	34,3	31,2
B03	3	830	17,0	0,025	0,0020	1,5	26,7	26,4

As figuras apresentadas a seguir, Figura 2.11 à Figura 2.15, apresentam a propagação de vazões nos canais. Em geral, é possível observar uma leve atenuação dos picos de vazão, sobretudo nos canais com menor declividade. Verificou-se, portanto, um abatimento de cerca de 15% na vazão afluente à CB-1 e à CB-2.2, 10% na vazão afluente à CB-2.2 e praticamente nulo na vazão afluente à CB-3.

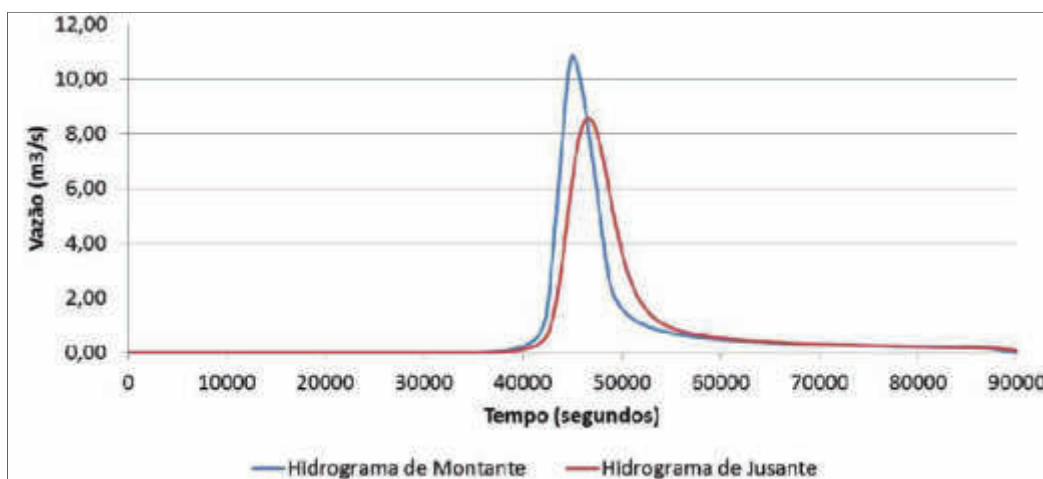


Figura 2.11. Propagação de vazão na Galeria DC-1A: Alternativas 1, 2 e 3

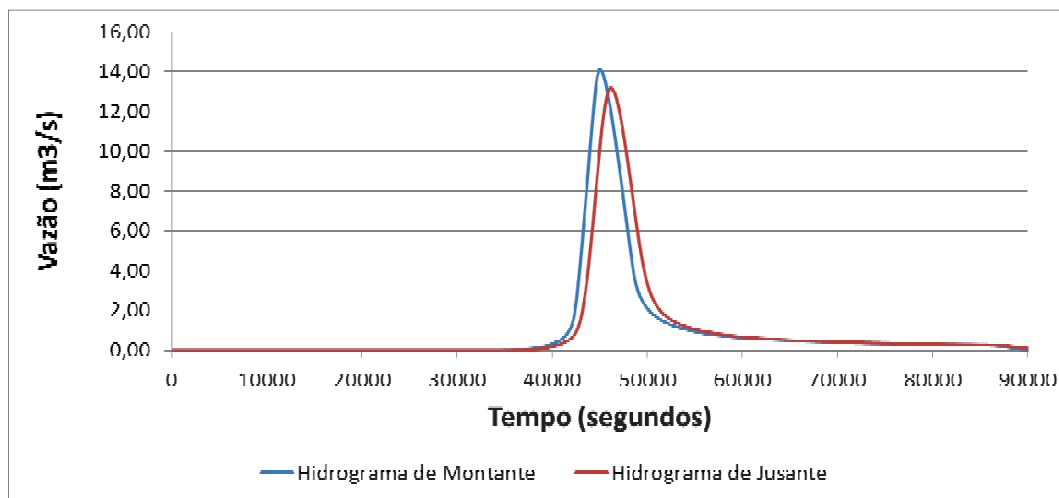


Figura 2.12. Propagação de vazão na Galeria DC-1B: Alternativas 1, 2 e 3

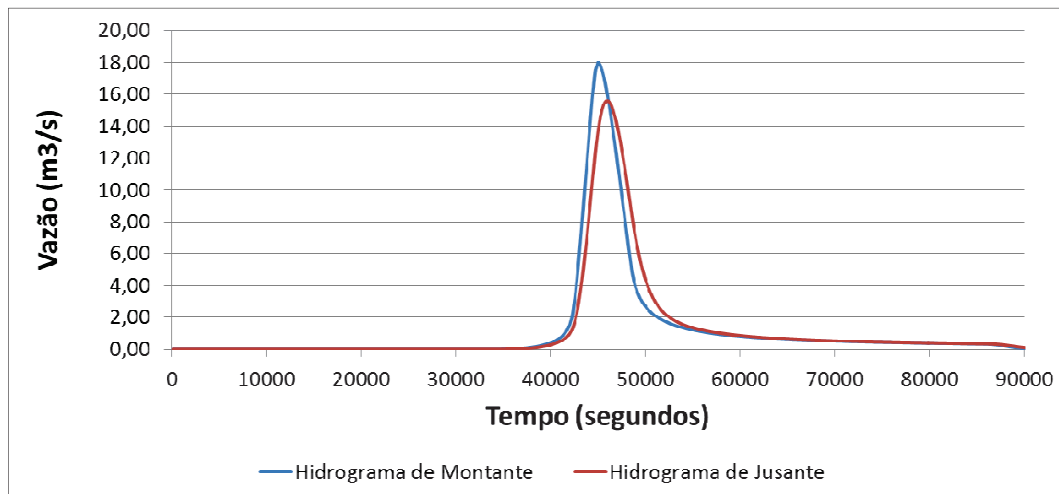


Figura 2.13. Propagação de vazão no Canal DC-2.1: Alternativa 1

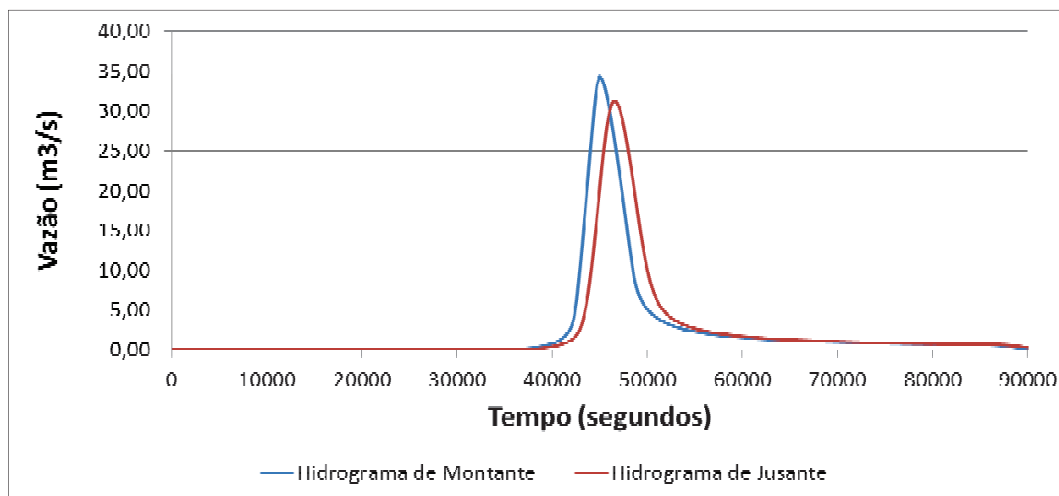


Figura 2.14. Propagação de vazão no Canal DC-2.2: Alternativa 2

1558-R-ATP- DRE-01-02



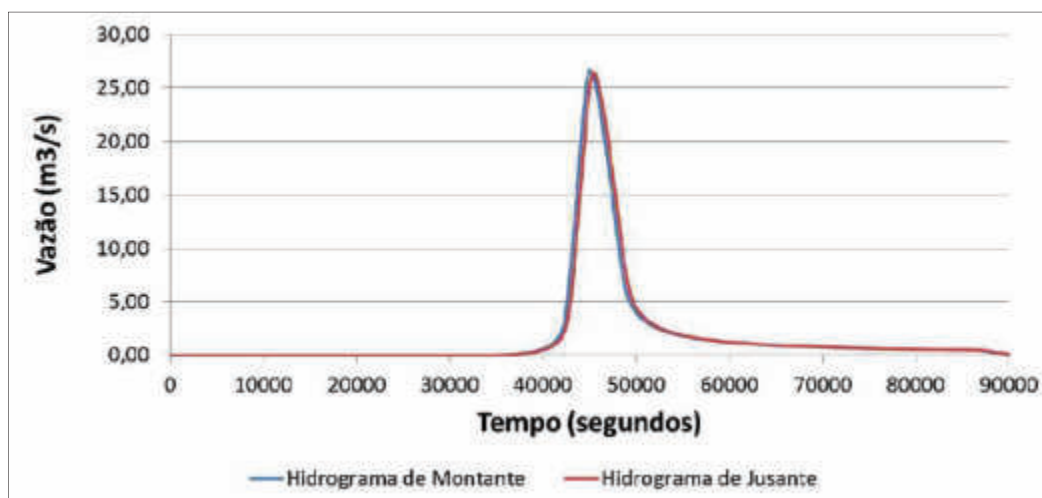


Figura 2.15. Propagação de vazão no DC-3: Alternativa 3

As simulações de propagação de vazões os canais demonstraram baixa atenuação nos picos. Assim, os volumes em m^3 apresentados podem ser utilizados diretamente para estimar áreas em m^2 ou hectares equivalentes para reservação. Por exemplo, supondo um reservatório com 1,0 m de profundidade, a área necessária para reservar o hidrograma de cheia da CB-1 nas Alternativas 1, 2 e 3, é de 149 hectares.

Como a área disponível para grandes reservatórios de amortecimento junto às casas de bombas é um fator limitante, concluiu-se por não prever grandes reservatórios junto às CBs.



3 DRENOS COLETORES

1558-R-ATP- DRE-01-02





3 DRENOS COLETORES

Os drenos coletores são infraestruturas destinadas à coleta e condução das vazões de drenagem das áreas protegidas, inclusive das vias urbanas, até as casas de bombas situadas junto aos diques.

Os coletores terão capacidade de condução das vazões resultantes das chuvas com TR=25 anos, conforme já justificado. As obras dos sistemas coletores de macrodrenagem podem ser assim agrupadas:

coletores em galerias celulares de concreto: conduzem as vazões das áreas densamente urbanizadas até a casa de bombas CB-1, e

coletores em canais abertos: drenam as áreas menos urbanizadas e destinam suas águas até as casas de bombas CB-2 e CB-3.

3.1 DRENOS COLETORES EM GALERIAS CELULARES

A condução das vazões de drenagem das áreas densamente ocupadas deverá ser realizada através de infraestruturas a serem implantadas sob as vias urbanas de forma a minimizar a ocupação dos já escassos espaços urbanos. Enquadram-se nesta tipologia de infraestrutura de condução das águas pluviais os drenos coletores DC-01A e DC-01B, que orientam a drenagem para a casa de bombas CB-1.

A galeria DC-01A possui uma extensão total de 1980m e se estende até a CB-1 passando pela rua Bento Gonçalves, pela avenida "A", rua Dique e avenida Getúlio Vargas (até a Vila da Paz).

A galeria DC-01B possui uma extensão total de 1846 e se estende até a CB-1 passando pela avenida Nestor Jardim Filho, rua Antônio Mariante, rua Jânio Quadros e por uma rua paralela à rua Lajeado.

As estruturas mais adequadas para este fim são as galerias retangulares de concreto, as quais poderão ser constituídas de peças pré-moldadas ou moldadas "in loco". Seu funcionamento hidráulico deverá ser como canal e, portanto, não deverá operar com seção plena para vazões decorrentes de chuvas com tempo de retorno inferior a 25 anos. A velocidade da água deverá ser suficiente para que haja o transporte de eventuais sedimentos.

As galerias retangulares apresentam a vantagem de permitir facilidades para uso de equipamentos para inspeção, limpeza ou manutenção das obras.

As galerias poderão ser simples ou duplas. Cada seção da galeria poderá medir desde 1,50x1,50m até 2,50x2,50m. Dimensões maiores poderão demandar escavações muito avantajadas provocando transtornos de ordem significativa na cidade.

Ao nível de anteprojeto, previu-se a instalação dessas galerias em cotas que permitam coletar as vazões provenientes dos coletores tubulares (microdrenagem) sem resultar prejuízos hidráulicos aos tubos. Assim, sua instalação deverá ser de tal forma que o nível máximo da água no seu interior seja, no máximo, igual ao nível da água nos coletores tubulares que desembocam nelas, evitando-se efeitos de remanso.

As seções típicas dos coletores com seção em galeria estão indicadas na Figura 3.1 e, de forma mais detalhada, no Desenho 1558-D-COL-SEC-01-00.

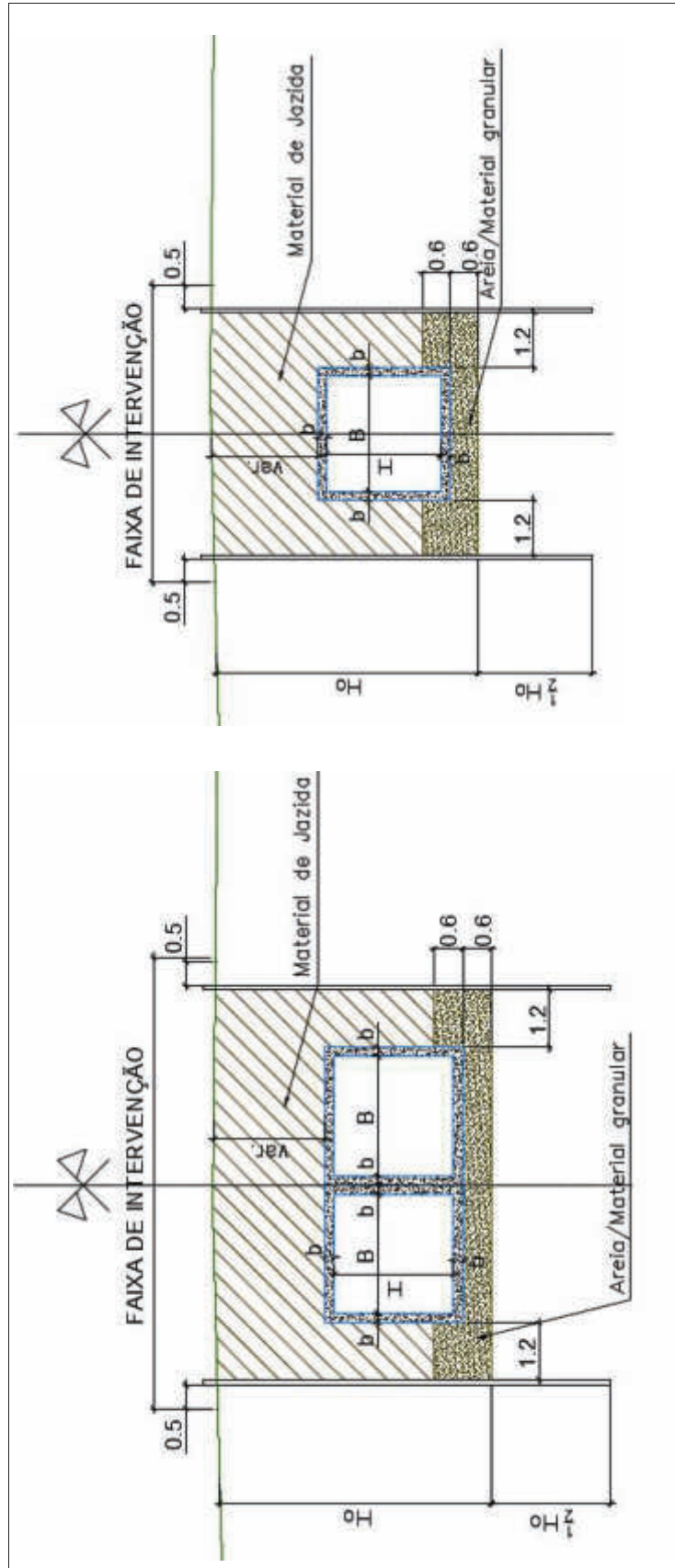


Figura 3.1. Seções típicas dos drenos em galeria celular de concreto

1558-R-ATP-DRE-01-02





No presente anteprojeto, indicou-se a instalação de galerias retangulares para realizar a macrodrenagem orientada para a casa de bombas CB-1. Estas galerias desembocarão num tanque de acumulação de onde as vazões serão bombeadas para o lado externo do dique. Adotou-se um coeficiente de rugosidade de Manning igual a 0,02 e declividade longitudinal média de 0,00075 m/m.

Estas galerias estão mostradas de forma geral, para as 3 alternativas de diques, nos desenhos 1558-D-COL-GER-01-00 ao 1558-D-COL-GER-04-00.

O caminhamento da galeria de concreto DC-1A está apresentada nos Desenhos 1558-D-CO1-PLN-01-00 ao D-CO1-PLN-04-00, enquanto que o caminhamento da galeria de concreto DC-1B está apresentado nos Desenhos D-CO2-PLN-01-00 ao D-CO2-PLN-04-00.

Os comprimentos e algumas características hidráulicas de cada trecho de coletor são apresentados no Quadro 3.1 abaixo.

Quadro 3.1. Características hidráulicas das galerias de concreto da CB-1. Alternativas 1, 2 e 3.

Casa de Bombas	Drenos	Vazão global (m³/s)	Nº de galerias	# célula (mxm)	Comprimento (m)	Vazão/galeria (m³/s)	Base canal (m)	Altura lâmina (m)	Velocidade (m/s)
CB-1	Dreno DC-1A	10,86	2	2,5	830,0	5,43	2,50	1,93	1,14
		9,41	2	2,5	430,0	4,71	2,50	1,72	1,10
		7,78	2	2,0	350,0	3,89	2,00	1,87	1,03
		4,66	2	2,0	290,0	2,33	2,00	1,27	0,93
		2,97	1	2,0	80,0	2,97	2,00	1,53	0,98
CB-1	Dreno DC-1B	14,13	2	2,5	398,0	7,07	2,50	2,34	1,19
		11,3	2	2,5	460,0	5,65	2,50	1,96	1,14
		8,03	2	2,0	425,0	4,02	2,00	1,92	1,04
		5,89	2	2,0	250,0	2,95	2,00	1,52	0,98
		4,67	2	2,0	200,0	2,34	2,00	1,26	0,93
		3,25	1	2,0	113,0	3,25	2,00	1,64	1,00

3.2 DRENOS COLETORES EM CANAIS ABERTOS

A coleta e o transporte das vazões de drenagem em áreas parcialmente urbanizadas serão realizados através de canais abertos com seção composta (retangular até a altura de 2,5m e trapezoidal na porção superior). Este tipo de seção foi preconizado para os coletores de drenagem DC-02 (DC-02.1 e DC-02.2) e DC-03 que orientam a drenagem para as casas de bombas CB-2 e CB-3 e está apresentada na Figura 3.2.

Esta solução apresenta custos de implantação significativamente menores que coletores com seção em galeria e, adicionalmente, apresentam vantagens no que se refere às operações de manutenção. Uma desvantagem desta solução é maior largura demandada para a faixa de implantação em relação à solução com galerias.

De maneira geral, o caminhamento dos canais coletores foi definido pela presença de canais de irrigação/drenagem na área urbanizada ou em fase de urbanização. Entretanto, parte do caminhamento dos canais de condução para a CB-2 foi modificado a fim de sair do alinhamento das torres de alta tensão existentes muito próximas ao canal. Conforme a solução proposta, as bases das torres ficarão localizadas fora da faixa de “off set” do canal e ruas laterais.

1558-R-ATP- DRE-01-02





A seção típica proposta para estes canais é do tipo composta sendo que a parte inferior será retangular com paredes de concreto e a parte superior terá taludes em terra, com inclinação 1,0:1,5. O fundo do canal será revestido com material granular ("rachão"). As paredes verticais dos canais serão em pré-moldados de concreto assentados sobre estacas de eucalipto.

Para o dimensionamento foi adotado um coeficiente "n" de Manning igual a 0,025 e largura da base diferente para cada trecho de modo que a altura da lâmina de água resultante fosse igual a 1,50m. As características hidráulicas da seção retangular do canal estão indicadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2. Características da seção hidráulica dos canais abertos (canais de drenagem)

Alternativa	Bacia	Sub-bacia	Comprimento (m)	Distância até a CB (m)	Vazão TR=25 (m³/s)	Declividade. (m/m)	Lâmina d'água (m)	Base canal "b" (m)	Velocidade (m/s)
1	2	1+2	725	0	18,18	0,0005	1,50	12,0	1,01
	2	3+4	457	725	8,76	0,0005	1,50	6,4	0,91
				1182			1,50		
2 e 3	2	1+2	800	0	35,85	0,0010	1,50	16,2	1,48
	2	3+4	810	800	25,90	0,0010	1,50	12,1	1,43
	2	5+6	725	1600	21,35	0,0010	1,50	10,2	1,40
	2	7+8	436	2325	11,74	0,0010	1,50	6,2	1,27
				2761			1,50		
3	3	1+2+3	820	0	26,69	0,0005	1,50	17,0	1,05
	3	4+5	530	820	8,34	0,0015	1,50	4,0	1,40
	3	5+6	0	1350	4,52	0,0015	1,50	2,6	1,22

As estacas de fundação para as peças pré-moldadas poderão ser de madeira (eucalipto ou similar) ou de concreto pré-moldado e deverão ter comprimento total da ordem de 9,0m.

Os pré-moldados a serem utilizados nas paredes dos canais terão altura da ordem de 2,50m e base com cerca de 2,0m. Cada peça terá cerca de 2,0m de comprimento, espessura de 0,25m e pesará cerca de 2,50 toneladas. As características dimensionais destas peças poderão ser ajustadas por ocasião do detalhamento do projeto.

Para o pré-dimensionamento hidráulico do canal considerou-se que a altura da lâmina de água será de 1,50. Para minimizar a área ocupada pelos canais preconizou-se que as paredes verticais deverão alcançar uma altura da ordem de 2,50m. Com isto garante-se que não haverá transbordamento da seção revestida com concreto, evitando-se a erosão dos taludes em terra.

A velocidade máxima da água deverá ser de 1,20 m/s de forma a evitar o aprofundamento excessivo dos canais e o conseqüente movimento de terra também excessivo.

Estes canais deverão ser construídos de forma que permitam a coleta das vazões provenientes dos coletores tubulares da microdrenagem de forma que sua descarga seja livre, ou seja, a cota do nível de água nos locais de desemboque dos coletores tubulares deverá ser superior ou igual à cota do nível da água nos canais. As seções típicas dos canais coletores estão apresentadas na Figura 3.2.

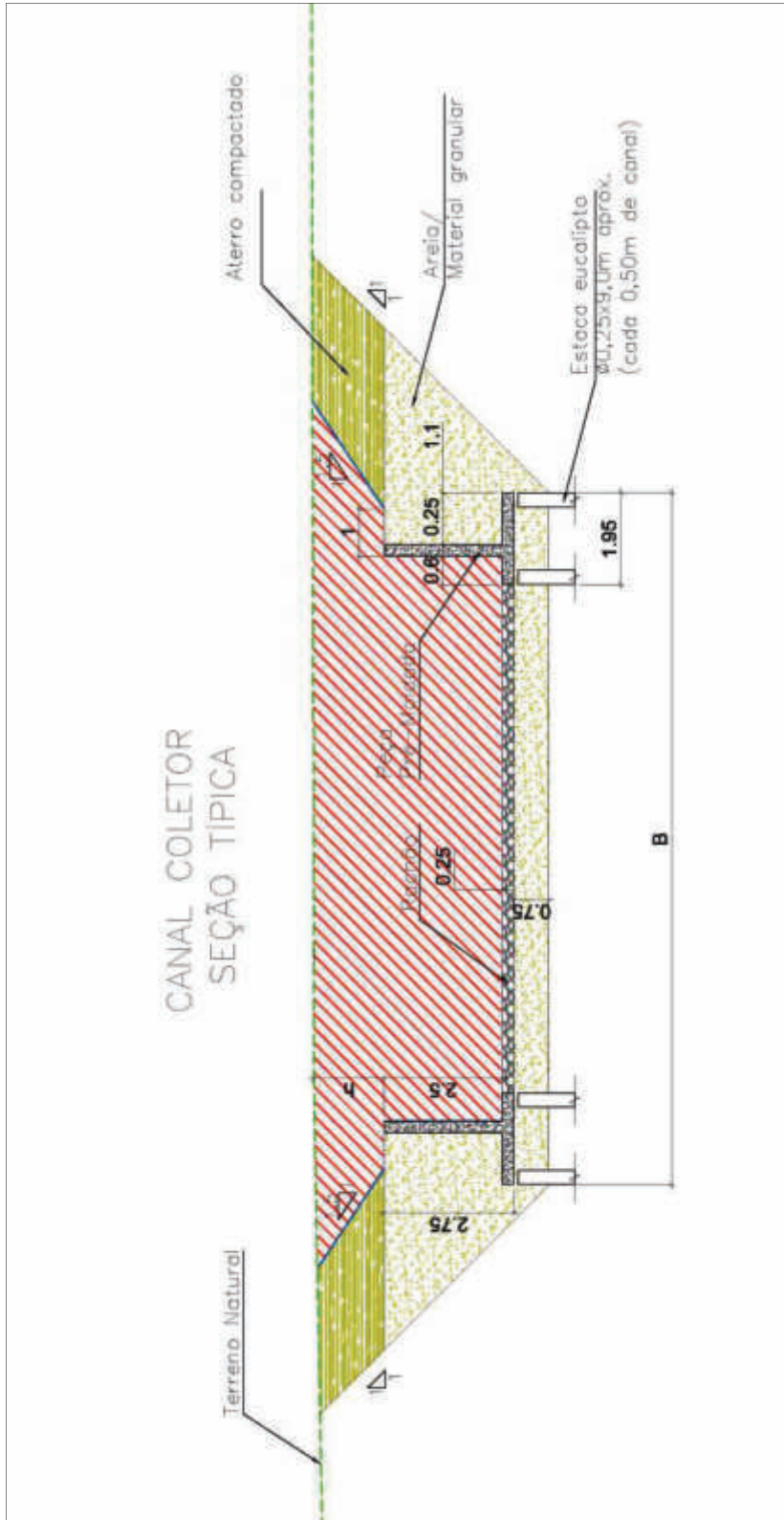


Figura 3.2. Seções típicas de drenos coletores em canais





Os caminhamentos dos canais de drenagem estão apresentados nos Desenhos 1558-D-CO3-PLN-01-00 ao D-CO3-PLN-03-00 (Dreno Coletor DC-02.1), 1558-D-CO4-PLN-01-00 ao D-CO3-PLN-05-00 (Dreno Coletor DC-02.2) e 1558-D-CO5-PLN-01-00 ao D-CO5-PLN-03-00 (Dreno Coletor DC-03).

3.3 QUANTIDADES DE SERVIÇOS NECESSÁRIOS E CUSTOS DAS OBRAS

Tendo como referência os condicionantes de projeto antes enunciados, foram determinadas as quantidades dos materiais e serviços de cada canal estudado bem como os custos globais de cada coletor. Os resultados obtidos estão indicados nos quadros a seguir, para cada obra.

Os custos das obras, assim como os quantitativos, estão apresentados no Relatório de Viabilidade deste estudo, onde estão contemplados, além dos custos diretos das obras, custos referentes à instalação da obra e serviços preliminares, estudos ambientais, recuperação de áreas degradadas e consultoria.

O Quadro 3.10 apresenta um resumo dos custos relativos aos canais de macrodrenagem, considerando-se os custos com desapropriação das áreas relativas aos canais. Para os custos apresentados, aplicou-se o BDI apresentado no Quadro 3.3 e no Quadro 3.4.

Quadro 3.3. Demonstrativo de BDI de serviços

Item	Descrição dos serviços	(%)
1	Administração Central (AC)	6,00%
2	Impostos e Taxas (I)	7,65%
2.1	ISS	4,00%
2.2	PIS	0,65%
2.3	Cofins	3,00%
3	Risco, seguro e garantia (R)	1,05%
3.1	Risco	0,48%
3.2	Seguro	0,36%
3.3	Garantias	0,21%
4	Despesas Financeiras (DF)	1,00%
5	Lucro (L)	7,90%
	BDI* (%)	26,32%

Considerações:

Acórdão nº 2369/2011 - TCU - Plenário - DOU nº174 em 20 de setembro de 2011

$$(*) \text{ BDI } (\%) = (((1+AC+R)*(1+DF)*(1+L))/(1-I))-1$$

Valor Obra: acima de R\$150.000.000,00

Tipo de Obra: Saneamento Básico, obra mediana em condições normais

1558-R-ATP- DRE-01-02





Quadro 3.4. Demonstrativo do BDI de Fornecimento

Item	Descrição dos serviços	(%)
1	Administração Central (AC)	3,80%
2	Impostos e Taxas (I)	3,65%
2.1	ISS	0,00%
2.2	PIS	0,65%
2.3	Cofins	3,00%
3	Risco, seguro e garantia (R)	1,35%
4	Despesas Financeiras (DF)	1,10%
5	Lucro (L)	5,00%
	BDI* (%)	15,85%

Considerações:

Acórdão nº 2369/2011 - TCU - Plenário - DOU nº174 em 20 de setembro de 2011

$$(*) \text{ BDI } (\%) = (((1+AC+R)*(1+DF))*(1+L))/(1-I)-1$$

Tipo de Obra: Obra mediana em condições normais

Quadro 3.5. Quantidades e custos para implantação da Galeria DC-01A

Descrição do Serviço	Unid.	Quant.	Unit. c/ BDI (R\$)	Total c/ BDI (R\$)
DRENO COLETOR DC-01A				
Desmatamento, destocamento e limpeza	m²	4.794,00	0,64	3.068,16
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	4.855,50	70,51	342.361,31
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	2.851,20	8,02	22.866,62
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	76.631,83	15,46	1.184.728,03
Execução de aterro com material granular (areia)	m³	11.964,00	70,51	843.581,64
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	35.799,43	18,94	678.041,13
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m³	99.621,37	2,85	283.920,92
Momento extraordinário de transporte de areia	m³Xkm	178.707,19	1,04	185.855,48
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³Xkm	1.233.290,23	1,04	1.282.621,84
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³Xkm	249.053,44	1,04	259.015,57
Escoramento c/ estaca prancha, fornecimento e execução (h~6,75m)	m²	26.730,00	62,20	1.662.606,00
Fornecimento e assentamento de corpo de BSCC (#2,0mx2,0m); h=1,0 a 2,5m	m	80,00	2.319,55	185.564,00
Fornecimento e assentamento de corpo de BDCC (#2,0mx2,0m); h=1,0 a 2,5m	m	640,00	4.020,21	2.572.934,40
Fornecimento e assentamento de corpo de BDCC (#2,5mx2,5m); h=1,0 a 2,5m	m	1.260,00	5.428,87	6.840.376,20
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.634.109,08	1.634.109,08
			Subtotal	17.981.650,38
DESAPROPRIAÇÕES DE TERRAS				
Drenos Coletores	m²	23.406,00	30,00	702.180,00
			Subtotal	702.180,00
			TOTAL	18.683.830,38

1558-R-ATP- DRE-01-02





Quadro 3.6. Quantidades e custos para implantação da Galeria DC-01B

Descrição do Serviço	Unid.	Quant.	Unit. c/ BDI (R\$)	Total c/ BDI (R\$)
DRENO COLETOR DC-01B				
Desmatamento, destocamento e limpeza	m ²	705,00	0,64	451,20
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m ³	2.328,30	70,51	164.168,43
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	2.658,29	8,02	21.319,47
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m ³	78.528,71	15,46	1.214.053,87
Execução de aterro com material granular (areia)	m ³	10.873,40	70,51	766.683,64
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m ³	40.740,14	18,94	771.618,22
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m ³	102.087,32	2,85	290.948,87
Momento extraordinário de transporte de areia	m ³ xkm	140.268,09	1,04	145.878,82
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m ³ xkm	1.403.497,77	1,04	1.459.637,68
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m ³ xkm	255.218,31	1,04	265.427,04
Escoramento c/ estaca prancha, fornecimento e execução (h~6,75m)	m ²	24.921,45	62,20	1.550.114,38
Fornecimento e assentamento de corpo de BSCC (#2,0mx2,0m); h=1,0 a 2,5m	m	113,00	2.319,55	262.109,15
Fornecimento e assentamento de corpo de BDCC (#2,0mx2,0m); h=1,0 a 2,5m	m	875,00	4.020,21	3.517.683,75
Fornecimento e assentamento de corpo de BDCC (#2,5mx2,5m); h=1,0 a 2,5m	m	858,00	5.428,87	4.657.970,46
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.508.100,75	1.508.100,75
			Subtotal	16.596.165,74
DESAPROPRIAÇÕES DE TERRAS				
Drenos Coletores	m ²	13.940,00	30,00	418.200,00
			Subtotal	418.200,00
			TOTAL	17.014.365,74

Quadro 3.7. Quantidades e custos para implantação do Dreno Coletor DC-02.1

Descrição do Serviço	Unid.	Quant.	Unit. c/ BDI (R\$)	Total c/ BDI (R\$)
DRENO COLETOR DC-02-2				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m ³	6.915,75	70,51	487.629,76
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	567,45	8,02	4.550,92
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m ³	98.087,64	15,46	1.516.434,91
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m ³	2.860,77	32,59	93.232,50
Execução de aterro com material granular (areia)	m ³	9.203,38	70,51	648.930,13
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m ³	33.600,69	18,94	636.397,01
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m ³	3.575,96	65,33	233.617,64
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m ³	127.513,93	2,85	363.414,71
Momento extraordinário de transporte de areia	m ³ xkm	171.265,76	1,04	178.116,39
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m ³ xkm	1.157.543,67	1,04	1.203.845,41
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m ³ xkm	31.611,51	1,04	32.875,97
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m ³ xkm	318.784,83	1,04	331.536,22
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto d=0,25m, l=9,0m	m	85.116,96	17,04	1.450.393,05
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	2.364,36	2.436,22	5.760.101,32
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.293.476,80	1.293.476,80
			Subtotal	14.234.552,74
DESAPROPRIAÇÕES DE TERRAS				
Drenos Coletores	m ²	63.838,00	30,00	1.915.140,00
			Subtotal	1.915.140,00
			TOTAL	16.149.692,74

1558-R-ATP- DRE-01-02





Quadro 3.8. Quantidades e custos para implantação do Dreno Coletor DC-02.2

Descrição do Serviço	Unid.	Quant.	Unif. c/ BDI (R\$)	Total c/ BDI (R\$)
DRENO COLETOR DC-02-2				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	16.213,10	70,51	1.143.185,89
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	1.330,31	8,02	10.669,05
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	301.483,39	15,46	4.660.933,21
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m³	8.097,21	32,59	263.887,94
Execução de aterro com material granular (areia)	m³	20.185,65	70,51	1.423.290,29
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	94.378,00	18,94	1.787.519,27
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m³	10.121,51	65,33	661.238,08
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m³	391.928,41	2,85	1.116.995,96
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	386.736,77	1,04	402.206,24
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	3.251.322,01	1,04	3.381.374,89
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m³xkm	89.474,13	1,04	93.053,09
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	979.821,02	1,04	1.019.013,86
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto d=0,25m, l=9,0m	m	199.545,88	17,04	3.400.261,85
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	5.542,94	2.436,22	13.503.824,21
Eventuais [10%]	vb	1,00	3.284.993,95	3.284.993,95
			Subtotal	36.152.447,78
DESAPROPRIAÇÕES DE TERRAS				
drenos coletores	m²	165.759,00	30,00	4.972.770,00
			Subtotal	4.972.770,00
			TOTAL	41.125.217,78

Quadro 3.9. Quantidades e custos para implantação do Dreno Coletor DC-03

Descrição do Serviço	Unid.	Quant.	Unif. c/ BDI (R\$)	Total c/ BDI (R\$)
DRENO COLETOR DC-03				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m³	7.897,50	70,51	556.852,73
Esgotamento d'água contínuo de cava	h	648,00	8,02	5.196,96
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m³	125.688,85	15,46	1.943.149,57
Execução de aterro com material granular (rachão ou resíduo de pedreira)	m³	4.015,00	32,59	130.848,85
Execução de aterro com material granular (areia)	m³	9.761,75	70,51	688.300,99
Forn., carga, descarga e execução de aterro com material de 1ª cat (argila)	m³	43.059,30	18,94	815.543,19
Fornecimento de rachão ou mat rochoso similar	m³	5.018,75	65,33	327.874,94
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m³	163.395,50	2,85	465.677,18
Momento extraordinário de transporte de areia	m³xkm	187.629,53	1,04	195.134,71
Momento extraordinário de transporte de mat 1ª cat p/ aterro	m³xkm	1.483.392,98	1,04	1.542.728,70
Momento extraordinário de transporte de mat rochoso	m³xkm	44.365,75	1,04	46.140,38
Momento extraordinário de transporte de mat p/ bota-fora	m³xkm	408.488,75	1,04	424.828,30
Fornecimento e execução de estacas de eucalipto d=0,25m, l=9,0m	m	97.200,00	17,04	1.656.288,00
Fornecimento e assentamento de pré-moldados de concreto para canal	pç	2.700,00	2.436,22	6.577.794,00
Eventuais [10%]	vb	1,00	1.536.838,08	1.536.838,08
			Subtotal	16.913.196,57
DESAPROPRIAÇÕES DE TERRAS				
Drenos Coletores	m²	87.750,00	30,00	2.632.500,00
			Subtotal	2.632.500,00
			TOTAL	19.545.696,57

Quadro 3.10. Totais dos custos relativos aos canais e galerias de macrodrenagem, em reais (com BDI e desapropriação)

Alternativa	DC-01-A	DC-01-B	DC-02-1	DC-02-2	DC-03	Total
1	18.683.830,38	17.014.365,74	16.149.692,74			51.847.888,86
2	18.683.830,38	17.014.365,74		41.125.217,78		76.823.413,91
3	18.683.830,38	17.014.365,74		41.125.217,78	19.545.696,57	96.369.110,48

1558-R-ATP- DRE-01-02





4 CANAIS DE DESCARGA

1558-R-ATP- DRE-01-02





4 CANAIS DE DESCARGA

Os canais de descarga são responsáveis pela condução das vazões descarregadas pelas casas de bombas e pelas estruturas de “by-pass” até o rio Jacuí. Estes canais atravessam áreas planas, alagáveis, eventualmente ocupadas com lavouras de arroz e/ou pastagens. Sempre que possível, os canais de descarga devem seguir o alinhamento de canais de irrigação e/ou drenagem existentes.

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CANAIS DE DESCARGA

Os canais de descarga iniciam junto ao talude externo do dique, onde estão localizadas as casas de bombas, e se estenderão até a margem do rio Jacuí. Serão canais com seção em terra, escavados com taludes 1,0:2,0 e declividade suave, de forma que as velocidades não excedam a 1,0 m/s.

As vazões a serem conduzidas por estes canais variam desde praticamente nula (durante os períodos de estiagem) até a vazão de projeto para TR=25 anos para o sistema de macrodrenagem.

As características de escoamentos destes canais dependem muito do nível de água no rio Jacuí, podendo ou não haver efeitos de remanso, ou, ainda, submergência total dos canais quando o nível de água chega até a elevação do terreno junto às casas de bombas, ou mais.

Assim, verificou-se a capacidade de escoamento destes canais para as vazões totais das estações de bombeamento. Considerou-se escoamento livre nos canais de descarga de forma que, havendo efeitos de remanso ou submergência total dos canais, as velocidades verificadas no escoamento serão inferiores às aqui apresentadas.

Os canais de condução iniciarão junto às obras de descarga da casa de bombas, a jusante do dique, e a cota de fundo do mesmo estará a uma profundidade de aproximadamente 4,80m em relação ao nível do terreno natural.

Para o cálculo das seções dos canais utilizou-se um coeficiente de rugosidade de Manning igual a 0,030. Também é proposta uma borda livre da ordem de 0,50m, para todos os canais, para compensar eventuais efeitos de assoreamentos e crescimento de vegetação.

O Quadro 4.1 apresenta as características hidráulicas do escoamento através dos canais de descarga para as vazões totais das estações de bombeamento.

Quadro 4.1. Características hidráulicas dos canais de descarga com vazão plena das casas de bombas

Nome do canal	Alternativas dos diques	Comprimento (m)	Vazão (m³/s)	Declividade (m/m)	Base do canal (m)	Lâmina (m)	Velocidade (m/s)
CD-01	Alt 1, Alt 2 e Alt 3	2.192	21,8	0,0004	8,0	2,1	0,85
CD-02.1	Alt 1	3.203	15,6	0,0004	7,0	1,8	0,79
CD-02.2	Alt 2 e Alt 3	4.791	31,2	0,0004	8,0	2,5	0,99
CD-03	Alt 3	2.948	26,4	0,0003	8,0	2,5	0,82

Considerando que a profundidade média de escavação no início dos canais, logo após o local de descarga das casas de bombas é 4,8m, verifica-se no quadro anterior que a altura da lâmina de água no canal é da ordem de 2,50 m com a vazão plena das CB's. Como a profundidade de escavação dos canais de descarga é sempre superior a este valor, não haverá transbordamento dos mesmos junto às casas de bomba considerando-se o critério adotado de escoamento livre, sem efeitos de remanso do rio Jacuí.

1558-R-ATP- DRE-01-02





Os volumes de materiais escavados serão distribuídos ao longo dos canais resultando em diques que auxiliarão a condução da água até o rio, evitando eventuais transbordamentos para as lavouras. Os volumes de materiais escavados serão distribuídos a distâncias inferiores a 1,0km de forma a compensar pequenas variações de corte/aterro. As distâncias de transporte deverão estar embutidas nos custos de corte.

Os canais de descarga estão mostrados de forma geral, para as 3 alternativas de diques, nos desenhos 1558-D-CDE-GER-01-00 ao 1558-D-CDE-GER-04-00.

Os caminhamentos dos canais de descarga estão apresentados nos Desenhos 1558-D-CD1-PLN-01-00 ao D-CD1-PLN-04-00 (CD-01), 1558-D-CD2-PLN-01-00 ao D-CD2-PLN-09-00 (CD-02.1), 1558-D-CD3-PLN-01-00 ao D-CD3-PLN-06-00 (CD-02.2) e 1558-D-CD4-PLN-01-00 ao D-CD4-PLN-06-00 (CD-03).

4.2 IMPLANTAÇÃO E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

A implantação dos drenos de descarga demandará a desapropriação de faixas de terra com os comprimentos indicados no quadro anterior. A largura desta faixa será decorrência da largura dos canais, aterros laterais com as pistas de manutenção, banquetes e cercas.

O processo construtivo envolverá a implantação de uma faixa de “aterro de conquista” com largura de aproximadamente 6,0m, uma em cada lado do canal. Esta faixa, dependendo das condições de umidade do terreno, poderá ser necessária para permitir o acesso das máquinas ao local das obras, face à baixa capacidade de suporte do terreno.

Os materiais resultantes da escavação do canal poderão ser dispostos ao longo do “off set” da obra, espalhados e compactados. O resultado destes aterros será a conformação de diques ao longo do canal sobre os quais serão confeccionadas pistas de acesso e de manutenção do canal. A pista terá uma largura de aproximadamente 6,0m e não terá qualquer tipo de revestimento. A proteção dos taludes e da crista do dique (pista) será realizada pela vegetação nativa que crescerá espontaneamente.

Uma seção típica de canal de descarga está indicada na Figura 4.1 a seguir.

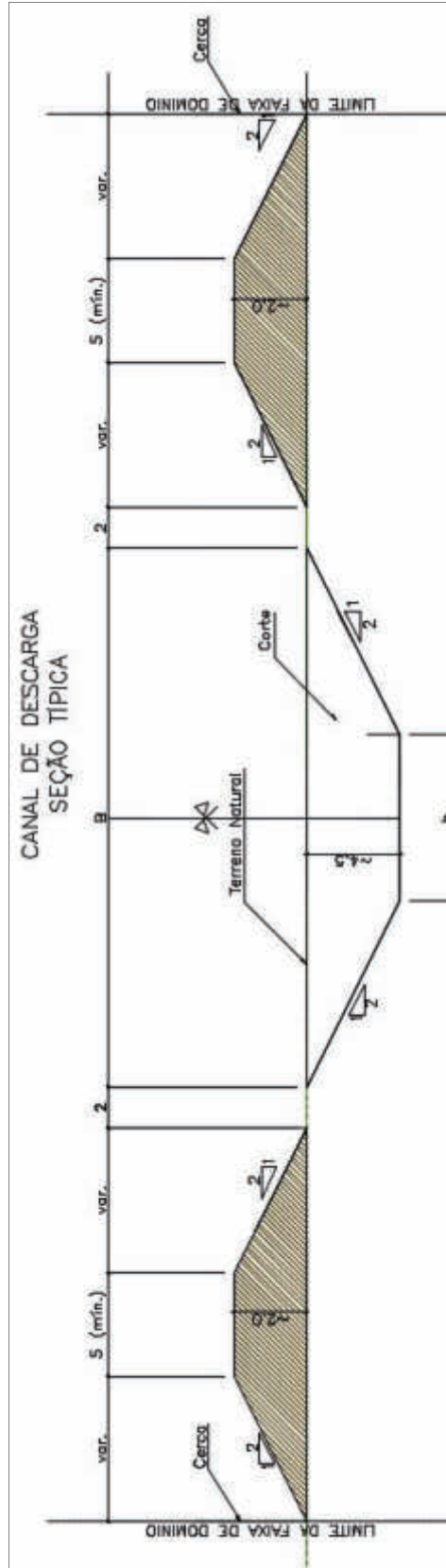


Figura 4.1. Seção típica do canal de descarga



4.3 QUANTIDADES DE SERVIÇOS NECESSÁRIOS E CUSTOS DAS OBRAS

A partir das condições de projeto antes enunciadas foram determinados os volumes de escavação para cada canal de descarga e outros movimentos de terra além de serviços relacionados ao desmatamento e limpeza, cercas, etc. Os resultados obtidos estão indicados nos quadros a seguir, para cada canal.

Os custos das obras, assim como os quantitativos, estão apresentados no Relatório de Viabilidade deste estudo, onde estão contemplados, além dos custos diretos das obras, custos referentes à instalação da obra e serviços preliminares, estudos ambientais, recuperação de áreas degradadas e consultoria.

O Quadro 4.6 apresenta um resumo dos custos relativos aos canais de macrodrenagem, considerando-se os custos com desapropriação das áreas relativas aos canais.

Quadro 4.2. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-01

Descrição DO Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total C/ BDI [R\$]
Canal de Descarga CD-01				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m ³	19.725,48	70,51	1.390.843,59
Cerca com mourões de concreto	m	4.383,44	59,79	262.085,88
Desmatamento, destocamento e limpeza	m ²	37.259,24	0,64	23.845,91
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m ³	208.089,47	15,46	3.217.063,21
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m ³	270.516,31	2,85	770.971,49
Momento extraordinário de transporte de areia	m ³ xkm	167.666,58	1,04	174.373,24
Eventuais [10%]	vb	1,00	584.029,82	584.029,82
			Subtotal	6.423.213,14
Desapropriações de Terras				
Canal de Descarga	m ²	149.037,00	30,00	4.471.108,80
			Subtotal	4.471.108,80
			Total	10.894.321,94

Quadro 4.3. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-02.1

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit C/ BDI [R\$]	Total C/ BDI [R\$]
Canal de Descarga CD-02.1				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m ³	43.120,35	70,51	3.040.415,88
Cerca com mourões de concreto	m	9.582,30	59,79	572.925,72
Desmatamento, destocamento e limpeza	m ²	80.251,76	0,64	51.361,13
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m ³	237.194,41	15,46	3.667.025,58
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m ³	308.352,73	2,85	878.805,29
Momento extraordinário de transporte de areia	m ³ xKm	366.522,98	1,04	381.183,89
Eventuais [10%]	vb	1,00	859.244,07	859.244,07
			Subtotal	9.450.961,56
Desapropriações de Terras				
Canal de Descarga	m ²	321.007,00	30,00	9.630.212
			Subtotal	9.630.212,00
			Total	19.081.173,63

1588-R-ATP- DRE-01-02





Quadro 4.4. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-02.2

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Canal de Descarga CD-02.2				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m ³	28.830,47	70,51	2.032.836,09
Cerca com mourões de concreto	m	6.406,77	59,79	383.060,78
Desmatamento, destocamento e limpeza	m ²	54.457,55	0,64	34.852,83
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m ³	275.532,04	15,46	4.259.725,34
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m ³	358.191,65	2,85	1.020.846,21
Momento extraordinário de transporte de areia	m ³ xkm	245.058,95	1,04	254.861,31
Eventuais [10%]	vb	1,00	798.758,75	798.758,75
			Subtotal	8.784.941,30
Desapropriações de Terras				
Canal de Descarga	m ²	217.830,00	30,00	6.534.905,00
			Subtotal	6.534.905,00
			Total	15.319.846,70

Quadro 4.5. Quantidades e custos para implantação do Canal de Descarga CD-03

Descrição do Serviço	Unid	Quant	Unit c/ BDI [R\$]	Total c/ BDI [R\$]
Canal de Descarga CD-03				
Fornecimento e execução de aterro de conquista c/ areia	m ³	26.535,43	70,51	1.871.013,10
Cerca com mourões de concreto	m	5.896,76	59,79	352.567,40
Desmatamento, destocamento e limpeza	m ²	50.122,48	0,64	32.078,39
Escavação de mat 1ª cat (bota-fora)	m ³	138.504,88	15,46	2.141.285,44
Espalhamento de material de bota-fora c/ trator de esteiras	m ³	180.056,34	2,85	513.160,58
Momento extraordinário de transporte de areia	m3Xkm	225.551,15	1,04	234.573,19
Eventuais [10%]	vb	1,00	514.506,77	514.506,77
			Subtotal	5.659.184,87
Desapropriações de Terras				
Canal de Descarga	m ²	200.490,00	30,00	6.014.697,24
			Subtotal	6.014.697,24
			Total	11.673.882,11

Quadro 4.6. Totais dos custos relativos aos canais de descarga das casas de bombas, em reais (com BDI e desapropriação)

Alternativa	CD-01	CD-02.1	CD-02.2	CD-03	Total
1	10.894.321,94	19.081.173,06			29.975.495,00
2	10.894.321,94		15.319.846,70		26.214.168,64
3	10.894.321,94		15.319.846,70	11.673.882,11	37.888.050,75

1588-R-ATP- DRE-01-02





5 ANEXOS

1558-R-ATP- DRE-01-02





ANEXO 1: DESENHOS

1558-R-ATP- DRE-01-02





O quadro, a seguir, apresenta a lista de desenhos deste relatório.

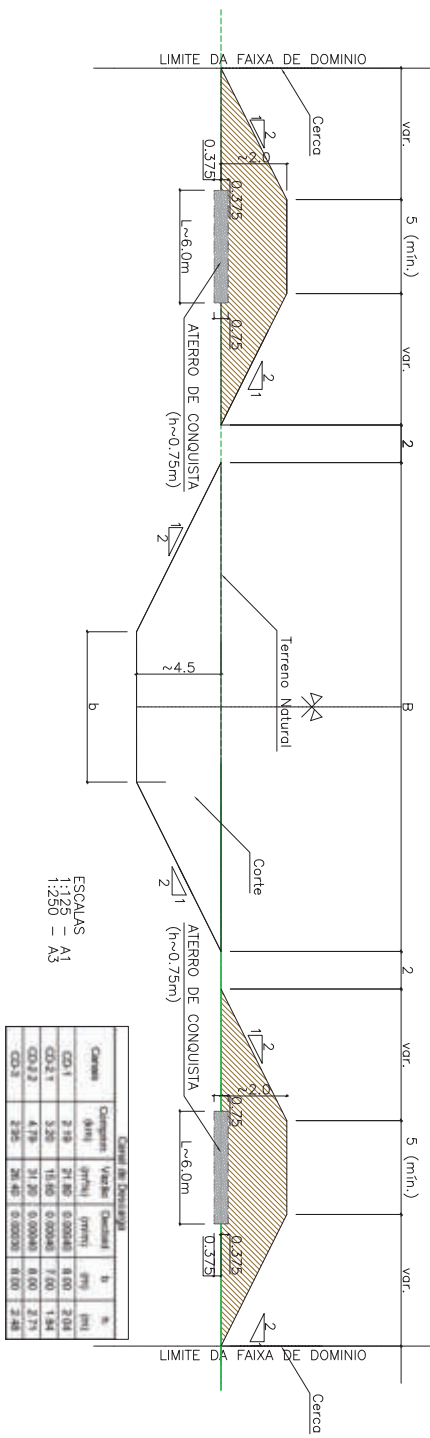
Quadro 5.1: Relação de Desenhos

Nº	Código Desenho	Título do Desenho	
1	1558-D-ECP-GER-01-00	Arranjo Geral - Alternativa 1 de Projeto	Planta Geral
2	1558-D-ECP-GER-02-00	Arranjo Geral - Alternativa 2 de Projeto	Planta Geral
3	1558-D-ECP-GER-03-00	Arranjo Geral - Alternativa 3 de Projeto	Planta Geral
4	1558-D-COL-GER-01-00	Sistema de Macrodrenagem - Coletores da Casa de Bombas 1 (CB-1)	Planta Geral
5	1558-D-COL-GER-02-00	Sistema de Macrodrenagem - Coletores da Casa de Bombas 2.1 (CB-2.1)	Planta Geral
6	1558-D-COL-GER-03-00	Sistema de Macrodrenagem - Coletores da Casa de Bombas 2.2 (CB-2.2)	Planta Geral
7	1558-D-COL-GER-04-00	Sistema de Macrodrenagem - Coletores da Casa de Bombas 3 (CB-3)	Planta Geral
8	1558-D-COL-SEC-01-01	Sistema de Macrodrenagem - Coletores de Drenagem	Seções Típicas
9	1558-D-CO1-PLN-01-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01A	Planialtimétrico
10	1558-D-CO1-PLN-02-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01A	Planialtimétrico
11	1558-D-CO1-PLN-03-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01A	Planialtimétrico
12	1558-D-CO1-PLN-04-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01A	Planialtimétrico
13	1558-D-CO2-PLN-01-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01B	Planialtimétrico
14	1558-D-CO2-PLN-02-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01B	Planialtimétrico
15	1558-D-CO2-PLN-03-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01B	Planialtimétrico
16	1558-D-CO2-PLN-04-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-01B	Planialtimétrico
17	1558-D-CO3-PLN-01-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.1	Planialtimétrico
18	1558-D-CO3-PLN-02-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.1	Planialtimétrico
19	1558-D-CO3-PLN-03-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.1	Planialtimétrico
20	1558-D-CO4-PLN-01-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.2	Planialtimétrico
21	1558-D-CO4-PLN-02-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.2	Planialtimétrico
22	1558-D-CO4-PLN-03-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.2	Planialtimétrico
23	1558-D-CO4-PLN-04-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.2	Planialtimétrico
24	1558-D-CO4-PLN-05-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-02.2	Planialtimétrico
25	1558-D-CO5-PLN-01-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-03	Planialtimétrico
26	1558-D-CO5-PLN-02-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-03	Planialtimétrico
27	1558-D-CO5-PLN-03-00	Projeto Planialtimétrico - Dreno Coletor DC-03	Planialtimétrico
28	1558-D-CDE-GER-01-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-1	Planta Geral
29	1558-D-CDE-GER-02-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planta Geral
30	1558-D-CDE-GER-03-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planta Geral
31	1558-D-CDE-GER-04-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planta Geral
32	1558-D-CD1-PLN-01-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-1	Planialtimétrico
33	1558-D-CD1-PLN-02-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-1	Planialtimétrico
34	1558-D-CD1-PLN-03-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-1	Planialtimétrico
35	1558-D-CD1-PLN-04-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-1	Planialtimétrico
36	1558-D-CD2-PLN-01-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
37	1558-D-CD2-PLN-02-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
38	1558-D-CD2-PLN-03-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
39	1558-D-CD2-PLN-04-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
40	1558-D-CD2-PLN-05-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
41	1558-D-CD2-PLN-06-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
42	1558-D-CD2-PLN-07-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
43	1558-D-CD2-PLN-08-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
44	1558-D-CD2-PLN-09-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.1	Planialtimétrico
45	1558-D-CD3-PLN-01-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planialtimétrico
46	1558-D-CD3-PLN-02-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planialtimétrico
47	1558-D-CD3-PLN-03-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planialtimétrico
48	1558-D-CD3-PLN-04-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planialtimétrico
49	1558-D-CD3-PLN-05-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planialtimétrico
50	1558-D-CD3-PLN-06-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-2.2	Planialtimétrico
51	1558-D-CD4-PLN-01-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planialtimétrico
52	1558-D-CD4-PLN-02-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planialtimétrico
53	1558-D-CD4-PLN-03-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planialtimétrico
54	1558-D-CD4-PLN-04-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planialtimétrico
55	1558-D-CD4-PLN-05-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planialtimétrico
56	1558-D-CD4-PLN-06-00	Sistema de Macrodrenagem - Canal de Descarga DC-3	Planialtimétrico

1558-R-ATP - DRE-01-02



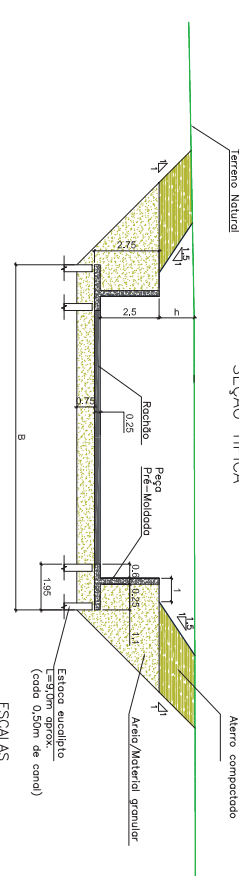
CANAL DE DESCARGA
SEÇÃO TÍPICA



ESCALAS 1:250 - A3

CANAL DE DESCARGA			
Canal	QD1	2,18	21,82
Canal	QD2	3,26	16,62
Canal	QD3	4,78	11,25
Canal	QD4	6,29	8,00

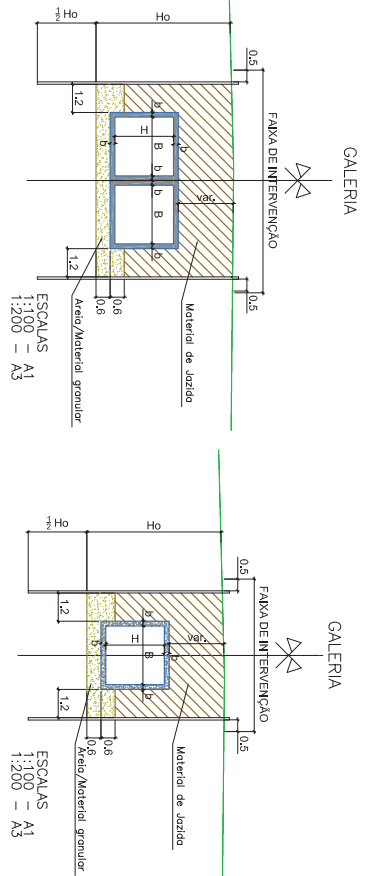
CANAL COLETOR
SEÇÃO TÍPICA



ESCALAS 1:100 - A1
1:200 - A3

DIMENSÕES COLETORES

Diâmetro coletor (mm)	Estaca Esculpida (mm)	Comp. (mm)	Variação (mm)	Deflexão (mm)	Largura (mm)	h _{total} (mm)
DC-11	0x1000	0x725	725	127,96	0,0005	1,50
DC-11	0x725	0x1182	457	8,76	0,0005	1,50
DC-22	0x1000	0x800	800	35,65	0,0001	1,50
DC-22	0x800	1x410	410	25,90	0,0001	1,50
DC-22	1x410	2x135	270	11,74	0,0001	1,50
DC-22	2x135	3x771	486	11,74	0,0001	1,50
DC-3	0x1000	0x1000	1000	20,69	0,0005	1,50
DC-3	0x800	1x350	350	8,34	0,0005	1,50



ESCALAS 1:100 - A1
1:200 - A3

ESCALAS 1:100 - A1
1:200 - A3

DETAHES DE DIMENSÕES ESTABILIZADOR DE CONCRETO

Canal	Estaca Esculpida (mm)	Comp. (mm)	Variação (mm)	Deflexão (mm)	Largura (mm)	h _{total} (mm)
DC-11	0x1000	0x725	725	127,96	0,0005	1,50
DC-11	0x725	0x1182	457	8,76	0,0005	1,50
DC-22	0x1000	0x800	800	35,65	0,0001	1,50
DC-22	0x800	1x410	410	25,90	0,0001	1,50
DC-22	1x410	2x135	270	11,74	0,0001	1,50
DC-22	2x135	3x771	486	11,74	0,0001	1,50
DC-3	0x1000	0x1000	1000	20,69	0,0005	1,50
DC-3	0x800	1x350	350	8,34	0,0005	1,50

NOTAS:
1 - DIMENSÕES E ELEVACIONES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRÁRIO.



ESTRUTURA E PROJETO CONCRETÃO DE PROTEÇÃO CONTRA OENAS DO BARRIL DO AQUEL EM EDIMONDO DO SUL - RS

SISTEMA DE MACRODRENAGEM

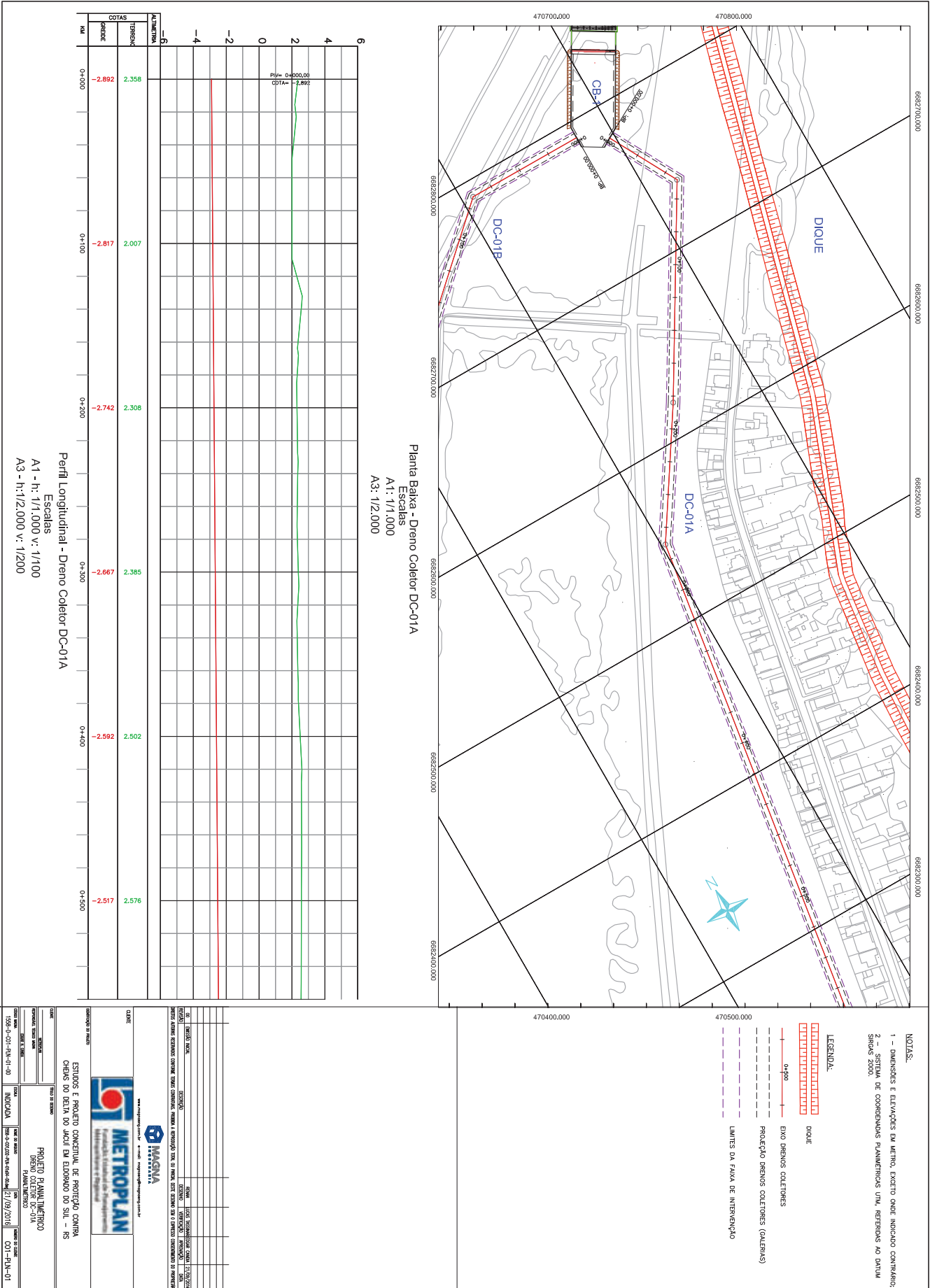
DATA: 21/09/2016

PROJETO: 1506-0-01-SEC-01-01

INSCRIÇÃO: 098-0-00-00-01-01-01

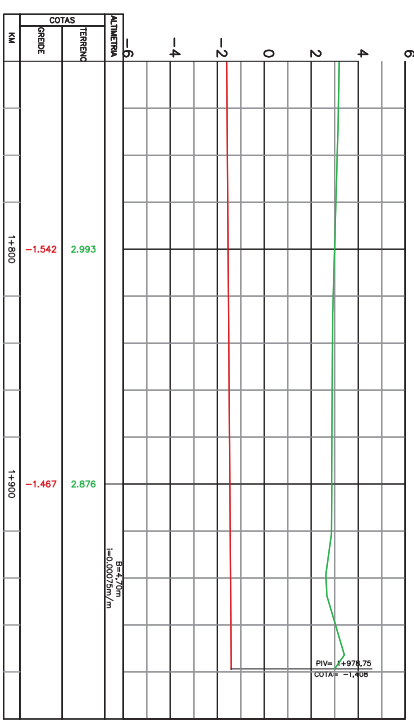
PROF: 21/09/2016

CON: SEC-01





Planta Baixa - Dreno Coletor DC-01A
Escala:
A1: 1/1.000
A3: 1/2.000



Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-01A

Escala:
A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES E ELAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICAO CONTRARIO
- 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SIRGAS 2011.

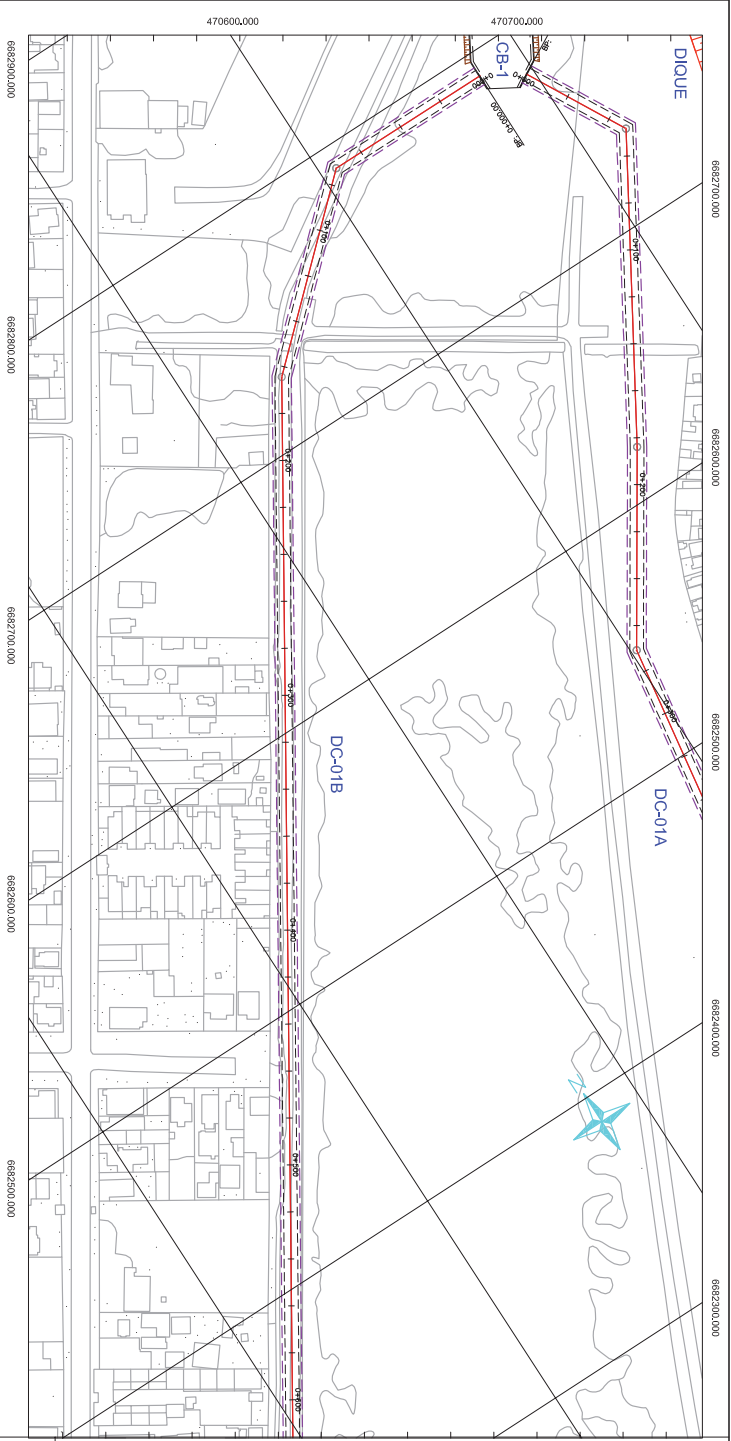
LEGENDA:

- DIQUE
- EIXO DRENOS COLETORES
- - - PROJEÇÃO DRENOS COLETORES (GALERIAS)
- - - LIMITES DA FAIXA DE INTERVENÇÃO

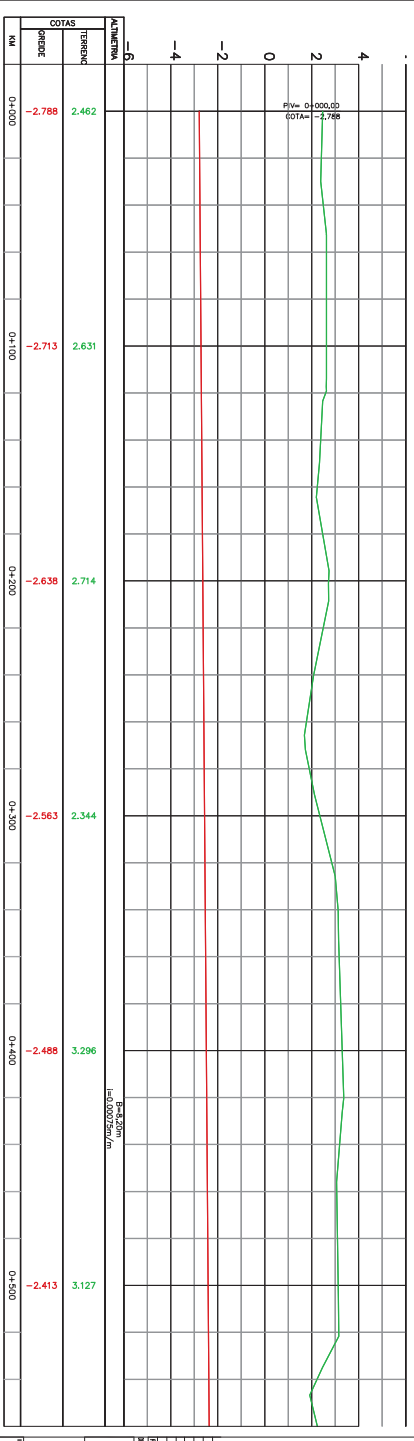
CLIENTE	MUNICÍPIO DE BRASÍLIA		
CONDIÇÃO DE FINANCIAMENTO	ESTUDOS E PROJETO CONCEPCIONAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO BETA DO JACU EM EDUARDINO DO SUL - NS		
PROJETO	PROJETO PLANALTIMÉTRICO DRENO COLETORES DC-01A		
INDICADORA	NS-03-01-PA-04-10	DATA DE EMISSÃO	21/09/2016
INDICADORA	NS-03-01-PA-04-10	DATA DE EMISSÃO	21/09/2016

METROPLAN
Metropolitan Engineering & Regional

INTEGRA
Integrating Infrastructure & Regional



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-01B
 Escalas
 A1: 1/1.000
 A3: 1/2.000



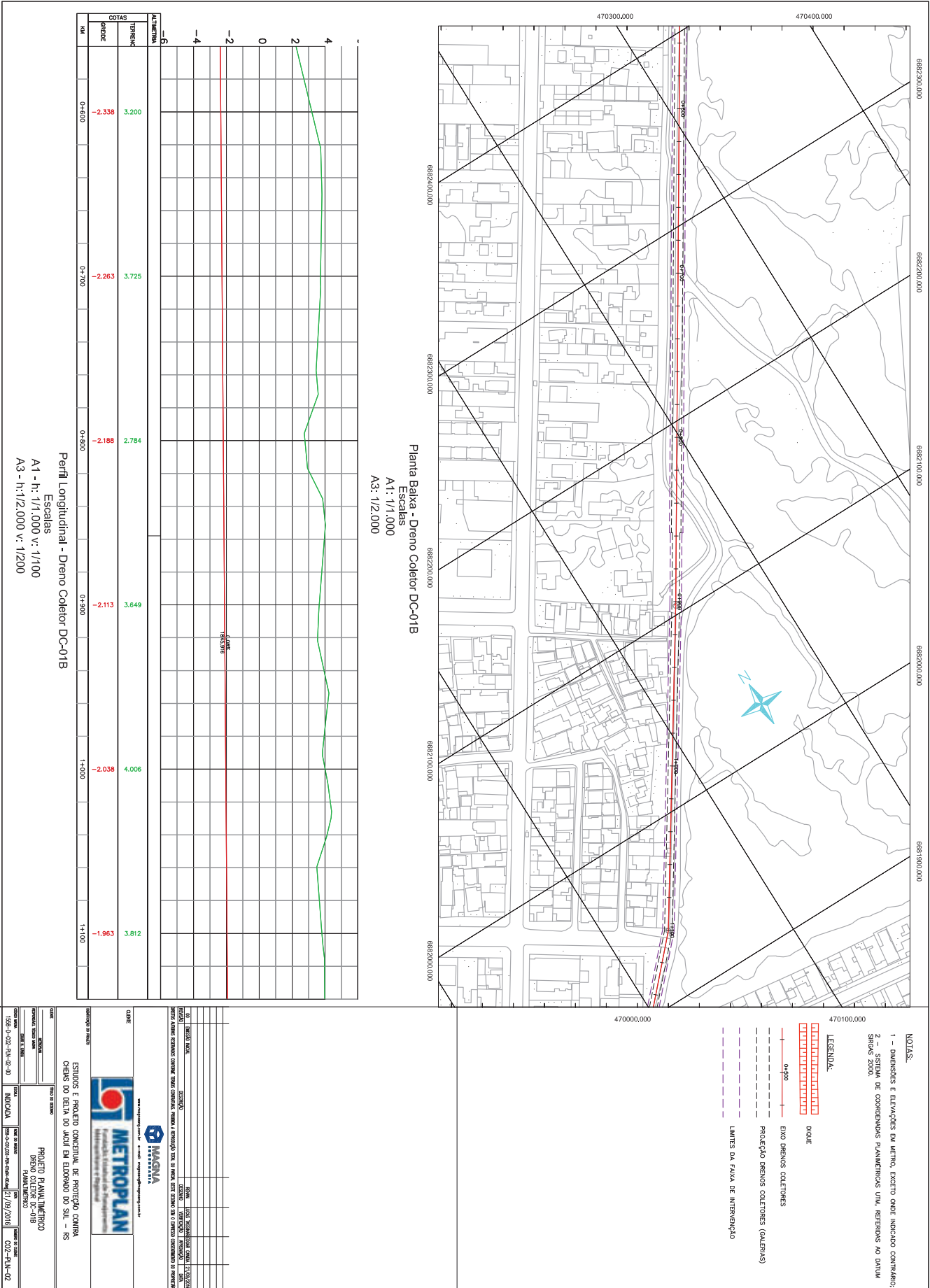
Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-01B
 Escalas
 A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
 A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

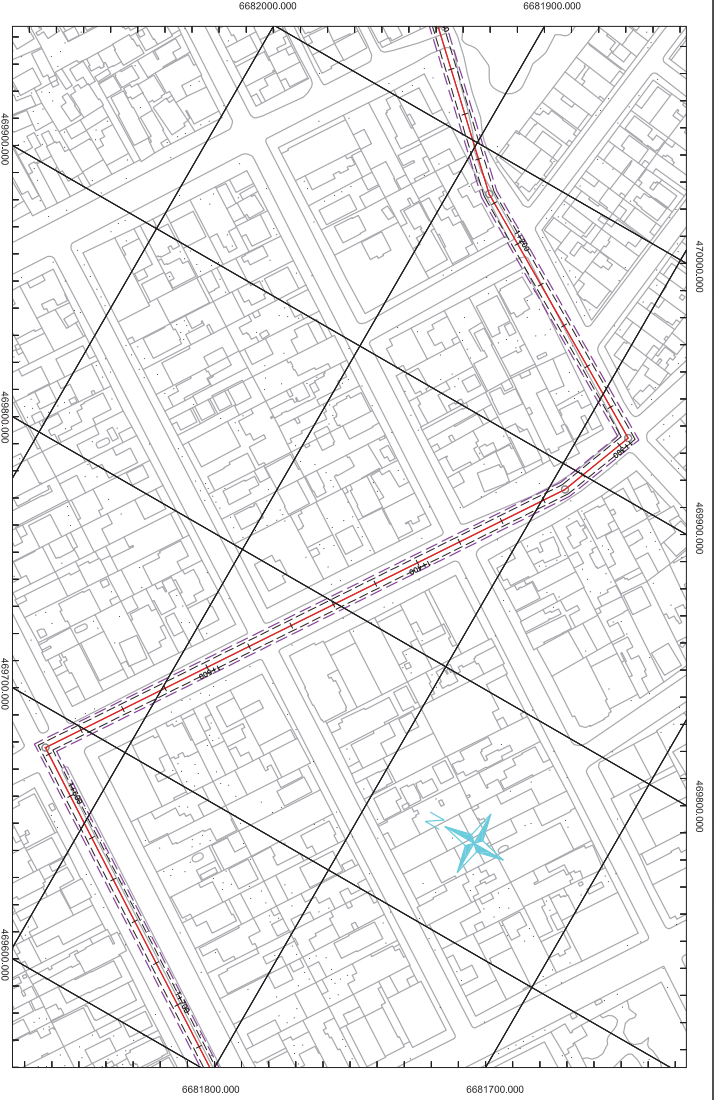
- NOTAS:
- 1 - DIMENSÕES E ELEVACÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 - 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SIRGAS 2011.
- LEGENDA:
- DIQUE
 - EIXO DRENOS COLETORES
 - PROTEÇÃO DRENOS COLETORES (GALERIAS)
 - LIMITES DA FAIXA DE INTERVENÇÃO

INMUNA
 Engenharia e Arquitetura
 Rua do Brasil, 110 - Jd. São Luiz - Curitiba - PR - Brasil
 Fone: (41) 3333-1100
 E-mail: contato@inmuna.com.br

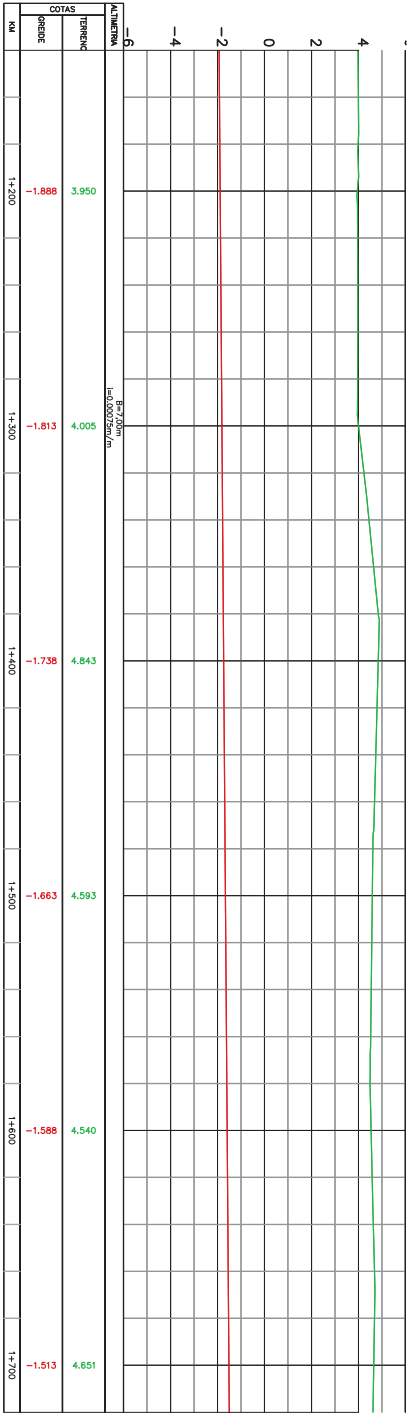
METROPLAN
 Engenharia e Arquitetura
 Rua do Brasil, 110 - Jd. São Luiz - Curitiba - PR - Brasil
 Fone: (41) 3333-1100
 E-mail: contato@metroplan.com.br

ESTUDOS E PROJETO CONCESSIONAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO DELTA DO JACU EM EDUARDO DO SUL - RS
 PROJETO PLANIMÉTRICO
 DRENO COLETOR DC-01B
 DATA: 21/09/2016
 COZ - PLM-01





Planta Baixa - Diário Coletor DC-01B
Escala
A1: 1/1.000
A3: 1/2.000



Perfil Longitudinal - Diário Coletor DC-01B

Escala
A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

ALTIMETRIA	COTAS	
	TERRENO	PROPOSTA
1+200	3,950	-1,888
1+300	4,005	-1,813
1+400	4,843	-1,738
1+500	4,593	-1,663
1+600	4,540	-1,588
1+700	4,651	-1,513

- NOTAS:
- 1 - DIMENSÕES E ELEVACIONES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 - 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SIRGAS 2011.

LEGENDA:

- DIQUE
- EIXO DRENOS COLETORES
- PROJEÇÃO DRENOS COLETORES (ALTERNAS)
- LIMITES DA FAIXA DE INTERVENÇÃO

CLIENTE: **INACOM**

CONDIÇÃO DO PLANO: **ESTUDOS E PROJETO CONCESSIONAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO DELTA DO JACUI EM EDUARDO DO SUL - RS**

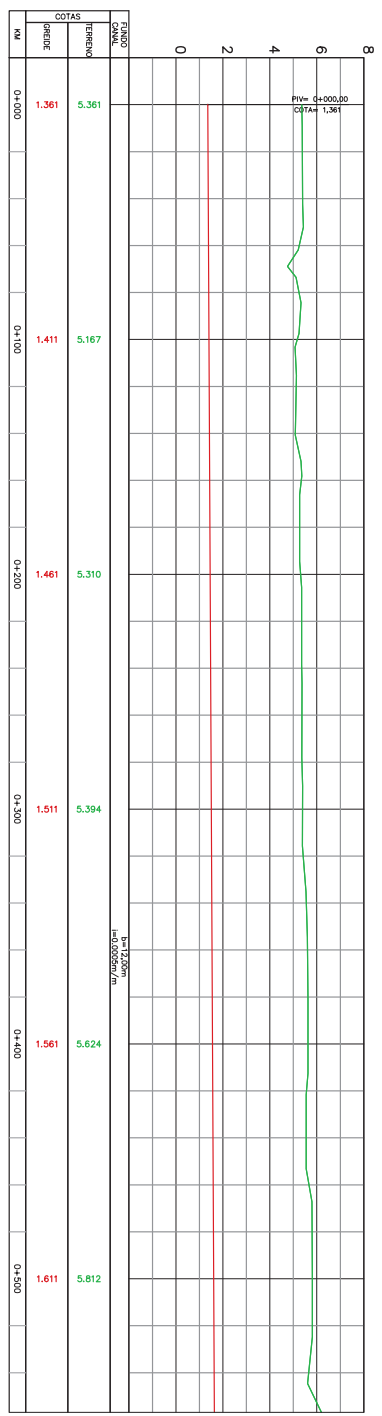
PROJETO PLANEJAMENTO: **DRENO COLETORES DC-01B**

INDICADA: 21/09/2016

COZ - PLN-03



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-02, 1
 Escalas
 A1: 1/1.000
 A3: 1/2.000



Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-02, 1
 Escalas
 A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
 A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

- NOTAS:
- 1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 - 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SIRGAS 2011.
- LEGENDA:
- DIQUE
 - EIXO DRENOS COLETORES
 - LIMITES DA FAIXA DE INTERFERÊNCIA
 - MURO DE CONCRETO PREC-MOLDADO
 - DRENO COLETORES
 - OFF-SET
 - TORRES DE ALTA TENSÃO
 - CASA DE BOMBAS CB-21

CLIENTE: **INTEGRA**

PROJETO PLANEJAMENTO

ESTUDOS E PROJETO CONCESSIONAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO BELTA DO JACU EM ELTORVADO DO SUL - RS

DRENO COLETORES DC-02,1

PROJETO PLANEJAMENTO

15/05/2016

21/09/2016

003 - PLAN-01



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-02.1

Escala
A1: 1/1.000
A3: 1/2.000

COTAS	
FUNDO	
CANAL	
TERRENO	
GREIDE	
NAL	

0	
2	
4	
6	
8	
10	

PM= 1+185,27
COTA= 1,954
1:200

Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-02.1
Escala
A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

- NOTAS:
- 1 - DIMENSÕES E ELEVACÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 - 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SIRGAS 2011.

- LEGENDA:
- DIQUE
 - EIXO DRENOS COLETORES
 - LIMITES DA FAIXA DE INTERFERÊNCIA
 - MURO DE CONCRETO PRE-MOLDADO
 - DRENO COLETORES
 - OFF-SET
 - TORRES DE ALTA TENSÃO

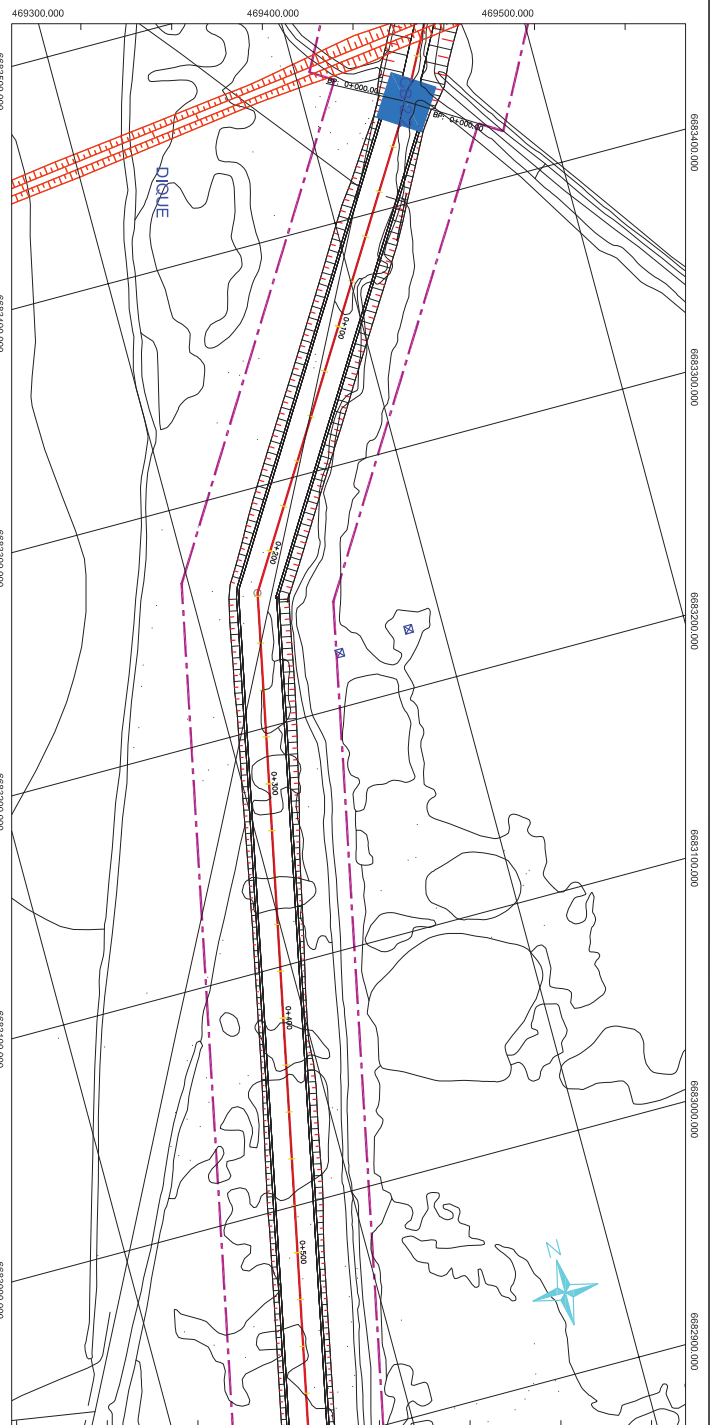
ORÇAMENTO	DESCRIÇÃO	VALOR
01	PROJETO	1.200,00
02	EXECUÇÃO	1.200,00
03	MANUTENÇÃO	1.200,00
04	REPARAÇÃO	1.200,00
05	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
06	RENOVAÇÃO	1.200,00
07	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
08	RENOVAÇÃO	1.200,00
09	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
10	RENOVAÇÃO	1.200,00
11	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
12	RENOVAÇÃO	1.200,00
13	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
14	RENOVAÇÃO	1.200,00
15	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
16	RENOVAÇÃO	1.200,00
17	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
18	RENOVAÇÃO	1.200,00
19	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
20	RENOVAÇÃO	1.200,00
21	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
22	RENOVAÇÃO	1.200,00
23	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
24	RENOVAÇÃO	1.200,00
25	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
26	RENOVAÇÃO	1.200,00
27	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
28	RENOVAÇÃO	1.200,00
29	RECONSTRUÇÃO	1.200,00
30	RENOVAÇÃO	1.200,00



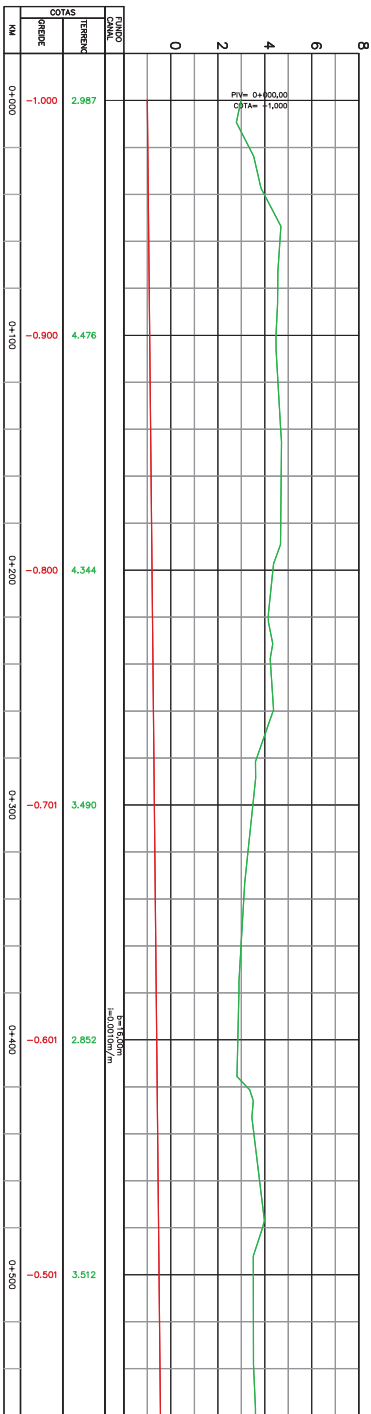
ESTUDOS E PROJETO CONCEITUAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO DELTA DO JACUÍ EM ELTORVADO DO SUL - RS

PROJETO PLANEJAMENTO DRENO COLETORES DC-02.1

INDICADOR	VALOR	DATA
1555-0-001-01-01-00	1.200,00	21/09/2016
003-PLN-03		



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-02.2
Escala:
A1 - h: 1/1.000
A3 - h: 1/2.000

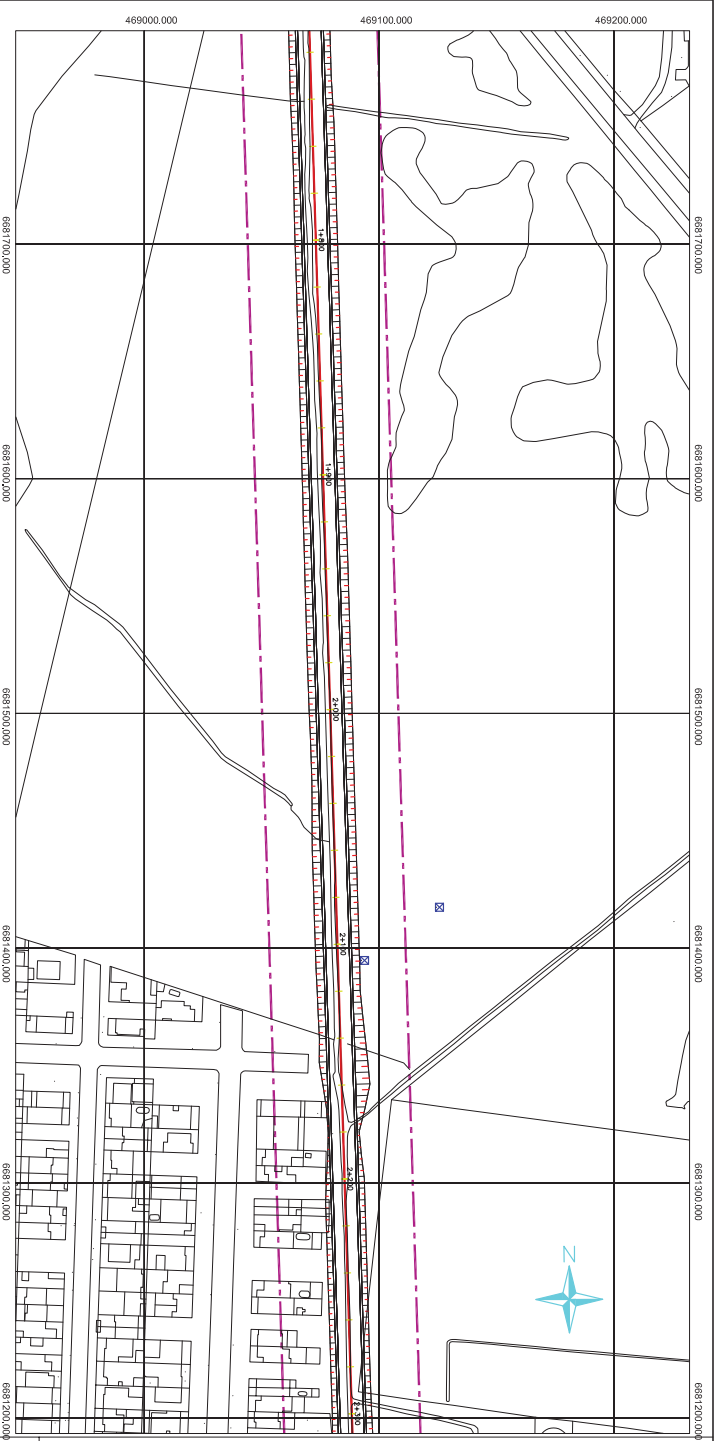


Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-02.2
Escala:
A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

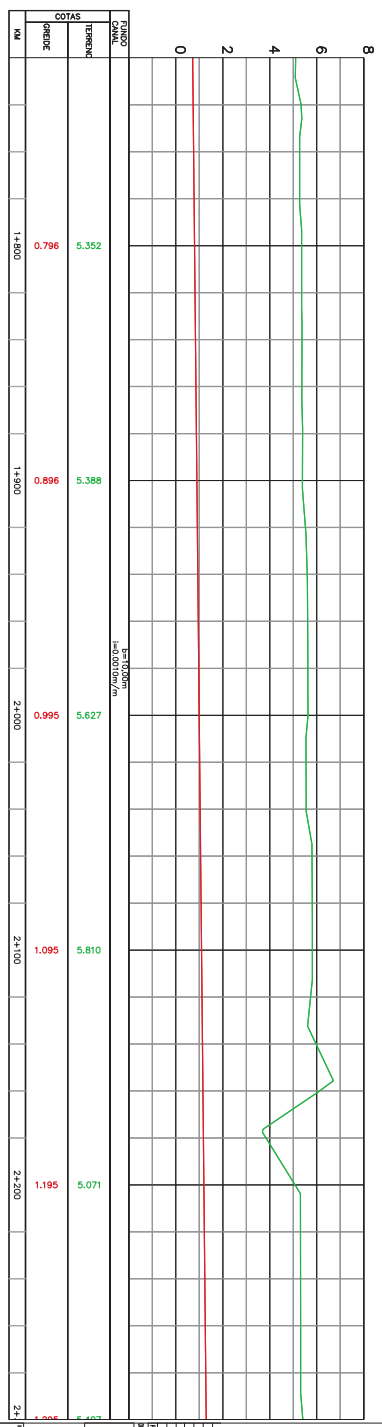
NOTAS:
1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERIDAS AO DATUM SIRGAS 2011.

- LEGENDA:
- DIQUE
 - EIXO DRENOS COLETORES
 - LIMITES DA FAIXA DE INTERFERÊNCIA
 - DRENO COLETOR
 - MARGEM DE CONCRETO PRE-MOLDADO
 - TORRES DE ALTA TENSÃO
 - CASA DE BOMBAS CB-22

ESTUDOS E PROJETO CONCESSIONAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO BELTA DO JACU EM ELDOVADO DO SUL - RS	
PROJETO PLANALTIMÉTRICO DRENO COLETOR DC-02.2	
DATA: 21/09/2016	COF-PJA-01



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-02.2
 Escalas
 A1: 1/1.000
 A3: 1/2.000



Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-02.2
 Escalas
 A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
 A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
- 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SIRGAS 2011.

LEGENDA:

- DIQUE
- EIXO DRENOS COLETORES
- LIMITES DA FAIXA DE INTERFERÊNCIA
- MURO DE CONCRETO PRE-MOLDADO
- DRENO COLETORES
- OFF-SET
- TORRES DE ALTA TENSÃO
- CASA DE BOMBAS CB-22

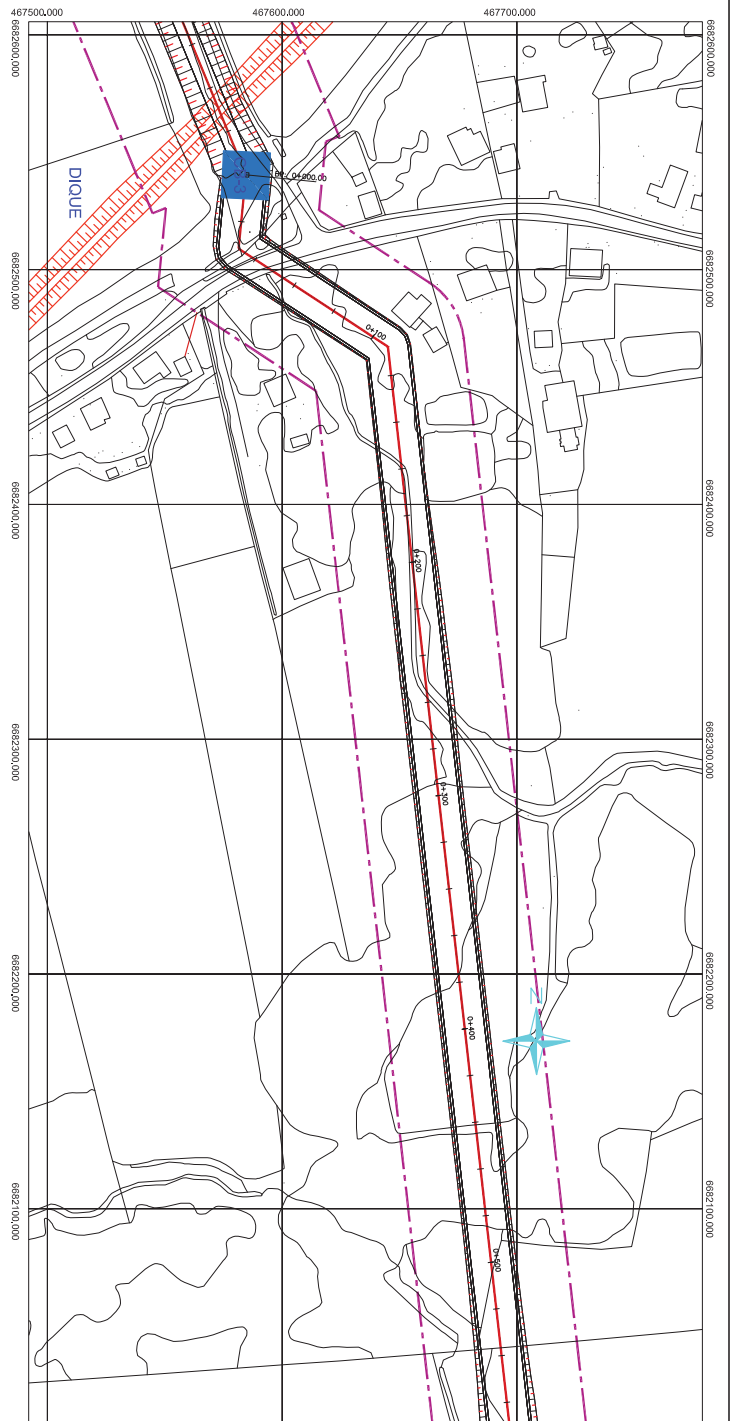
CLIENTE: **INEMA** - Instituto Municipal de Engenharia, Tecnologia e Planejamento

PROJETO PLANEJAMENTO: DRENO COLETORES DC-02.2

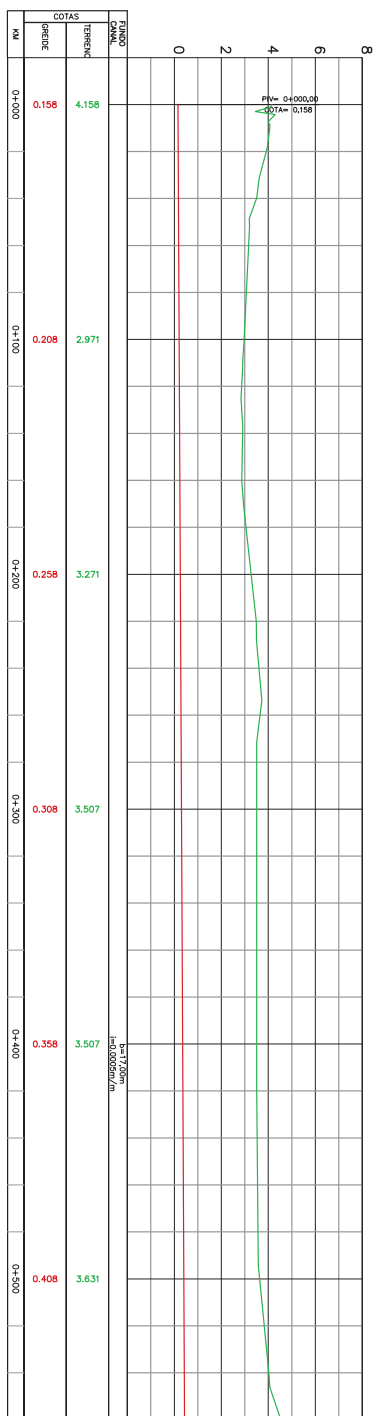
PROJETO EXECUÇÃO: DRENO COLETORES DC-02.2

INDICADA: 21/09/2016

COA - RU - 04



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-03
 Escalas
 A1: 1/1.000
 A3: 1/2.000

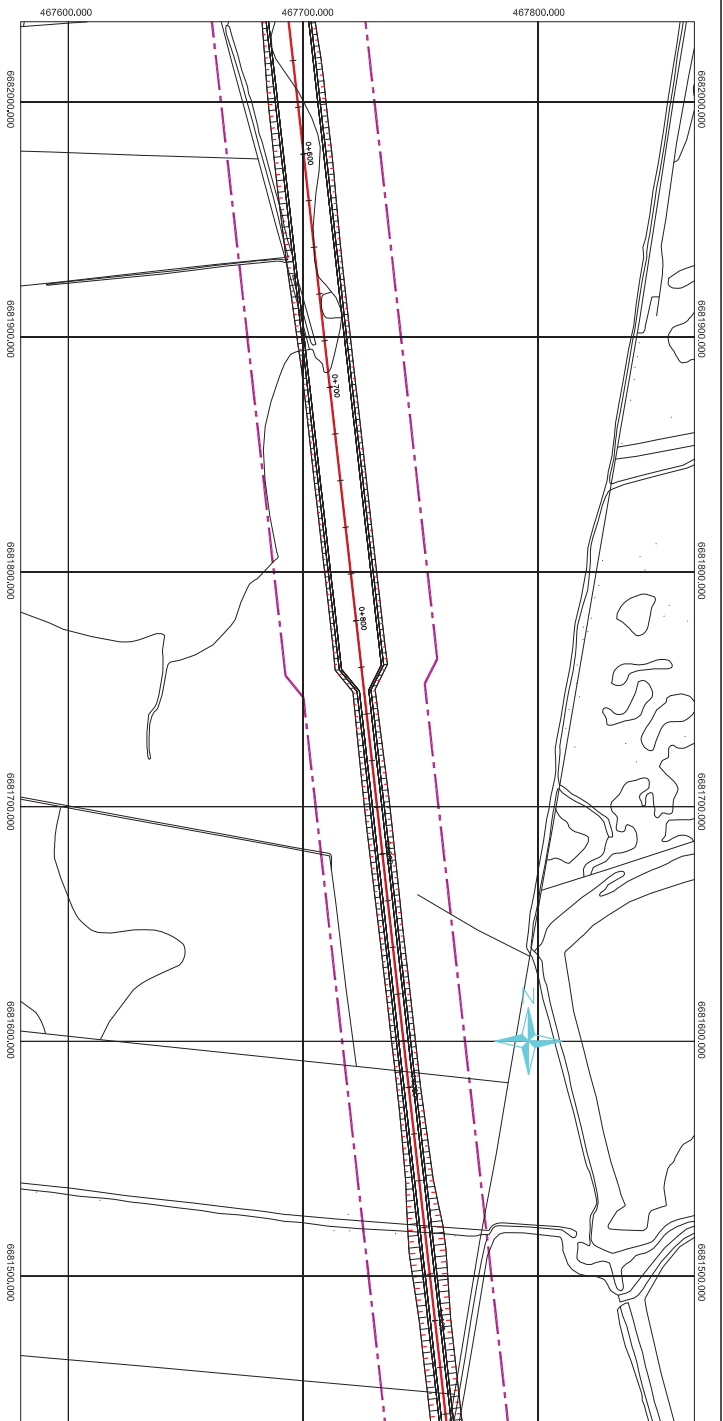


Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-03
 Escalas
 A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
 A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

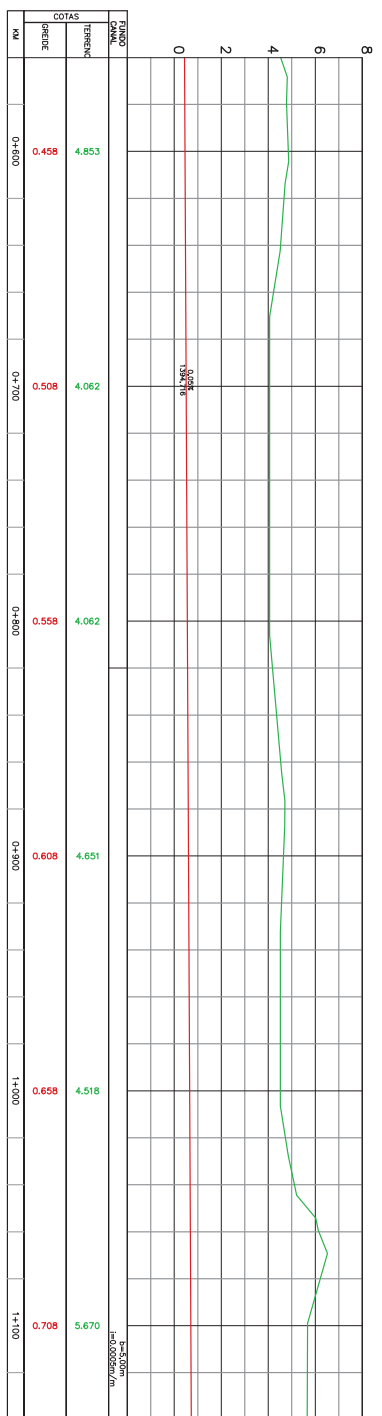
NOTAS:
 1 - DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERIDAS AO DATUM SIRGAS 2011.

- LEGENDA:
- DIQUE
 - EIXO DRENOS COLETORES
 - LIMITES DA FAIXA DE INTERFERÊNCIA
 - MARGEM DE CONCRETO PRE-MOLDADO
 - DRENO COLETOR
 - OFI-SET
 - CASA DE BOMBAS CB-3

<p>ESTUDIOS E PROJETO CONCEPCIONAL DE PROTECCAO CONTRA CHEIAS DO BELTA DO JACU EM ELDOVADO DO SUL - RS</p>	
<p>PROJETO PLANEJAMENTO</p> <p>DRENO COLETOR DC-03</p>	<p>INDICADA</p> <p>21/09/2016</p> <p>CDS - PJA-01</p>



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-03
Escala:
A1: 1/1.000
A3: 1/2.000



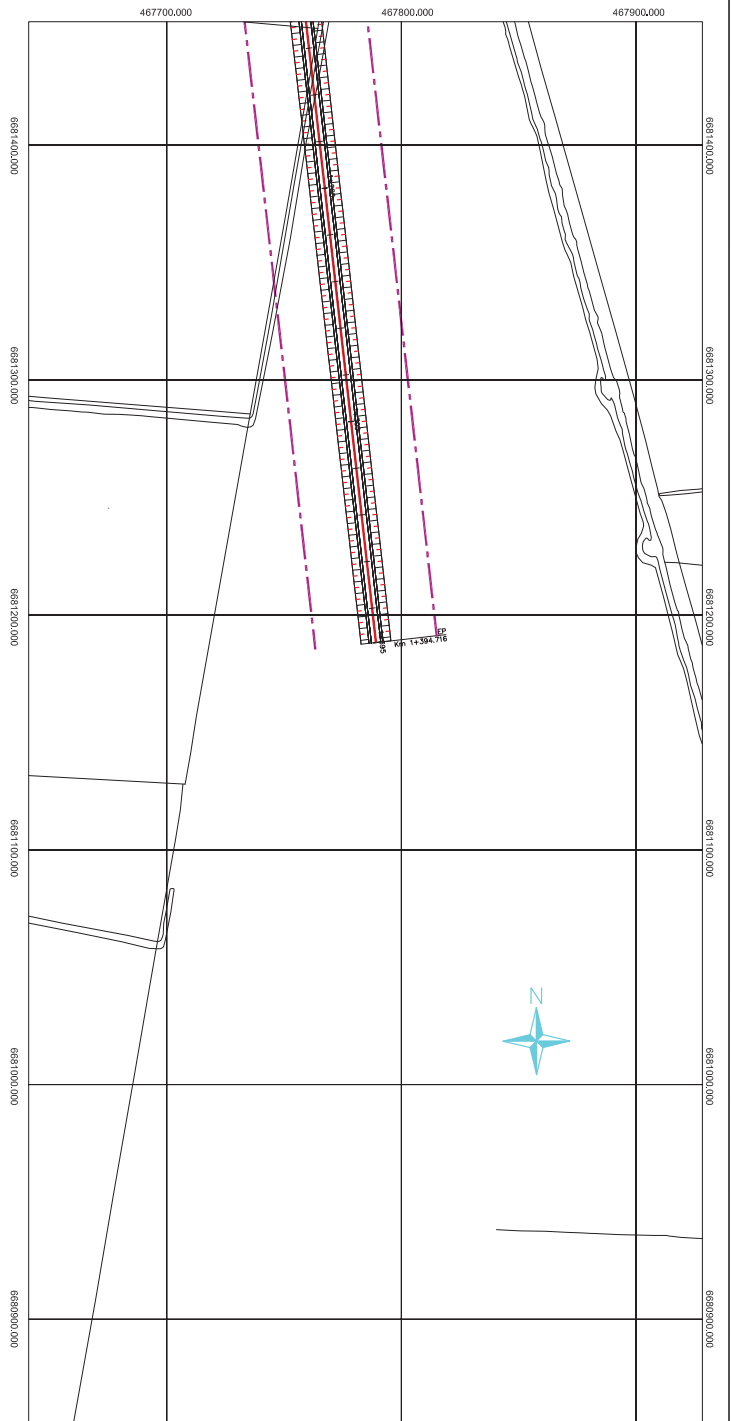
Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-03
Escala:
A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

- NOTAS:
- 1 - DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 - 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERIDAS AO DATUM SIRGAS 2011.

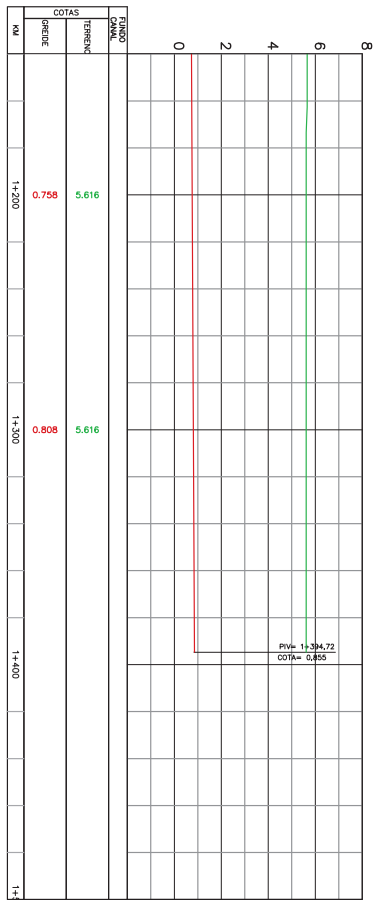
LEGENDA:

- DIQUE
- EIXO DRENOS COLETORES
- LIMITES DA FAIXA DE INTERFERÊNCIA
- MURO DE CONCRETO PRE-MOLDADO
- DRENO COLETORES
- OFF-SET

PROJETO	PROJETO PLUVIAL/INFLUÊNCIA
CLIENTE	METROPOLITANA DE SÃO PAULO
EMPRESA	ESTUDIOS E PROJETOS CONJUNTOS DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO BELLA DO JACU EM ELDOVADO DO SUL - RS
PROJETO	PROJETO PLUVIAL/INFLUÊNCIA
PROJETO	DRENO COLETORES DC-03
PROJETO	PROJETO PLUVIAL/INFLUÊNCIA
PROJETO	DRENO COLETORES DC-03
PROJETO	PROJETO PLUVIAL/INFLUÊNCIA
PROJETO	DRENO COLETORES DC-03



Planta Baixa - Dreno Coletor DC-03
 Escalas
 A1: 1/1.000
 A3: 1/2.000



Perfil Longitudinal - Dreno Coletor DC-03
 Escalas
 A1 - h: 1/1.000 v: 1/100
 A3 - h: 1/2.000 v: 1/200

- 1 - DIMENSÕES E ELEVACÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERIDAS AO DATUM SIRGAS 2011.
- LEGENDA:
- MANHOLETO
 - DIQUE
 - EIXO DRENOS COLETORES
 - LIMITES DA FAIXA DE INTERVENÇÃO
 - MANTO DE CONCRETO PRE-MOLDADO
 - DRENO COLETORES
 - OFF-SET

DATA	DESCRIÇÃO	ELABORADO	APROVADO
15/05/2016	PROJETO PLANEJAMENTO
12/09/2016	PROJETO PLANEJAMENTO

CLIENTE	INDICADA	INDICADA
PROJETO PLANEJAMENTO	PROJETO PLANEJAMENTO	PROJETO PLANEJAMENTO

EMPRESA	PROJETO PLANEJAMENTO
PROJETO PLANEJAMENTO	PROJETO PLANEJAMENTO



NOTAS:
 1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO CONTRARIAMENTE.
 2 - SISTEMA DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS UTM, REFERÊNCIA AO DATUM SERRA PASCO.

LEGENDA:

- DIQUE ALTERNATIVA 1
- BARRAGENS COLETORES DC-1A e DC-01B
- CANAL DE DESCARGA
- BACIOS DE DRENAGEM
- CASAS DE BOMBAS

DATA	REVISÃO	DESCRIÇÃO	ELABORADO	APROVADO
15/05-20-02-02-01-10	INDICADA	1500-00-02-02-01-10	21/09/2016	CDE-GER-01

METROPLAN
Projeto Técnico de Engenharia e Planejamento

MAGMA
Engenharia e Planejamento

CLIENTE:
 ESTUDOS E PROJETO CONCEITUAL DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DO BELTA DO JACUÍ EM ELTORNO DO SUL - RS
 SISTEMA DE MACRODRENAGEM
 CANAL DE DESCARGA CD-1