ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Contrato nº 003/2015

ETAPA - ESTUDO DE CONCEPÇÃO

PRODUTO Nº 14 - CONSOLIDAÇÃO DO CONJUNTO DE INTERVENÇÕES



AGOSTO/2018

R01

CONTRATO N.º: **003/2015**	**ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS**
DOCUMENTO N.º: **RT-EA-08-2018-ACV-03-01**	**PRODUTO 14** **CONSOLIDAÇÃO DO CONJUNTO DE INTERVENÇÕES**

Revisão	Data	Descrição	Elaborado p/	Aprovado p/	Status
R00	01/06/2018	Emissão inicial	Consórcio Sinos	METROPLAN	Revisão
R01	28/08/2018	Revisão Geral	Consórcio Sinos	METROPLAN	Para aprovação

Elaboração	Cliente	Responsáveis Técnicos
CONSÓRCIO SINOS	METROPLAN	Engº ORGEL CARVALHO FILHO CREA RS 087284 Engº LUCIANO BEZERRA CREA RS 055454 Engº WELLINGTON COIMBRA LOU CREA RJ 22414-D

EQUIPE TÉCNICA

Equipe Principal:

- Eng. Orgel de Oliveira Carvalho Filho;
- Eng. Ricardo de Magalhães Santiago;
- Eng. Luciano Bezerra da Silva;
- Eng. José Carlos Leite Diehl;
- Eng. Wellington Coimbra Lou;
- Eng. José Augusto Jordão Castro;
- Arq. Clarice Debiagi;
- Soc. Roseli Kepeler.

Equipe Complementar:

- Eng. Lawson Beltrame;
- Eng. Thiago Araldi;
- Eng. Luiz Borges Costa;
- Eng. Lucas Rangel Martins;
- Eng. Carlos Wagner da Motta Meirelles;
- Eng. Alexandre Augusto Mees Alves;
- Eng. Joel Avruch Goldenfum;
- Eng. Osmar Wohl Coelho;
- Eng. Elizeu Benetti;
- Eng. Maurício Dambros Melati;
- Eng. Aline de Ávila Ferreira;
- Econ. Clóvis Souza;
- Econ. Otávio Pereira.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 12
2 INTRODUÇÃO 14
3 CONSOLIDAÇÃO DO CONJUNTO DE INTERVENÇÕES 15
3.1 Área de Estudo 15
3.2 Objetivos do Relatório 15
3.3 Planejamento Geral 16
3.3.1 Horizonte de Planejamento 16
3.3.2 Unidades de Análise Espacial 17
3.4 Análise e Seleção das Alternativas 18
3.4.1 Análise Multicritério 18
3.4.2 Critérios Econômicos 21
3.4.3 Critérios Sociais 22
3.4.4 Critérios Ambientais 23
3.4.5 Critérios Logísticos ou Operacionais 24
3.4.6 Pesos 25
3.4.7 Unidade global de avaliação - Baixo Rio dos Sinos 26
3.4.8 Unidade global de avaliação - Médio Rio dos Sinos (Paranhana) 28
3.4.9 Unidade global de avaliação - Alto Rio dos Sinos (Rolante/Caraá/Riozinho) 30
3.4.10 Avaliação da região impactada pelas cheias em Nova Santa Rita 31
3.4.11 Avaliação da região impactada pelas cheias em Sapucaia do Sul 31
3.4.12 Avaliação da região impactada pelas cheias em S. Leopoldo / A. Cerquinha 32
3.4.13 Avaliação da região impactada pelas cheias em Canoas e Esteio 33
3.4.14 Avaliação da região impactada pelas cheias em Campo Bom - Bairro N 36
3.4.15 Avaliação da região impactada pelas cheias em Campo Bom – A. Schmidt 37
3.4.16 Avaliação da região impactada pelas cheias em São Leopoldo - Bairro Feitoria 37
3.4.17 Avaliação da região impactada pelas cheias em N. Hamburgo – B. Lomba Grande 38
3.4.18 Avaliação da região impactada pelas cheias em Igrejinha 39
3.4.19 Avaliação da região impactada pelas cheias em Três Coroas 41
3.4.20 Avaliação da região impactada pelas cheias em Rolante 41
3.4.21 Avaliação da região impactada pelas cheias em Riozinho 42
3.4.22 Avaliação da região impactada pelas cheias em Caraá 43
3.5 Intervenções Selecionadas 44
3.5.1 Zoneamento Consolidado 44
3.5.2 Intervenções Estruturais 48
3.5.3 Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta 112
3.5.4 Sistema de Seguros de Cobertura contra Inundações 113
3.6 Mapa de Perigo e incorporação de critérios à Zona de Passagem de Cheias 114
3.7 Orçamento das Soluções Consolidadas 117
3.7.1 Zoneamento, Desapropriação e Revitalização das Áreas Desapropriadas 117

3.7.2 Orçamento das Obras de Canoas/Esteio - Proteção às Ocupações Existentes 121
3.7.3 Orçamento das Obras de Aprofundamento do Canal Secundário na BR-116 127
3.7.4 Orçamento das Obras do Dique de Nova Santa Rita 132
3.7.5 Orçamento das Obras dos Diques de Sapucaia do Sul 133
3.7.6 Orçamento das Obras dos Diques de São Leopoldo - Arroio Cerquinha 138
3.7.7 Orçamento das Obras do Dique em Campo Bom - Bairro N 144
3.7.8 Orçamento das Obras dos Diques em Igrejinha 148
3.7.1 Orçamento das Melhorias no Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta 158
3.7.2 Resumo 160
3.8 Fluxo de Caixa das Soluções Consolidadas 161
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 163
5 ANEXOS 165
5.1 Resultados Hidrológicos para o Cenário Tendencial 169
5.2 Mapas de Resultados Hidrológicos para o Cenário 0 179
5.3 Mapas de Inundação para Cenário Consolidado 189
5.4 Zoneamento Consolidado 243
5.5 Anteprojetos 267
5.5.1 Geral 273
5.5.2 Sistema de Proteção Canoas/Esteio Proteção às Ocupações já Existentes 276
5.5.3 Sistema de Proteção São Leopoldo sob a BR-116 286
5.5.4 Sistema de Proteção Nova Santa Rita 290
5.5.5 Sistema de Proteção Sapucaia do Sul 294
5.5.6 Sistema de Proteção do Arroio Cerquinha - São Leopoldo 298
5.5.7 Sistema de Proteção São Leopoldo - Feitoria 302
5.5.8 Sistema de Proteção Novo Hamburgo / Lomba Grande 306
5.5.9 Sistema de Proteção Campo Bom / Bairro N 310
5.5.10 Sistema de Proteção Igrejinha 314
5.6 Mapa de Perigo 321
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 323

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Situação e localização da Bacia do Rio dos Sinos 15
Figura 2 - Diagrama do perigo de inundação 46
Figura 3 - Rio dos Sinos junto a BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo 49
Figura 4 - Seção transversal dos canais secundário e principal da ponte da BR-116 em S.Leopoldo 50
Figura 5 - Trecho do canal secundário a montante da ponte da BR-116 em S. Leopoldo 51
Figura 6 - Confluência dos canais secundário e principal, na ponte da BR-116 em S. Leopoldo 51
Figura 7 - Localização das sondagens geotécnicas executadas ao lado da ponte da BR-116 52
Figura 8 - Área das seções hidráulicas dos canais principal e secundário versus o nível d'água 53
Figura 9 - Raio hidráulico dos canais principal e secundário versus nível dágua do Rio 54
Figura 10 - Arranjo geral das obras junto a ponte da BR-116 em S. Leopoldo 56
Figura 11 - Seções transversais-tipo junto a ponte da BR-116 em S. Leopoldo 57
Figura 12 - Dique de proteção em Canoas e Esteio para áreas já ocupadas da planíce de inundação 62
Figura 13 - Seção-tipo dos diques 1, 2 e 3 de proteção em Canoas e Esteio C2B 67
Figura 14 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Sapucaia C2B. 68
Figura 15 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Esteio C2B. 69
Figura 16 - Seção-tipo do corta-dreno junto à BR-448 no trecho de Esteio. 69
Figura 17 - Planta baixa dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita do Rio 71
Figura 18 - Seção-tipo do dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita do Rio 72
Figura 19 - Esquema gráfico dos volumes do dique em Nova Santa Rita na margem direita do Rio 75
Figura 20 - Diques de proteção em Sapucaia do Sul 76
Figura 21 - Seções-tipo dos diques de proteção em Sapucaia do Sul 78
Figura 22 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Sapucaia do Sul 81
Figura 23 - Diques existentes a serem elevados no Arroio Cerquinha 82
Figura 24 - Seção-tipo dique de proteção São Leopoldo - Arroio Cerquinha. 83
Figura 25 - Esquema gráfico dos volumes dos diques do Arroio Cerquinha 85
Figura 26 - Dique proposto no bairro Feitoria em São Leopolo e sistema de bombeamento 86
Figura 27 - Seção-tipo dique proposto no bairro Feitoria em São Leopolo 87
Figura 28 - Esquema gráfico dos volumes do dique proposto no bairro Feitoria em S.Leopoldo 88
Figura 29 - Diques de proteção em Lomba Grande - Novo Hamburgo 89
Figura 30 - Seções-tipo dos diques de proteção em Lomba Grande - Novo Hamburgo. 91
Figura 31 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Lomba Grande - N.Hamburgo 94
Figura 32 - Dique proposto no Bairro N em Campo Bom e sistema de bombeamento 95
Figura 33 - Seção-tipo dique de proteção no Bairro N em Campo Bom 98
Figura 34 - Esquema gráfico dos volumes do dique de proteção no Bairro N em Campo Bom 99
Figura 35 - Diques de proteção em Igrejinha (norte) e sistemas de bombeamneto 100
Figura 36 - Seção-tipo dos diques de proteção em Igrejinha (norte). 102
Figura 37 - Esquema gráfico dos volumes dos diques de proteção em Igrejinha (norte). 105
Figura 38 - Diques de proteção e sistemas de bombeamento propostos em Igrejinha (sul) 106
Figura 39 - Seção-tipo dos diques de proteção em Igrejinha (sul) 108

Figura 40 - Esquema gráfico dos volumes dos diques de proteção em Igrejinha (sul) 111
Figura 41 - Mapa de Perigo Cenário Consolidado 116
Figura 42 - Nomenclatura dos componentes hidrológicos utilizados no modelo: bacias 180
Figura 43 - Nomenclatura dos componentes hidrológicos utilizados no modelo: trechos 181
Figura 44 - Cenário 0 - Classificação do coeficiente CN para as sub-bacias do modelo 182
Figura 45 - Cenário 0 - Percentual de impermeabilização na bacia do Sinos 183
Figura 46 - Vazões com TR 5 anos 184
Figura 47 - Vazões com TR 10 anos 185
Figura 48 - Vazões com TR 25 anos 186
Figura 49 - Vazões com TR 50 anos 187
Figura 50 - Vazões com TR 100 anos 188
Figura 51 - Escopo da área de modelagem hidrodinâmica 190
Figura 52 - Dados planialtimétricos utilizados 191
Figura 53 - Coeficiente de Rugosidade de Manning 192
Figura 54 - Articulação dos Mapas de Inundação 193
Figura 55 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral 194
Figura 56 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral 195
Figura 57 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral 196
Figura 58 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral 197
Figura 59 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral 198
Figura 60 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral 199
Figura 61 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral 200
Figura 62 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral 201
Figura 63 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral 202
Figura 64 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral 203
Figura 65 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral 204
Figura 66 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral 205
Figura 67 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral 206
Figura 68 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral 207
Figura 69 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral 208
Figura 70 - Riozinho - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral 209
Figura 71 - Riozinho - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral 210
Figura 72 - Riozinho - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral 211
Figura 73 - Riozinho - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral 212
Figura 74 - Riozinho - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral 213
Figura 75 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral 214
Figura 76 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral 215
Figura 77 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral 216
Figura 78 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral 217
Figura 79 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral 218

Figura 80 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1 219
Figura 81 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2 220
Figura 82 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3 221
Figura 83 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 4 222
Figura 84 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 5 223
Figura 85 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 6 224
Figura 86 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 7 225
Figura 87 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8 226
Figura 88 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9 227
Figura 89 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 10 228
Figura 90 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 11 229
Figura 91 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 12 230
Figura 92 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 13 231
Figura 93 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 14 232
Figura 94 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 15 233
Figura 95 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16 234
Figura 96 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17 235
Figura 97 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18 236
Figura 98 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19 237
Figura 99 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20 238
Figura 100 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 21 239
Figura 101 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 22 240
Figura 102 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 23 241
Figura 103 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 24 242
Figura 104 - Articulação dos Mapas de Zoneamento 244
Figura 105 - Zoneamento - Rio dos Sinos - Situação Geral 245
Figura 106 - Zoneamento - Rio Paranhana - Situação Geral 246
Figura 107 - Zoneamento - Rios Areia e Rolante - Situação Geral 247
Figura 108 - Zoneamento - Formadores - Situação Geral 248
Figura 109 - Zoneamento - Detalhe Área 1 249
Figura 110 - Zoneamento - Detalhe Área 2 250
Figura 111 - Zoneamento - Detalhe Área 3 251
Figura 112 - Zoneamento - Detalhe Área 4 252
Figura 113 - Zoneamento - Detalhe Área 5 253
Figura 114 - Zoneamento - Detalhe Área 6 254
Figura 115 - Zoneamento - Detalhe Área 7 255
Figura 116 - Zoneamento - Detalhe Área 8 256
Figura 117 - Zoneamento - Detalhe Área 9 257
Figura 118 - Zoneamento - Detalhe Área 10 258
Figura 119 - Zoneamento - Detalhe Área 11 259

Figura 120 - Zoneamento - Detalhe Área 12....260
Figura 121 - Zoneamento - Detalhe Área 13....261
Figura 122 - Zoneamento - Detalhe Área 14....262
Figura 123 - Zoneamento - Detalhe Área 15....263
Figura 124 - Zoneamento - Detalhe Área 16....264
Figura 125 - Zoneamento - Detalhe Área 17....265
Figura 126 - Zoneamento - Detalhe Área 18....266
Figura 127 - Localização das intervenções consolidadas Baixo Sinos - Planta Baixa 1/2....274
Figura 128 - Localização das intervenções consolidadas Médio Sinos - Planta Baixa 2/2....275
Figura 129 - CANOAS E ESTEIO / Planta Baixa....277
Figura 130 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Dique 01, 02 e 03....278
Figura 131 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Diques Sapucaia....279
Figura 132 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Diques Esteio....280
Figura 133 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Corta-Dreno BR-448....281
Figura 134 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Diques 01, 02 e 03....282
Figura 135 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Diques Sapucaia....283
Figura 136 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Diques Esteio....284
Figura 137 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Corta-Dreno BR-448....285
Figura 138 - CANAL Secundário do Sinos / Planta Baixa....287
Figura 139 - CANAL Secundário do Sinos / Seção Tipo....288
Figura 140 - CANAL SecundáRio dos Sinos / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas....289
Figura 141 - NOVA SANTA RITA / Dique / Planta Baixa....291
Figura 142 - NOVA SANTA RITA / Dique / Seção Tipo....292
Figura 143 - NOVA SANTA RITA / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas....293
Figura 144 - SAPUCAIA DO SUL / Diques Norte e Sul / Planta Baixa....295
Figura 145 - SAPUCAIA DO SUL / Diques Norte e Sul / Seção Tipo....296
Figura 146 - SAPUCAIA DO SUL / Diques Norte e Sul / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas....297
Figura 147 - DIQUE CERQUINHA / Margem Esq. e Direita / Planta Baixa....299
Figura 148 - DIQUE CERQUINHA / Margem Esq. e Direita / Seção Tipo....300
Figura 149 - DIQUE CERQUINHA / Margem Esq. e Direita / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas....301
Figura 150 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Planta Baixa....303
Figura 151 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Seção Tipo....304
Figura 152 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas....305
Figura 153 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Planta Baixa....307
Figura 154 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Seção Tipo....308
Figura 155 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro - Volumes e Áreas....309
Figura 156 - CAMPO BOM - BAIRRO N / Dique-Muro / Planta Baixa....311
Figura 157 - CAMPO BOM - BAIRRO N / Dique-Muro / Seção Tipo....312
Figura 158 - CAMPO BOM - BAIRRO N / Dique-Muro / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas....313
Figura 159 - IGREJINHA ME NORTE / Dique / Planta Baixa....315

Figura 160 - IGREJINHA ME NORTE / Dique / Seção Tipo 316
Figura 161 - IGREJINHA ME NORTE / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas 317
Figura 162 - IGREJINHA ME SUL / Dique / Planta Baixa 318
Figura 163 - IGREJINHA ME SUL / Dique / Seção Tipo 319
Figura 164 - IGREJINHA ME SUL / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas 320
Figura 165 - Mapa de Perigo Consolidado 322

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Dados do Contratante 12
Quadro 2 - Dados do Consórcio 13
Quadro 3 - Dados do Contrato 13
Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução 14
Quadro 5 - Pesos atribuídos para cada área 19
Quadro 6 - Pesos atribuídos para cada critério de avaliação 26
Quadro 7 - Análise Multricritério Global - Baixo Rio dos Sinos 27
Quadro 8 - Análise Multricritério Global - Médio Rio dos Sinos (Paranhana) 29
Quadro 9 - Análise Multricritério Global - Alto Rio dos Sinos (Rolante/Caraá/Riozinho) 30
Quadro 10 - Análise Multricritério - Região do Município de Nova Santa Rita 31
Quadro 11 - Análise Multricritério - Região do Município de Sapucaia do Sul 32
Quadro 12 - Análise Multricritério - Região do Município de São Leopoldo – A. Cerquinha 33
Quadro 13 - Análise Multricritério - Região do Município de Canoas e Esteio 35
Quadro 14 - Análise Multricritério - Região do Município de Campo Bom - Bairro N 36
Quadro 15 - Análise Multricritério - Região do Município de Campo Bom - Arroio Schmidt 37
Quadro 16 - Análise Multricritério - Região do Município de São Leopoldo - Bairro Feitoria 38
Quadro 17 - Análise Multricritério - Região de Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande 39
Quadro 18 - Análise Multricritério - Região do Município de Igrejinha 40
Quadro 19 - Análise Multricritério - Região do Município de Três Coroas 41
Quadro 20 - Análise Multricritério - Região do Município de Rolante 42
Quadro 21 - Análise Multricritério - Região do Município de Riozinho 43
Quadro 22 - Análise Multricritério - Região do Município de Caraá 44
Quadro 23 - Resultados das sondagens geotécnicas no leito do Rio dos Sinos (canal principal) 52
Quadro 24 - Quantitativos de aprofundamento e alargamento do canal secundário junto a BR-116 60
Quadro 25 - Quantitativos das obras de elevação dos diques existenstes junto a BR-116 60
Quadro 26 - Quantitativos obras do dique em Canoas e Esteio protegendo as áreas já ocupadas 70
Quadro 27 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Nova Santa Rita 74
Quadro 28 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Sapucaia do Sul 80
Quadro 29 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Arroio Cerquinha 84
Quadro 30 - Quantitativos das obras do dique proposto no bairro Feitoria em São Leopolo 89
Quadro 31 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em N.Hamburgo / Lomba Grande 93
Quadro 32 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Campo Bom - Bairro N 96
Quadro 33 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Igrejinha (norte) 104
Quadro 34 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Igrejinha - Sul 112
Quadro 35 - Orçamento da desapropriação da zona de passagem de cheias no Zoneamento 118
Quadro 36 - Orçamento da demolição das áreas a serem desapropriadas 119
Quadro 37 - Revitalização de áreas desapropriadas com a implantação de parques lineares 120
Quadro 38 - Custo Total da Revitalização da Área 120
Quadro 39 - Custo total do zoneamento, desapropriação e revitalização das áreas desapropriadas 121

Quadro 40 - Orçamento das casas de bombas C2B 121
Quadro 41 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2B 121
Quadro 42 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2B 122
Quadro 43 - Orçamento dos diques do Arroio Sapucaia - C2B 123
Quadro 44 - Orçamento do dique 1 - C2B 124
Quadro 45 - Orçamento do dique 2 - C2B 125
Quadro 46 - Orçamento do dique 3 - C2B 126
Quadro 47 - Orçamento itens relativos a projetos e apoio técnico das obras / Canoas e Esteio C2B.....127
Quadro 48 - Orçamento das obras do canal secundário do Rio em S. Leopoldo 127
Quadro 49 - Orçamento Itens complementares das obras do canal secundário do Rio em S. Leopoldo129
Quadro 50 - Orçamento de Elevação Dique Existente Margem Esquerda - São Leopoldo.....129
Quadro 51 - Orçamento de Elevação Dique Existente Margem Direita - São Leopoldo.....130
Quadro 52 - Orçamento de Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo 131
Quadro 53 - Orçamento dos itens complementares às obras de elevação dos diques sob a BR-116 131
Quadro 54 - Orçamento do Dique Nova Santa Rita.....132
Quadro 55 - Orçamento dos itens complementares às obras do Dique em Nova Santa Rita 133
Quadro 56 - Orçamento dos diques -em Sapucaia do Sul (norte).....133
Quadro 57 - Orçamento dos diques em Sapucaia do Sul (sul).....134
Quadro 58 - Itens complementares e o total relativo às obras nos diques em Sapucaia do Sul 138
Quadro 59 - Orçamento da elevação do dique do A. Cerquinha em São Leopoldo.....138
Quadro 60 - Orçamento da elevação do dique do A. Cerquinha em São Leopoldo.....139
Quadro 61 - Itens complementares e o total relativo às obras do dique do A. Cerquinha 140
Quadro 62 - Orçamento do dique proposto no Bairro Feitoria em São Leopoldo 140
Quadro 63 - Itens complementares às obras do dique no Bairro Feitoria em São Leopoldo.....141
Quadro 64 - Orçamento do dique proposto no Bairro Lomba Grande em Novo Hamburgo 142
Quadro 65 - Itens complementares e o total relativo às obras no B. Lomba Grande.....144
Quadro 66 - Orçamento do dique proposto no Bairro N em Campo Bom 145
Quadro 67 - Itens complementares e o total relativo às obras do dique no Bairro N em Campo Bom....147
Quadro 68 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Esquerda (norte).....148
Quadro 69 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Direita (norte).....150
Quadro 70 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Esquerda Sul 153
Quadro 71 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Direita Sul 156
Quadro 72 - Orçamento dos itens relativo aos diques em Igrejinha.....158
Quadro 73 - Levantamento de custos de instalação de estações hidrometeorológicas 159
Quadro 74 - Levantamento de custos de implementação das intervenções consolidadas.....160
Quadro 75 - Intervenções consolidadas na Bacia - Fluxo de caixa de investimentos.....162
Quadro 76 - Parâmetros Hidrológicos CN e % impermeável.....170
Quadro 77 - Vazões de Cheia para TR 5, 10, 25, 50 e 100 nas sub-bacias 171
Quadro 78 - Vazões de Cheia para TR 5, 10, 25, 50 e 100 nos trechos.....176

1 APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante do “Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias na Bacia do Rio dos Sinos”, e trata do “PRODUTO 14 - CONSOLIDAÇÃO DO CONJUNTO DE INTERVENÇÕES”, conforme descrito no Edital CELIC-RS nº 008/14 na modalidade de Regime de Contratação Diferenciada (RDC).

O contrato supracitado é financiado através do Orçamento Geral da União, operacionalizado pelo Ministério das Cidades, no âmbito do Plano de Aceleração do Crescimento-2 (PAC 2) e está inserido no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGR), atendendo aos municípios da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul.

Quadro 1 - Dados do Contratante

DADOS DA CONTRATANTE	
Nome	Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN (citada daqui em diante como FISCALIZAÇÃO)
Endereço	Av. Borges de Medeiros, 1501- 4º andar, Centro - Porto Alegre/RS CEP: 90020-020
Responsável pela Instituição	
Nome	Pedro Bisch Neto
Cargo	Diretor-Superintendente
Fiscal do Contrato	
Nome	Eng.ª Paula Branco Pinto
Telefone	(51) 3288-6000
E-mail	paula-pinto@metroplan.rs.gov.br

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 2 - Dados do Consórcio

DADOS DO CONSÓRCIO	
Nome Fantasia	Consórcio Metroplan Bacia Rio dos Sinos
Empresas Componentes	
Razão social	Cohidro Consultoria, Estudos E Projetos Ltda.
Endereço	Rua 96, 585, loja comercial 7, Saquarema/RJ
Responsável	Eng.º Wellington Coimbra Lou
Telefone	(21) 2288-5462
E-mail	cohidro@cohidro.com.br
Razão social	Encop Engenharia Ltda.
Endereço	Av. Coronel Aparício Borges, nº 965 - salas 201, 202 e 203, Porto Alegre/RS
Responsável	Eng.º Luciano Bezerra
	Eng.º Thiago Araldi
Telefone	(51) 3028 4799
E-mail	luciano@encop.com
	thiago@encop.com
Razão social	M.J Engenharia Sis Ltda.
Endereço	Rua Sen. Annibal Di Primio Beck, 400, Boa Vista- Porto Alegre - RS CEP 90480-180
Responsável	Eng.º Orgel Carvalho Filho
	Eng.º Ricardo Santiago
Telefone	(51) 3013 5793
E-mail	orgel.filho@mjengenharia.com
	ricardo.santiago@mjengenharia.com

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 3 - Dados do Contrato

DADOS DO CONTRATO	
Termo de Compromisso do Estado do RS com União	0402.532-34/2012-RS
Edital CELIC	RDC 008/14
Número do contrato com a METROPLAN	003/2015
Objeto	Elaboração de estudos e projetos necessários para a gestão de inundações na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos
Ordem de início	16 de junho de 2015
Prazo	540 dias (término estimado em 07/12/16)
Prazo Prorrogado Cfe. 1º Aditivo Contratual de 08/06/2016. FPE Nº 023001/2014 Exp. Administrativo 686-22.64/14-5	12 meses a contar de 07/12/2016 (término estimado em 07/12/17)
Prazo Prorrogado Cfe. 2º Aditivo Contratual de 08/06/2016. FPE Nº 023001/2014	120 dias a contar de 8/12/ 2017 (término estimado em 07/04/18)
Prazo Prorrogado Cfe. 3º Aditivo Contratual de 06 /04/2018 FPE Nº 023001/2014	105 dias a contar de 06 de abril de 2018 (término estimado em 20/07/18)
Prazo Prorrogado Cfe. 4º Aditivo Contratua lde 20/07/2018 FPE Nº 023001/2014	30 dias a contar de 20 de julho de 2018 (término estimado em 19/08/18)

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

2 INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve a metodologia, as atividades desenvolvidas e os produtos resultantes da elaboração do “PRODUTO 14 - CONSOLIDAÇÃO DO CONJUNTO DE INTERVENÇÕES", referente à Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, localizada no estado do Rio Grande do Sul, conforme solicitado no Termo de Referência:

> ***PRODUTO 14 - Consolidação do Conjunto de Intervenções***
>
> *Com base nos estudos de viabilidade e nas impressões da comunidade buscadas por meio das ações de participação pública, deverá ser selecionado o conjunto de medidas estruturais e não estruturais a serem implantadas. Deverá ser indicada a ordem de prioridade das intervenções da alternativa recomendável a ser seguida quando do desenvolvimento do projeto, considerando custo-benefício e viabilidade financeira. [...]*
>
> *[...] Esse produto deverá compor um caderno com a justificativa da seleção de alternativas de intervenção, contendo em anexo:*
>
> - *Plantas dos projetos de engenharia;*
> - *Memorial descritivo;*
> - *Memória de cálculo;*
> - *Quantitativos e orçamentos.*

O Quadro 4 apresenta a relação de produtos previstos no presente projeto e a situação em que se encontrava o desenvolvimento de cada um dos produtos no momento do fechamento da presente edição.

Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução

Número	Denominação do Produto	Status de Execução
1	Plano de Trabalho Consolidado	Executado
2	Consulta Pública - Relatório do Evento 1 - Plano de Trabalho	Executado
3	Consulta Pública - Relatório do Evento 2 - Diagnóstico	Executado
4	Consulta Pública - Relatório do Evento 3 - Plano de Ação	Executado
5	Base de Dados	Executado
6	Diagnóstico	Executado
7	Levantamento Topobatimétrico	Executado
8	Levantamento Aerofotogramétrico	Executado
9	Cadastro de Redes	Executado
10	Relatório dos Estudos Hidrológicos	Executado
11	Relatório Simulação Hidráulica e Mapa de Inundação	Executado
12	Projetos dos Cenários de Intervenção	Executado
13	Análise de Viabilidade das Alternativas	Executado
14	**Consolidação do Conjunto de Intervenções**	
15	Plano de capacitação e adequação dos serviços de gestão de águas pluviais	Executado
16	Plano de Ação	Executado
17	Resumo Executivo	Executado
18	Relatório Final	Executado

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3 CONSOLIDAÇÃO DO CONJUNTO DE INTERVENÇÕES

3.1 Área de Estudo

A Figura 1 apresenta a situação e localização da área de estudo.

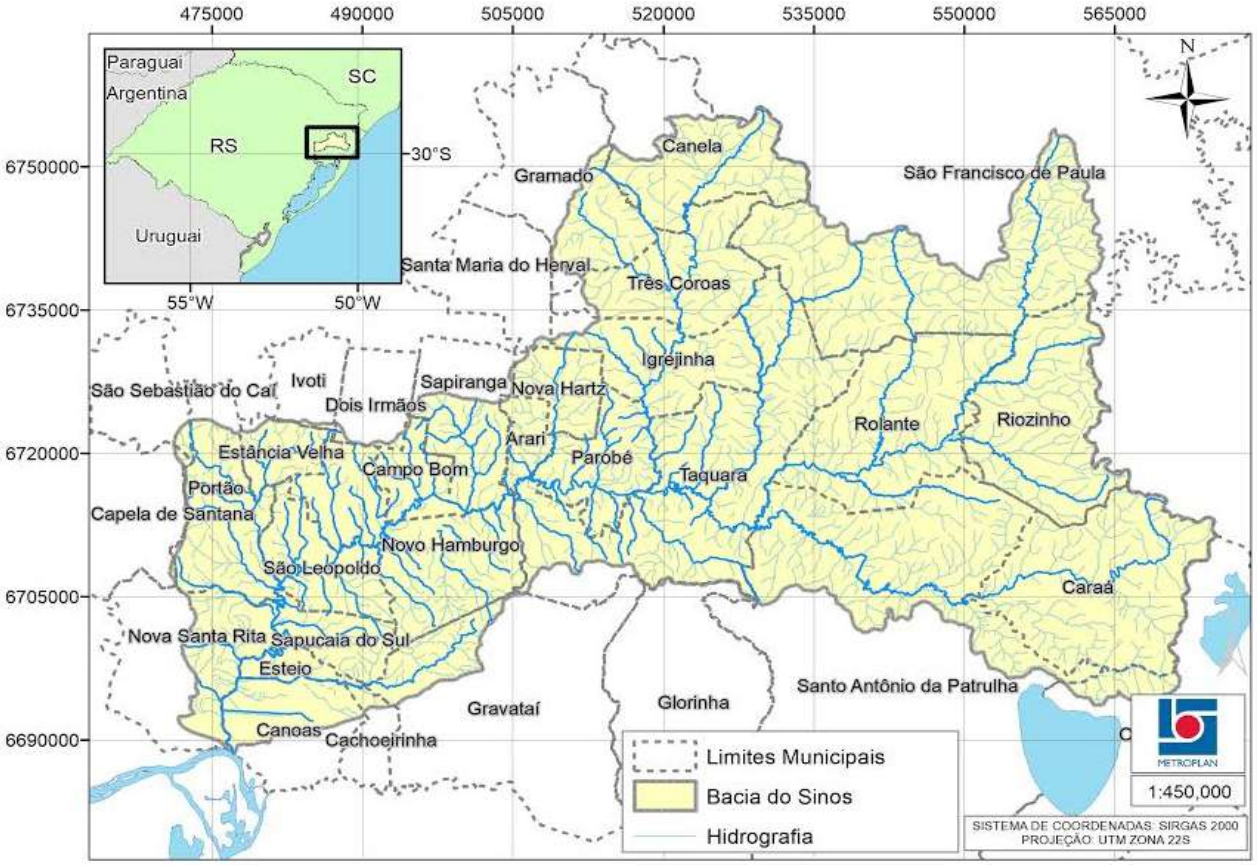


Figura 1 - Situação e localização da Bacia do Rio dos Sinos
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.2 Objetivos do Relatório

O PRODUTO 14 - Consolidação do Conjunto de Intervenções tem por objetivo geral selecionar o conjunto de medidas estruturais e não-estruturais a serem implantadas para o controle dos eventos de cheias. São apresentadas as intervenções em ordem de prioridade e a concepção de seus projetos.

Os objetivos específicos do Produto 14 são:

- Apresentar a análise multicritério para a escolha das intervenções a serem consolidadas, considerando os aspectos econômico, social, técnico e ambiental.
- Apresentar os anteprojetos de engenharia das intervenções consolidadas.
- Apresentar o zoneamento de inundações consolidado e integrado às demais intervenções e legislações.
- Apresentar o sistema de monitoramento previsão e alerta consolidado.
- Apresentar o seguro de cobertura de inundações consolidado.
- Apresentar como anexo da consolidação as plantas dos projetos de engenharia, o memorial descritivo, a memória de cálculo e os quantitativos e orçamentos.

3.3 Planejamento Geral

Conforme o TR:

> ***PRODUTO 14 - Consolidação Do Conjunto De Intervenções***
>
> .....
>
> *O estudo de viabilidade deve considerar as componentes ambientais, social, técnica e econômica das obras e das medidas não estruturais de forma integrada, possibilitando a seleção do melhor conjunto de intervenções através de uma avaliação multicriteriosa. Devem ser considerados os pontos de vista das comunidades afetadas, da sociedade e dos entes públicos envolvidos nos projetos.*

Sendo assim, o presente relatório visa quantificar e ponderar as diferentes componentes decisórias para a avaliação e decisão do conjunto de alternativas que melhor atendem as demandas das populações vulneráveis.

Uma vez analisadas, se consolidam as intervenções escolhidas e é dado o seu encaminhamento quanto à sua exequibilidade em termos de prazo e custos.

No que tange a análise multicritério, a complexidade verificada decorrente do aumento do número de informações e da necessidade de utilizá-las no processo decisório fez com que surgissem novos métodos para a escolha da melhor alternativa na tentativa de alcançar maior assertividade nas tomadas de decisão.

Neste sentido, métodos multicritérios de tomada de decisão surgiram como métodos de apoio que são vistos como ferramentas matemáticas, eficazes para resolução de problemas em que existem critérios conflitantes (Brans & Mareschal, 2005).

Tais métodos fornecem ao usuário uma classificação e ranqueamento das intervenções candidatas (Saaty, 1991; Saaty & Vargas, 2012).

Para Vincke (1992), a vantagem da utilização de métodos multicritérios ocorre pelo fato de que não há, em geral, decisões que sejam simultaneamente ótimas sob todos os pontos de análise, fazendo com que ocorra desta forma, a seleção da melhor opção possível.

Particularmente, torna-se interessante para o setor público, no qual seus gestores têm que tomar decisões para a sociedade como um todo, sem a priorização de um determinado grupo, abrindo a possibilidade de a decisão ser mais participativa, contemplando diferentes interesses.

3.3.1 Horizonte de Planejamento

A consolidação das intervenções foi realizada a partir de uma análise multicritério dos diversos aspectos num horizonte de planejamento de 30 anos.

Nos Cenários 0, 1 e 2, depois de projetado o cenário futuro tendencial de crescimento urbano, foram avaliadas as diferentes soluções sendo ponderados os aspectos econômico, social, técnico e ambiental entre benefícios e prejuízos nesse horizonte de planejamento.

3.3.2 Unidades de Análise Espacial

A análise multicritério levou em consideração a apreciação dos Cenários 0, 1 e 2 de forma global, ou seja, considerando todas as intervenções propostas na bacia em cada cenário, consolidando tanto as intervenções.

Dessa forma, se pôde avaliar a possível viabilidade global, em que, mesmo intervenções aparentemente menos vantajosas num aspecto econômico, talvez possam ser viabilizadas num contexto geral.

Ao se analisar a viabilidade global das intervenções, determinadas alternativas podem se tornar viáveis economicamente.

Tais constatações são realizadas se observando o viés econômico, o que não impede que a análise multicritério seja feita individualmente para cada intervenção, considerando os demais aspectos envolvidos na decisão.

Portanto, a análise é realizada de forma global na bacia e por unidade de análise espacial, previamente definida nos relatórios anteriores, e também, individualmente nas regiões impactadas por cada intervenção, considerando os Cenários 0, 1 e 2.

Desta forma, no caso de uma região protegida por sistema de proteção composto por dique e estação de bombeamento, a análise é apresentada considerando os benefícios que tal região terá no caso da implantação do sistema de proteção estrutural, ou no caso do zoneamento e consequente desapropriação da população, sendo também comparada ao cenário tendencial de convivência (C0).

Nesse sentido, a Bacia do Rio dos Sinos, é dividida em:

- Macro unidade do Alto Sinos;
- Macro unidade do Médio Sinos;
- Macro unidade do Baixo Sinos.
- Individual:
    - Unidade de avaliação da região impactada em Nova Santa Rita;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Sapucaia do Sul;
    - Unidade de avaliação da região impactada em São Leopoldo (Arroio Cerquinha);
    - Unidade de avaliação da região impactada em Canoas e Esteio;
    - Unidade de avaliação da região impactada em São Leopoldo Feitoria;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Novo Hamburgo Lomba Grande;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Campo Bom - Bairro N;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Campo Bom - Schmidt;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Igrejinha;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Três Coroas;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Rolante;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Riozinho;
    - Unidade de avaliação da região impactada em Caraá.

Serão comparados os cenários já descritos no PRODUTO 12 - PROJETOS DOS CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES e recapitulados a seguir:

✓ **Cenário 0 - Convívio com as cheias na bacia**

- Não está previsto nenhum tipo de medida, tanto estrutural como não-estrutural.

✓ **Cenário 1 - Implementação de alternativas não-estruturais**

- Prevê a desapropriação de populações em risco através do zoneamento das áreas inundáveis.
- Prevê o monitoramento, previsão e alerta de desastres naturais para a minimização dos impactos sociais causados pelas cheias.
- Prevê a implementação de sistemas de seguro de cobertura de inundações.

✓ **Cenário 2 - Implementação de alternativas estruturais e não-estruturais**

- Prevê a implementação de diques de proteção contra cheias nas regiões mais expostas ao risco, onde constatada a viabilidade técnica.
- Prevê a desapropriação de populações em risco através do zoneamento das áreas inundáveis onde não é indicada a utilização de diques de proteção por causar impactos a outras regiões da bacia.
- Prevê o monitoramento, previsão e alerta de desastres naturais para a minimização dos impactos sociais causados pelas cheias.
- Prevê a implementação de sistemas de seguro de cobertura de inundações.

3.4 Análise e Seleção das Alternativas

A análise de alternativas consiste no processo em que um indivíduo (ou grupo de indivíduos) contempla uma escolha em um ambiente incerto. A teoria de análise de decisão nada mais é que o auxílio para esta tomada de decisão entre um grupo de alternativas pré-determinadas.

O processo decisório se baseia nas informações disponíveis sobre cada uma destas alternativas e do sistema como um todo. A qualidade de informação pode ser bastante variável, desde grandezas mensuráveis, passando por simulações e projeções até o uso de interpretações subjetivas.

A diversidade e variabilidade da qualidade das informações demandam de métodos e técnicas que possam assistir no processamento de tais informações, esperando-se assim que sejam tomadas melhores decisões.

Os valores e percepções da sociedade são a força por trás de qualquer atividade decisória. Tais são articulados na forma de um objetivo para tal sociedade o que por vezes se transforma em tomada de ação formal, dentro de cenários possíveis.

3.4.1 Análise Multicritério

No contexto de uma análise multicritério a seleção de cenários é facilitada pela avaliação de cada escolha dentro de um grupo de critérios. Tais critérios devem ser mensuráveis, mesmo que em uma escala nominal (sim/não) e os resultados de cada ação devem ser quantificados para cada cenário.

A lista de critérios provê a base para a comparação das escolhas e consequentemente facilita a seleção satisfatória. Cada cenário proposto é composto por um grupo de escolhas que, dentro da sua filosofia individual, visa mitigar os impactos dos efeitos das cheias dentro das áreas do escopo na bacia.

Em comparação à simples análise econômica, o principal mérito de uma análise multicritério é que tal provê um método explícito de se levar em consideração os impactos de projetos que não poderiam ser avaliados em pecúnia facilmente (elementos intangíveis).

A partir de uma lista de critérios desenvolve-se um método para ranquear tais cenários. Cada cenário proposto apresenta um desempenho distinto nos diferentes quesitos analisados. A análise multicritério consiste em ponderar esta série de quesitos e obter-se um *score* global e, a partir do que, pode se avaliar qual cenário é o recomendado para cada caso.

A lista de critérios considerados na análise contempla, além da análise financeira, aspectos sociais e ambientais, assim como elementos logísticos para o planejamento urbano.

Os critérios estão assim agrupados em grandes áreas:

Critérios Econômicos: aqueles que demandam investimento financeiro inicial para implantação ou ao longo do horizonte de projeto para a operação e manutenção ou ainda que mostrem os prejuízos para implantação do Cenário. Podem vir de grandezas numéricas ou análise nominal;

Critérios Sociais: aqueles que impactam diretamente na qualidade de vida da população, principalmente naquelas mais vulneráveis;

Critérios Ambientais: aqueles que impactam diretamente no ecossistema regional ou na qualidade de água;

Critérios Logísticos ou Operacionais: aqueles que avaliam a operacionalidade do sistema a ser implantado como um todo, inclusive aqueles que dependem indiretamente da qualidade e capacitação da gestão municipal ou regional.

Na falta de metodologia mais adequada, os pesos de cada área foram definidos em conjunto pela equipe técnica na tentativa de atender as expectativas apresentadas durante as diversas reuniões realizadas pelo grupo de trabalho.

Foram considerados os seguintes pesos, conforme Quadro 5:

Quadro 5 - Pesos atribuídos para cada área

Critérios	Peso
Econômicos	35%
Sociais	45%
Ambientais	10%
Logísticos ou Operacionais	10%
Total:	**100%**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Os pesos são diretamente proporcionais à importância de cada área avaliada, ou seja, os que mais se aproximam de 100% são considerados mais importantes na análise para a mitigação dos impactos das cheias.

A título de exemplo, a análise dos critérios sociais é mais importante que as demais áreas de análise, portanto apresenta o maior peso percentual.

Optou-se por tal ponderação, uma vez que o viés do presente trabalho é principalmente a diminuição dos impactos sociais que os eventos de cheias acarretam à bacia.

A atual conjuntura econômica do país, em que o financiamento de obras tem se tornado cada vez mais difícil, também tem papel determinante na escolha dos pesos de avaliação dos critérios econômicos.

Portanto, a área de avaliação econômica também apresenta uma ponderação alta, dessa forma, as intervenções que apresentam menores custos de investimento, manutenção e operação terão maior destaque.

Os critérios ambientais e logísticos/operacionais apresentam o mesmo nível de importância. Tais áreas de avaliação têm menores pesos, dado que o objetivo do trabalho é a mitigação de cheias e não a melhoria de questões ambientais.

O foco do critério ambiental, nesse caso, é a avaliação de possíveis impactos ambientais que as soluções para as cheias podem gerar à bacia. Da mesma forma, os custos logísticos e/ou operacionais são inerentes a qualquer solução e, por isso, tem menor destaque.

Os seguintes critérios foram elencados como significativos para a análise multicritério:

- ✓ **Critérios Econômicos**
  - Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação (VPL)
  - Interferências em atividades econômicas
  - Interferências com a infraestrutura existente (implantação)
- ✓ **Critérios Sociais**
  - Desapropriação / Relocação de população
  - Prejuízos remanescentes
  - Conflitos nos usos do solo e da água
  - Risco de vida
- ✓ **Critérios Ambientais**
  - Alteração no regime e na qualidade de água
  - Interferências em áreas de proteção ambiental
  - Remoção de cobertura vegetal
- ✓ **Critérios Logísticos ou Operacionais**
  - Interferência com os serviços públicos (eventos)
  - Operação e manutenção

Para a realização da análise os cenários serão avaliados na sua relação entre si, apenas. São apresentadas notas normalizadas de 0 a 1 para cada critério, sendo que:

- Zero representa a pior desempenho entre os Cenários;
- 1 representa a melhor performance entre os Cenários;
- Valores entre 0 e 1 significam performance intermediária.

Cada critério apresenta um peso diferente de acordo com os valores e percepção da sociedade contida na bacia. O peso atribuído para cada critério pode qualquer número de 1% a 99%.

Quanto maior o número maior sua importância para a sociedade. A soma de todos os pesos atribuídos aos critérios será sempre 100%.

A nota global dada a cada alternativa é constituída por:

$$N_{C(x)} = \sum_{i=1}^{n} P_i * N_i C_{(x)}$$

Onde:

$\boldsymbol{N_{C(x)}}$ = nota global do Cenário x;

$\boldsymbol{n}$ = número de critérios;

$\boldsymbol{i}$ = um certo critério;

$\boldsymbol{P_i}$ = peso do critério i;

$\boldsymbol{N_i C_{(x)}}$ = nota do critério i para o Cenário x;

A alternativa que apresentar a maior nota global é considerada a mais vantajosa dentro dos critérios apresentados.

3.4.2 Critérios Econômicos

- ✓ **Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e prejuízo remanescente (VPL)**

O valor presente dos custos de implantação e das despesas de operação somados ao prejuízo remanescente, aqui chamado de VPL, não leva em consideração o benefício gerado pela intervenção.

São contabilizados e trazidos a valor presente todos os custos relativos à implementação da solução e operação dentro do horizonte de projeto juntamente ao prejuízo remanescente na região.

Quanto maior o VPL, menor a nota atribuída à solução analisada. Os valores de VPL são normalizados com base no menor VPL que recebe a nota 1.

Optou-se por utilizar tal métrica, uma vez que podem ser comparados entre si, os três cenários analisados, pois todos envolvem custos, inclusive o cenário tendencial (C0) ao se contabilizar os prejuízos.

Em contraponto, a TIR (Taxa Interna de Retorno) e o B/C (relação benefício custo) já levam em consideração os prejuízos no cenário tendencial (C0) quando convertidos em benefícios nos cenários alternativos 1 e 2, permitindo dessa forma, apenas comparar os dois cenários alternativos.

✓ **Interferências em atividades econômicas**

Os eventos extremos de cheia geram impactos secundários nas atividades econômicas locais, independentemente do tamanho da operação. Tais impactos podem ser importantes, mas são difíceis de serem quantificados.

Cenários que permitem que inundações ocorram com mais frequência em regiões com maior densidade de atividades econômicas (serviços, comércio ou indústria) são penalizadas na sua pontuação.

✓ **Prejuízos remanescentes**

O critério de prejuízos remanescentes leva em consideração que, mesmo após melhores esforços para mitigação dos impactos das cheias, ainda podem existir problemas na região do estudo.

Tal prejuízo é medido através do número contabilizado de edificações remanescentes que continuarão a conviver com os eventos de inundações em cada alternativa analisada.

Propostas que minimizem tais prejuízos recebem notas mais elevadas do que propostas que permitem que tais ocorram. Os valores são normalizados com base no menor número de edificações remanescentes que recebe a nota 1.

3.4.3 Critérios Sociais

✓ **Interferências com a infraestrutura existente (implantação)**

Tal critério considera que a implantação dos elementos de proteção contra cheias gera impactos sobre a infraestrutura pública existente.

Por vezes para a construção de diques é necessária a alteração do traçado de uma avenida ou até a eliminação de uma via de acesso local. Tais causam interferência na qualidade de vida local, especialmente durante a execução das obras.

Os cenários que apresentem o mínimo de interferência sobre a infraestrutura existente recebem notas melhores do que aqueles que demandam alterações físicas significativas.

✓ **Desapropriação / Reassentamento de população**

Este critério avalia a necessidade e magnitude de desapropriação e reassentamento.

O processo de desapropriação consiste na transferência compulsória de propriedade particular (regular ou irregular) para o Poder Público quando existe benefício ao coletivo. Dentro dos cenários propostos tais ocorrem por:

- Situarem-se dentro de zonas de passagem de cheia e sua permanência aumenta o risco de inundação para a população em geral OU;
- Situam-se em áreas a serem implantadas soluções estruturais que impossibilitam a coexistência.

A desapropriação depende de fundamentação do Poder Público, que será pautado na necessidade pública, utilidade pública ou interesse social e deverá ser indenizada mediante prévia e justa indenização em dinheiro ao expropriado, requisitos indispensáveis à consecução do instituto, tal como é determinado pela Constituição Federal.

O processo de reassentamento é executado quando se identifica que os residentes da área de escopo não apresentam condições próprias para estabelecer residência fixa com as condições mínimas. Tal processo demanda, usualmente, a construção de habitações populares em local a ser definido.

Tanto a desapropriação quanto o reassentamento são processos complexos, onerosos e que demandam força política para execução. Os reassentados, usualmente população de baixa renda, são muitas vezes aqueles com as maiores dificuldades para locomoção entre seus locais atuais e as zonas em que interagem com a sociedade, seja seu trabalho, escola ou acesso aos serviços públicos, desta forma, apresentam-se particularmente vulneráveis a estes processos.

Os custos monetários de desapropriação são computados a parte. O presente critério almeja levar em consideração apenas os impactos sociais do processo de desapropriação e realocação.

Tal critério é medido através do número contabilizado de edificações a serem desapropriadas em cada alternativa analisada. Os valores são normalizados com base no menor e no maior número de edificações desapropriadas: o maior recebe nota 0 e o menor nota 1, e então o valor intermediário é interpolado.

✓ **Conflitos nos usos do solo e da água**

No caso da Bacia do Rio dos Sinos o principal conflito entre usos do solo e da água se dá quando há ocupações em regiões com alto e médio risco de inundações. Portanto, soluções que mantém um maior número de ocupações em tais áreas, terão nota relativa mais baixa e vice-versa.

✓ **Risco de vida**

Embora o risco a vida humana sempre exista é papel de qualquer solução de engenharia a minimização de tais.

Muitas vezes profundidades e velocidades de escoamento aparentemente pequenas e de difícil avaliação pela população em geral apresentam risco de ferimento e morte significativo, principalmente quando se trata de crianças, idosos ou aqueles com dificuldade de locomoção. A melhor defesa quanto a tais riscos é expor o mínimo de população a eventos de cheia recorrentes.

Estatisticamente (na região de escopo do estudo) a perda de vida humana por evento de cheia e população atingida é pequena, de toda a forma, soluções que reduzam a área inundada serão mais eficazes na redução do risco inerente das cheias e receberam uma nota relativa mais alta.

3.4.4 Critérios Ambientais

✓ **Alteração no regime e na qualidade de água**

Este critério considera a alteração no regime hidrodinâmico dos cursos d'água impactados pela implantação do cenário. Alteração excessiva nos níveis ou nas velocidades em determinados trechos não são desejáveis, pois impactam na interação pré-existente da população com o rio e podem gerar efeitos imprevisíveis.

Aquelas alternativas que mantêm a condições (no curso d'água principal) mais próximas da condição existente receberão notas relativas mais elevadas do que aquelas que não.

Enquanto no aspecto da qualidade, os cenários que melhoram a qualidade da água têm tal impacto contabilizado através de melhores notas e os que pioram tem as piores notas.

✓ **Interferências em áreas de proteção ambiental**

Este critério considera a interferência causada pela implantação da solução em áreas de proteção ambiental.

Mesmo que o foco do trabalho seja a mitigação de impactos em áreas antropizadas é possível que haja interferência em áreas fundamentais para a conservação da fauna e flora nativa.

Um fator importante a ser considerado é o efeito de diques na interrupção de contínuos (ou corredores) ambientais.

Proposições de ações em que a interferência em áreas de proteção ambiental seja mínima receberão notas relativas mais elevadas do que aquelas em que as interferências sejam significativas.

✓ **Remoção de cobertura vegetal**

A remoção extensa de cobertura vegetal existente não só tem o potencial de incrementar as vazões de pico em eventos extremos, mas também potencialmente podem exacerbar processos erosivos.

O incremento da velocidade de escoamento superficial acoplado com a fragilização do solo exposto pode criar situações que colocam em risco edificações em regiões ribeirinhas assim como promover deslizamentos em determinadas áreas.

Além disto, o incremento de material suspenso no corpo hídrico pode gerar problemas de qualidade d'água.

Soluções que mantenham a cobertura vegetal receberam uma avaliação próxima de 1 e aquelas que demandem a remoção de tal receberão uma nota menor.

3.4.5 Critérios Logísticos ou Operacionais

✓ **Interferência com os serviços públicos (eventos)**

Os Cenários propostos não necessariamente protegem 100% das áreas inundáveis.

O Cenário C0, por exemplo, apresenta quais os impactos de convivências com as inundações. Sabe-se que além da população atingida diretamente, a infraestrutura pública pode ser impactada pelas cheias dos cursos d'água.

A interrupção do funcionamento de uma estação de tratamento de água ou o impedimento de acesso a um serviço de saúde tem impactos difíceis de serem quantificados, mas importantes para a população, especialmente a de mais baixa renda.

Cenários em que os serviços públicos são impactados negativamente a cada evento de chuva receberão notas baixas enquanto cenários que protegem tais áreas possuem uma nota mais elevada.

Os serviços públicos levados em consideração são:

- Tratamento e distribuição de água;
- Tratamento e bombeamento de esgoto;
- Serviços de Saúde (hospitais, postos de saúde, UPAs);
- Serviços de distribuição de energia;

✓ **Operação e manutenção**

A complexidade de um sistema de proteção contra inundações pode, ao longo do tempo, tornar-se um fator de risco significativo.

Mesmo obras que aparentemente demandam pouca atenção, como diques, precisam de cuidados periódicos para seu correto funcionamento.

O crescimento de vegetação de grande porte, por exemplo, é comum em obras deste tipo, e podem causar graves problemas, inclusive o rompimento da obra em si.

No Brasil culturalmente não existe a expectativa que tal tipo de infraestrutura demande atenção periódica, na forma de inspeção regular, por exemplo, deixando que seja dada importância apenas quando se ocorrem incidentes.

A quantidade de estações de bombeamento também é um parâmetro que vai além do custo de operação e manutenção.

Quanto mais estações necessárias para o sistema funcionar mais o risco inerente do sistema, na forma de falhas de abastecimento de energia elétrica ou até lapso na manutenção de tal.

Muito da infraestrutura de drenagem é de cargo do município, que usualmente possuem poucos recursos disponíveis.

Se a gestão de tal segmento sofrer deslize um sistema de proteção complexo é muito mais vulnerável que um passivo.

Uma nota 1 representa um sistema que é relativamente mais resiliente sem a intervenção humana, enquanto uma nota 0 mostra um que é significativamente dependente.

3.4.6 Pesos

Abaixo no Quadro 6 são apresentados os pesos finais utilizados para cada critério de avaliação dos Cenários.

Quadro 6 - Pesos atribuídos para cada critério de avaliação

Critérios	Peso
Econômicos	
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação (VPL)	30%
Interferências em atividades econômicas	2%
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	3%
Subtotal	35%
Sociais	
Desapropriação / Relocação de população	15%
Conflitos nos usos do solo e da água	5%
Prejuízos remanescentes	15%
Risco de vida	10%
Subtotal	45%
Ambientais	
Alteração no regime e na qualidade de água	2%
Interferências em áreas de proteção ambiental	4%
Remoção de cobertura vegetal	4%
Subtotal	10%
Logísticos ou Operacionais	
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	2%
Operação e manutenção	8%
Subtotal	10%
Total	**100%**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.4.7 Unidade global de avaliação - Baixo Rio dos Sinos

Os critérios acima descritos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1, 2A, 2B e 2C do Baixo Sinos considerando todas as alternativas constantes em cada um deles.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL. O Quadro 7 a seguir, apresenta os resultados da análise.

Pode se depreender que os três cenários de obras elencados para o Baixo Sinos, em que há variação apenas na região de Canoas e Esteio tem pontuações semelhantes na análise multicritério, se destacando de forma sutil o Cenário 2B, quando analisado o Baixo Sinos de forma global.

Quadro 7 - Análise Multricritério Global - Baixo Rio dos Sinos

Critério	Grandezas					Normalização					Pesos	Ponderação				
	C0	C1	C2A	C2B	C2C	C0	C1	C2A	C2B	C2C		C0	C1	C2A	C2B	C2C
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	5.511.828.123	4.320.070.525	545.091.009	513.671.643	556.573.219	0,09	0,12	0,94	1,00	0,92	0,30	0,03	0,04	0,28	0,30	0,28
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,5	1,0	0,7	0,8	0,00	0,50	1,00	0,70	0,80	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,6	0,0	0,3	0,1	1,00	0,60	0,00	0,30	0,10	0,03	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	1.091	405	403	404	1,00	0,00	0,63	0,63	0,63	0,15	0,15	0,00	0,09	0,09	0,09
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,7	0,9	0,8	0,00	1,00	0,70	0,90	0,80	0,05	0,00	0,05	0,04	0,05	0,04
Prejuízos remanescentes (edificações)	11.187	10.904	1.634	1.594	1.634	0,14	0,15	0,98	1,00	0,98	0,15	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,9	0,9	0,00	0,80	1,00	0,90	0,90	0,10	0,00	0,08	0,10	0,09	0,09
Alteração no regime e na qualidade de água	0,7	1,0	0,0	0,3	0,2	0,70	1,00	0,00	0,30	0,20	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03	0,03	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,8	0,5	0,7	0,80	1,00	0,80	0,50	0,70	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,8	0,9	0,00	0,50	1,00	0,80	0,90	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,7	0,1	0,3	0,2	1,00	0,70	0,10	0,30	0,20	0,08	0,08	0,06	0,01	0,02	0,02
TOTAL												**0,35**	**0,39**	**0,77**	**0,80**	**0,77**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.4.8 Unidade global de avaliação - Médio Rio dos Sinos (Paranhana)

Os critérios acima descritos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1, 2A e 2B do Médio Sinos considerando todas as alternativas constantes em cada um deles.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL. O Quadro 8 a seguir, apresenta os resultados da análise.

Pode se depreender que o cenário de obras elencado para o Médio Sinos C2B se destaca dos demais cenários de forma significativa na análise multicritério, quando analisado o Médio Sinos de forma global.

Quadro 8 - Análise Multricritério Global - Médio Rio dos Sinos (Paranhana)

Critério	Grandezas				Normalização				Pesos	Ponderação			
	C0	C1	C2A	C2B	C0	C1	C2A	C2B		C0	C1	C2A	C2B
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	2.698.770.046	661.528.117	524.660.808	251.413.126	0,09	0,38	0,48	1,00	0,30	0,03	0,11	0,14	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	0,9	1,0	0,00	0,60	0,90	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,6	0,3	0,0	1,00	0,60	0,30	0,00	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	1.119	1.535	308	1,00	0,27	0,00	0,80	0,15	0,15	0,04	0,00	0,12
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,9	0,8	0,00	1,00	0,90	0,80	0,05	0,00	0,05	0,05	0,04
Prejuízos remanescentes (edificações)	5.997	4.714	2.166	517	0,09	0,11	0,24	1,00	0,15	0,01	0,02	0,04	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	0,9	1,0	0,00	0,80	0,90	1,00	0,10	0,00	0,08	0,09	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,7	1,0	0,3	0,0	0,70	1,00	0,30	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,7	0,00	1,00	0,70	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,6	0,5	0,80	1,00	0,60	0,50	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	0,9	1,0	0,00	0,50	0,90	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,7	0,3	0,0	1,00	0,70	0,30	0,00	0,08	0,08	0,06	0,02	0,00
TOTAL										**0,34**	**0,50**	**0,45**	**0,80**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.4.9 Unidade global de avaliação - Alto Rio dos Sinos (Rolante/Caraá/Riozinho)

Os critérios acima descritos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2 do Alto Sinos considerando todas as alternativas constantes em cada um deles.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL. O Quadro 9 a seguir, apresenta os resultados da análise.

Pode se depreender que os três cenários elencados para o Baixo Sinos, em que há obras apenas em Rolante no Cenário 2 tem pontuações próximas na análise multicritério, se destacando o Cenário 2, quando analisado o Alto Sinos de forma global.

Quadro 9 - Análise Multricritério Global - Alto Rio dos Sinos (Rolante/Caraá/Riozinho)

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	40.250.868	44.782.736	41.389.840	1,00	0,90	0,97	0,30	0,30	0,27	0,29
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,6	0,2	1,00	0,60	0,20	0,03	0,03	0,02	0,01
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	60	116	1,00	0,48	0,00	0,15	0,15	0,07	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	0,7	1,0	0,00	0,70	1,00	0,05	0,00	0,04	0,05
Prejuízos remanescentes (edificações)	1.283	1.226	66	0,05	0,05	1,00	0,15	0,01	0,01	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,7	1,0	0,3	0,70	1,00	0,30	0,02	0,01	0,02	0,01
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,6	0,80	1,00	0,60	0,04	0,03	0,04	0,02
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,61**	**0,65**	**0,70**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação dos Cenários BS-C2B, MS-C2B e AS-C2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação de todas as soluções constantes em tais cenários em termos globais.

Nos subcapítulos seguintes, serão analisadas as regiões de forma independente aumentando o grau de detalhamento da presente análise, para que se possa tomar a melhor decisão em termos econômicos, sociais, ambientais e operacionais.

3.4.10 Avaliação da região impactada pelas cheias em Nova Santa Rita

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Nova Santa Rita onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 10 apresenta os resultados da análise.

Quadro 10 - Análise Multricritério - Região do Município de Nova Santa Rita

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	505.058.610	68.912.063	36.468.519	0,07	0,53	1,00	0,30	0,02	0,16	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,4	0,6	1,00	0,40	0,60	0,03	0,03	0,01	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	236	20	1,00	0,00	0,92	0,15	0,15	0,00	0,14
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	0,7	1,0	0,00	0,70	1,00	0,05	0,00	0,04	0,05
Prejuízos remanescentes (edificações)	267	31	0	0,00	0,88	1,00	0,15	0,00	0,13	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,5	0,80	1,00	0,50	0,04	0,03	0,04	0,02
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,33**	**0,58**	**0,85**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Nova Santa Rita.

3.4.11 Avaliação da região impactada pelas cheias em Sapucaia do Sul

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Sapucaia do Sul onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 11 apresenta os resultados da análise.

Quadro 11 - Análise Multricritério - Região do Município de Sapucaia do Sul

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	64.809.201	61.899.696	36.034.527	0,56	0,58	1,00	0,30	0,17	0,17	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,7	1,00	0,50	0,70	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	63	28	1,00	0,00	0,56	0,15	0,15	0,00	0,08
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,05	0,00	0,05	0,04
Prejuízos remanescentes (edificações)	159	96	0	0,00	0,40	1,00	0,15	0,00	0,06	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,5	0,80	1,00	0,50	0,04	0,03	0,04	0,02
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,48**	**0,54**	**0,78**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Sapucaia do Sul.

3.4.12 Avaliação da região impactada pelas cheias em S. Leopoldo / A. Cerquinha

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de São Leopoldo onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 12, a seguir apresenta os resultados da análise.

Quadro 12 - Análise Multricritério - Região do Município de São Leopoldo – A. Cerquinha

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	1.097.470.124	1.019.247.726	7.090.338	0,01	0,01	1,00	0,30	0,00	0,00	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,8	1,00	0,50	0,80	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	116	23	1,00	0,00	0,80	0,15	0,15	0,00	0,12
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	3.202	3.086	0	0,00	0,04	1,00	0,15	0,00	0,01	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,8	0,80	1,00	0,80	0,02	0,02	0,02	0,02
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,8	0,80	1,00	0,80	0,04	0,03	0,04	0,03
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	0,5	1,0	0,5	0,50	1,00	0,50	0,08	0,04	0,08	0,04
TOTAL								**0,27**	**0,36**	**0,87**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de São Leopoldo.

3.4.13 Avaliação da região impactada pelas cheias em Canoas e Esteio

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região dos municípios de Canoas e Esteio onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação levaram em consideração, no cenário 2, os custos de implantação das obras que não se mostraram viáveis quando avaliadas individualmente, como é o caso das obras de alargamento e aprofundamento do canal secundário do Sinos e da elevação dos diques existentes naquela região.

As obras que devem preceder a criação do pôlder BR-448 (C2A) são as listadas a seguir:

- Nova Santa Rita.
- Sapucaia do Sul.
- Arroio Cerquinha.
- Alargamento e aprofundamento do canal secundário do Rio dos Sinos sob a BR-116.
- Elevação dos diques existentes junto ao Rio dos Sinos em São Leopoldo.

Pelo fato das obras no C2 em Nova Santa Rita, em Sapucaia do Sul e no Arroio Cerquinha já apresentarem viabilidade individualmente, e terem sido escolhidas para serem levadas adiante, não são incluídas no item VPL do Cenário 2A que propõe o pôlder BR-448.

Contudo, as obras do alargamento e aprofundamento do canal secundário do Rio dos Sinos sob a BR-116 e da elevação dos diques existentes naquela região foram incluídas no VPL do Cenário 2A, 2B e 2C.

O Quadro 13 a seguir, apresenta os resultados da análise.

Quadro 13 - Análise Multricritério - Região do Município de Canoas e Esteio

Critério	Grandezas					Normalização					Pesos	Ponderação				
	C0	C1	C2A	C2B	C2C	C0	C1	C2A	C2B	C2C		C0	C1	C2A	C2B	C2C
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	420.977.850	420.977.850	158.501.564	127.082.198	169.983.774	0,30	0,30	0,80	1,00	0,75	0,30	0,09	0,09	0,24	0,30	0,23
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,5	1,0	0,8	0,9	0,00	0,50	1,00	0,80	0,90	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,3	0,0	0,2	1,00	0,50	0,30	0,00	0,20	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	0	10	10	10	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,5	1,0	0,8	1,0	0,9	0,50	1,00	0,80	1,00	0,90	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05
Prejuízos remanescentes (edificações)	3.459	3.459	0	42	42	0,00	0,00	1,00	0,99	0,99	0,15	0,00	0,00	0,15	0,15	0,15
Risco de vida	0,0	0,7	0,8	1,0	0,9	0,00	0,70	0,80	1,00	0,90	0,10	0,00	0,07	0,08	0,10	0,09
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	0,7	0,0	0,7	0,6	0,80	0,70	0,00	0,70	0,60	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03	0,03	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,7	1,0	1,0	0,3	0,9	0,70	1,00	1,00	0,30	0,90	0,04	0,03	0,04	0,04	0,01	0,04
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,4	1,0	0,8	0,9	0,00	0,40	1,00	0,80	0,90	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,8	0,0	0,2	0,1	1,00	0,80	0,00	0,20	0,10	0,08	0,08	0,06	0,00	0,02	0,01
TOTAL												**0,43**	**0,55**	**0,63**	**0,71**	**0,66**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2B, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias nos municípios de Canoas e Esteio.

As soluções 2A e 2C tiveram pontuação semelhante, no entanto inferior, portanto cabe aqui destacar que **esta análise é apenas um indicativo de viabilidade, devendo ocorrer um debate amplo a respeito da melhor alternativa a ser implementada em tal região, entre os diversos interessados, desde a população e prefeituras, os proprietários das terras e empreendedores, Ministério Público e Metroplan.**

Tal constatação implica que as obras de implantação do pôlder Canoas/Esteio, proposto no Cenário 2B, viabiliza as demais obras não viabilizadas individualmente, como é o caso das duas obras propostas para o aumento da segurança na região de estrangulamento em São Leopoldo.

3.4.14 Avaliação da região impactada pelas cheias em Campo Bom - Bairro N

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Campo Bom no Bairro N onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 15 apresenta os resultados da análise.

Quadro 14 - Análise Multricritério - Região do Município de Campo Bom - Bairro N

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	9.558.806	8.831.994	6.657.171	0,70	0,75	1,00	0,30	0,21	0,23	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,7	1,00	0,50	0,70	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	2	2	1,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	130	128	0	0,00	0,02	1,00	0,15	0,00	0,00	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,3	0,80	1,00	0,30	0,04	0,03	0,04	0,01
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,52**	**0,54**	**0,67**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Campo Bom.

3.4.15 Avaliação da região impactada pelas cheias em Campo Bom – A. Schmidt

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Campo Bom junto à foz do Arroio Schmidt onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL. O Quadro 15 apresenta os resultados da análise.

Quadro 15 - Análise Multricritério - Região do Município de Campo Bom - Arroio Schmidt

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	1.709.938	1.029.114	14.113.021	0,60	1,00	0,07	0,30	0,18	0,30	0,02
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,7	1,00	0,50	0,70	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	7	7	1,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	17	10	0	0,00	0,41	1,00	0,15	0,00	0,06	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,3	0,80	1,00	0,30	0,04	0,03	0,04	0,01
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,49**	**0,67**	**0,39**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 1, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Campo Bom.

3.4.16 Avaliação da região impactada pelas cheias em São Leopoldo - Bairro Feitoria

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de São Leopoldo onde foram propostas intervenções estruturais no Bairro Feitoria.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 16 apresenta os resultados da análise.

Quadro 16 - Análise Multricritério - Região do Município de São Leopoldo - Bairro Feitoria

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	283.474.808	90.402.333	40.541.962	0,14	0,45	1,00	0,30	0,04	0,14	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,7	1,00	0,50	0,70	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	51	3	1,00	0,00	0,94	0,15	0,15	0,00	0,14
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	942	891	0	0,00	0,05	1,00	0,15	0,00	0,01	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,3	0,80	1,00	0,30	0,04	0,03	0,04	0,01
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,35**	**0,46**	**0,81**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de São Leopoldo no Bairro Feitoria.

3.4.17 Avaliação da região impactada pelas cheias em N. Hamburgo – B. Lomba Grande

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Novo Hamburgo onde foram propostas intervenções estruturais no bairro Lomba Grande.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 17 apresenta os resultados da análise.

Quadro 17 - Análise Multricritério - Região de Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	547.043.189	70.154.492	7.898.374	0,01	0,11	1,00	0,30	0,00	0,03	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,7	1,00	0,50	0,70	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	194	5	1,00	0,00	0,97	0,15	0,15	0,00	0,15
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	194	0	0	0,00	1,00	1,00	0,15	0,00	0,15	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,3	0,80	1,00	0,30	0,04	0,03	0,04	0,01
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,31**	**0,49**	**0,82**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Novo Hamburgo.

3.4.18 Avaliação da região impactada pelas cheias em Igrejinha

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1, 2A e 2B, na região do município de Igrejinha onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1, 2A e 2B e os custos de prejuízos remanescentes nos quatro cenários foram contabilizados no item VPL. O Quadro 18 apresenta os resultados da análise.

Quadro 18 - Análise Multricritério - Região do Município de Igrejinha

Critério	Grandezas				Normalização				Pesos	Ponderação			
	C0	C1	C2A	C2B	C0	C1	C2A	C2B		C0	C1	C2A	C2B
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	2.270.630.588	554.303.233	416.484.613	360.344.384	0,16	0,65	0,87	1,00	0,30	0,05	0,20	0,26	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	0,9	1,0	0,60	0,90	1,00	1,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,0	0,3	0,2	0,00	0,30	0,20	0,20	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	1.157	1.469	242	1,00	0,21	0,00	0,84	0,15	0,15	0,03	0,00	0,13
Conflitos nos usos do solo e da água	0,3	1,0	0,5	0,4	1,00	0,50	0,40	0,40	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	5.465	4.308	1.857	281	0,00	0,21	0,66	0,95	0,15	0,00	0,03	0,10	0,14
Risco de vida	0,0	0,8	0,9	1,0	0,80	0,90	1,00	1,00	0,10	0,08	0,09	0,10	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,7	1,0	0,3	0,0	1,00	0,30	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,7	1,00	0,70	0,70	0,70	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,00	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	0,9	1,0	0,50	0,90	1,00	1,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,7	0,3	0,0	0,70	0,30	0,00	0,00	0,08	0,06	0,02	0,00	0,00
TOTAL										**0,51**	**0,51**	**0,56**	**0,77**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 2B, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Igrejinha.

3.4.19 Avaliação da região impactada pelas cheias em Três Coroas

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Três Coroas onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 19 apresenta os resultados da análise.

Quadro 19 - Análise Multricritério - Região do Município de Três Coroas

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	2.659.110	2.659.110	5.816.478	1,00	1,00	0,46	0,30	0,30	0,30	0,14
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,5	0,7	1,00	0,50	0,70	0,03	0,03	0,02	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	0	9	1,00	1,00	0,00	0,15	0,15	0,15	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	101	101	0	0,00	0,00	1,00	0,15	0,00	0,00	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,3	0,80	1,00	0,30	0,04	0,03	0,04	0,01
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,61**	**0,76**	**0,51**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 1, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Três Coroas.

3.4.20 Avaliação da região impactada pelas cheias em Rolante

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0, 1 e 2, na região do município de Rolante onde foram propostas intervenções estruturais.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso dos cenários 1 e 2 e os custos de prejuízos remanescentes nos três cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 20 apresenta os resultados da análise.

Quadro 20 - Análise Multricritério - Região do Município de Rolante

Critério	Grandezas			Normalização			Pesos	Ponderação		
	C0	C1	C2	C0	C1	C2		C0	C1	C2
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	37.804.613	33.562.155	31.598.649	0,84	0,94	1,00	0,30	0,25	0,28	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,6	1,0	0,00	0,60	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	1,0	0,7	1,00	1,00	0,70	0,03	0,03	0,03	0,02
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	26	77	1,00	0,66	0,00	0,15	0,15	0,10	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,3	0,00	1,00	0,30	0,05	0,00	0,05	0,02
Prejuízos remanescentes (edificações)	1.189	1.163	0	0,00	0,02	1,00	0,15	0,00	0,00	0,15
Risco de vida	0,0	0,8	1,0	0,00	0,80	1,00	0,10	0,00	0,08	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,0	0,80	1,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,7	0,00	1,00	0,70	0,04	0,00	0,04	0,03
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,3	0,80	1,00	0,30	0,04	0,03	0,04	0,01
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	1,0	0,00	0,50	1,00	0,02	0,00	0,01	0,02
Operação e manutenção	1,0	0,5	0,0	1,00	0,50	0,00	0,08	0,08	0,04	0,00
TOTAL								**0,56**	**0,70**	**0,67**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 1, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Rolante. No entanto, cabe destacar a pequena diferença entre os Cenários 1 e 2. Novamente, vale lembrar, que tal análise é um indicativo de viabilidade e, portanto, **deve ocorrer debate amplo a respeito da melhor alternativa a ser implementada em tal região, entre os diversos interessados.**

3.4.21 Avaliação da região impactada pelas cheias em Riozinho

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0 e 1, na região do município de Riozinho onde foram propostas intervenções não-estruturais de zoneamento.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso do cenário 1 e os custos de prejuízos remanescentes nos dois cenários foram contabilizados no item VPL.

O Quadro 21 apresenta os resultados da análise.

Quadro 21 - Análise Multricritério - Região do Município de Riozinho

Critério	Grandezas		Normalização		Pesos	Ponderação	
	C0	C1	C0	C1		C0	C1
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	0	0	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	0,9	0,00	0,90	0,02	0,00	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	0,9	1,00	0,90	0,03	0,03	0,03
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0	0	1,00	1,00	0,15	0,15	0,15
Conflitos nos usos do solo e da água	0,8	1,0	0,80	1,00	0,05	0,04	0,05
Prejuízos remanescentes (edificações)	0	0	1,00	1,00	0,15	0,15	0,15
Risco de vida	0,5	1,0	0,50	1,00	0,10	0,05	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,8	1,0	0,80	1,00	0,02	0,02	0,02
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,00	1,00	0,04	0,00	0,04
Remoção de cobertura vegetal	0,8	1,0	0,80	1,00	0,04	0,03	0,04
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	0,5	0,00	0,50	0,02	0,00	0,01
Operação e manutenção	1,0	0,5	1,00	0,50	0,08	0,08	0,04
TOTAL						**0,85**	**0,95**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 1, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Riozinho.

3.4.22 Avaliação da região impactada pelas cheias em Caraá

Os critérios definidos foram aplicados na comparação entre os Cenários 0 e 1, na região do município de Caraá onde foram propostas intervenções não-estruturais de zoneamento.

Foram comparados os três cenários, na região abrangida pela intervenção estrutural proposta no Cenário 2, ou seja: a área beneficiada pela obra, mantendo-se o Cenário Tendencial (C0) ou ainda, se fosse aplicado o zoneamento com desapropriação e implantação de parques.

Os valores presentes dos custos de implantação e despesas de operação, no caso do cenário 1 e os custos de prejuízos remanescentes nos dois cenários foram contabilizados no item VPL.

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 1, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Caraá.

O Quadro 22 apresenta os resultados da análise.

Quadro 22 - Análise Multricritério - Região do Município de Caraá

Critério	Grandezas		Normalização		Pesos	Ponderação	
	C0	C1	C0	C1		C0	C1
Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação e valor dos prejuízos remanescentes (VPL) (R$)	16.155.999	6.836.703	0,42	1,00	0,30	0,13	0,30
Interferências em atividades econômicas	0,0	1,0	0,00	1,00	0,02	0,00	0,02
Interferências com a infraestrutura existente (implantação)	1,0	1,0	1,00	1,00	0,03	0,03	0,03
Desapropriação / Relocação de população (edificações)	0,0	28	1,00	0,00	0,15	0,15	0,00
Conflitos nos usos do solo e da água	0,0	1,0	0,00	1,00	0,05	0,00	0,05
Prejuízos remanescentes (edificações)	48	23	0,00	0,52	0,15	0,00	0,08
Risco de vida	0,5	1,0	0,50	1,00	0,10	0,05	0,10
Alteração no regime e na qualidade de água	0,5	1,0	0,50	1,00	0,02	0,01	0,02
Interferências em áreas de proteção ambiental	0,0	1,0	0,00	1,00	0,04	0,00	0,04
Remoção de cobertura vegetal	0,0	1,0	0,00	1,00	0,04	0,00	0,04
Interferência com os serviços públicos (eventos de cheia)	0,0	1,0	0,00	1,00	0,02	0,00	0,02
Operação e manutenção	0,5	1,0	0,50	1,00	0,08	0,04	0,08
TOTAL						**0,41**	**0,78**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tendo em vista a melhor pontuação do cenário 1, tem-se um indicador de que há viabilidade de implementação da solução proposta para a região impactada pelas cheias no município de Caraá.

3.5 Intervenções Selecionadas

3.5.1 Zoneamento Consolidado

O **Zoneamento de Áreas Inundáveis** é a definição de um conjunto de regras para a ocupação de áreas de risco de inundação, visando à minimização de perdas materiais e humanas decorrentes de inundações e fornecendo condições para o desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas.

O objetivo do zoneamento é o de disciplinar a ocupação do solo visando minimizar o impacto devido às inundações.

A metodologia consiste em definir faixas onde são estabelecidas condicionantes desta ocupação. Os critérios de ocupação são introduzidos no Plano Diretor urbano da cidade, sendo que o zoneamento deve ser complementado por um sistema de alerta.

O Zoneamento deve ser baseado em uma avaliação objetiva da adequação do uso do solo, risco de cheias, aspectos ambientais, sociais, econômicas e administrativas.

Para tanto, são definidos os seguintes elementos:

- **Planície de Inundação**, que compõe a área onde serão estabelecidas regras para ocupação;
- **Zona de Passagem de Cheias**, que deve ser mantida desobstruída;
- **Zona com Restrições de Ocupação**, onde é permitida ocupação regulamentada para conviver com inundações de pequenas profundidades e baixas velocidades;
- **Zona de Baixo Risco**, com pequena probabilidade de inundações, restrita a eventos excepcionais de grandes cheias.

✓ **Delimitação da Planície de Inundação:**

A determinação da *planície de inundação para efeitos de zoneamento* foi efetuada em função do risco de ocorrência de inundações. Tradicionalmente, a planície de inundação, à qual foram estabelecidas as regras de ocupação referentes ao zoneamento, é associada à área delimitada pela cota de inundação da cheia com TR = 100 anos.

O Zoneamento de Inundações contemplou a elaboração do mapeamento de inundações, efetuados a partir da delimitação da **Planície de Inundação** (estabelecida, para efeito de zoneamento, como sendo a área delimitada pela cota de inundação da cheia com TR = 100 anos), sendo definidas três zonas de risco:

- **Zona de Passagem de Cheias, que deverá ser mantida desobstruída:** corresponde ao canal do rio e às áreas adjacentes que deverão permanecer livres de obstrução para que a inundação de TR = 100 anos possa ser transportada para jusante (DNR, 2014).
  Esta faixa funcionará hidraulicamente permitindo o escoamento da cheia de TR = 100 anos, de forma que não serão criados novos problemas, nem a montante nem a jusante. Esta faixa deverá ficar desobstruída para evitar danos de monta e represamentos;
- **Zona com Restrições de Ocupação, onde será permitida ocupação regulamentada para conviver com inundações de pequenas profundidades e baixas velocidades:** A Zona com Restrições de Ocupação corresponde à porção da planície de inundação que não faz parte da Zona de Passagem de Cheias.
  Esta zona ficará inundada, mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não irá contribuir muito para a drenagem da enchente.
  A ocupação desta área será permitida, mas devendo ocorrer com restrições para garantir danos mínimos, e um plano de contingência deverá ser elaborado para atender às áreas já consolidadas;
- **Zona de Baixo Risco, com pequena probabilidade de inundações, restrita a eventos excepcionais de grandes cheias:** A Zona de Baixo Risco corresponde às áreas urbanas externas à da planície de inundação associada à cheia com TR = 100 anos. Nesta área, delimitada por cheias de baixa frequência, podem ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações.
  Destaca-se, porém, que será necessário orientar a população para a eventual possibilidade de inundações e dos meios para proteger-se das perdas decorrentes, recomendando o uso de instalações com pelo menos dois pisos, onde os andares mais elevados podem ser utilizados em períodos críticos. Outras medidas podem ser incluídas em um plano de contingência.

✓ **Possíveis Usos e Formas de Ocupação:**

- **Zona de Passagem de Cheia**

Esta faixa permite o escoamento da cheia de TR = 100 anos, estando sujeita a escoamentos com alta energia, a partir de combinações de velocidades e profundidades capazes de causar danos a propriedades, perigo a pessoas, danos estruturais e erosão, conforme ilustrado na Figura 2.

Em consequência, esta faixa deve ficar desobstruída para evitar danos de monta e represamentos. A área pode ser utilizada desde que não obstrua o escoamento e que, ao inundar, não sofra prejuízos humanos e materiais significativos.

Não deve ser permitida nenhuma nova construção e o Poder Público poderá, paulatinamente, relocar as habitações existentes.

Na construção de obras como rodovias e pontes, deve ser verificado se as mesmas produzem obstruções ao escoamento. Naquelas já existentes, deve-se calcular o efeito da obstrução e verificar medidas para correção, quando for o caso.

Usos potenciais: agrícola, parques, estacionamentos, banhados e áreas ambientais, serviços.

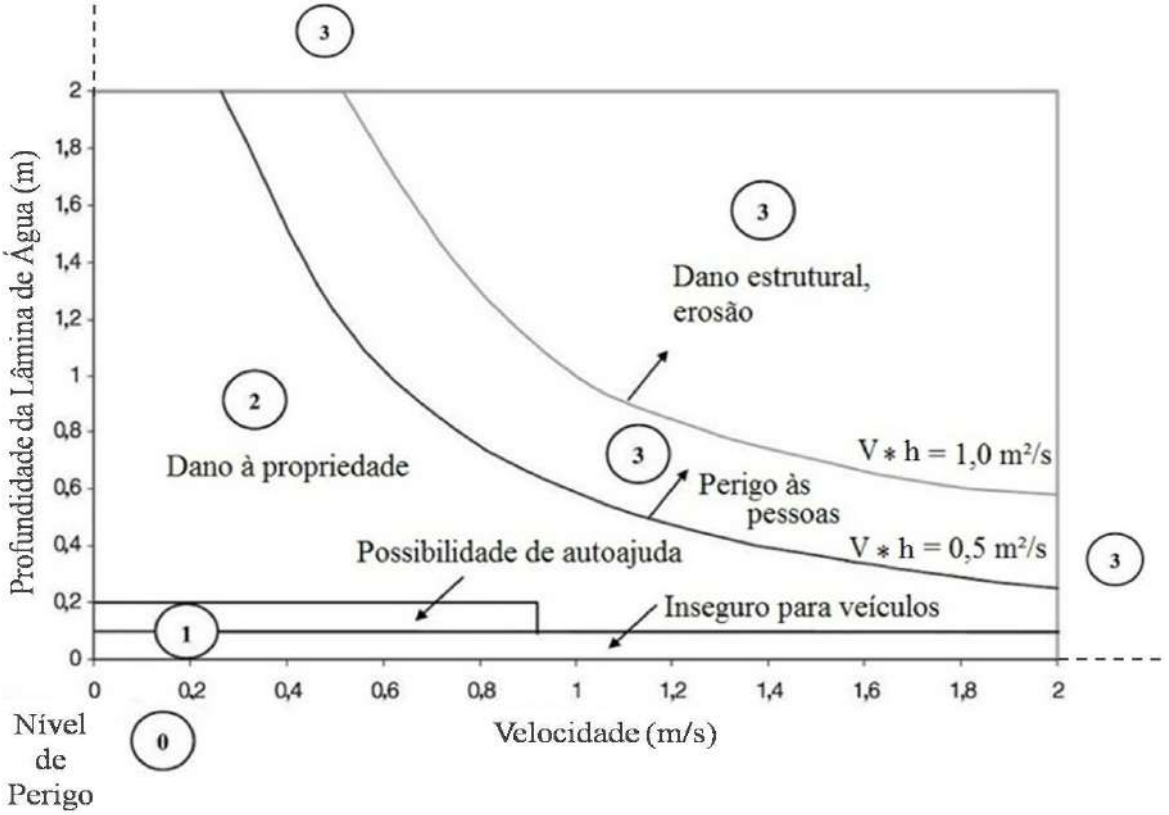


Figura 2 - Diagrama do perigo de inundação
Fonte: Adaptado e modificado de Stephenson 2002

- **Zona com Restrições de Ocupação**

A Zona com Restrições de Ocupação é a parcela remanescente da planície de inundação (DNR, 2014). Ou seja, corresponde à porção da planície de inundação que não faz parte da Zona de Passagem de Cheias.

Esta zona ficará inundada durante os eventos, mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribui muito para a drenagem da enchente.

A ocupação desta área será permitida, mas deverá ocorrer com restrições para garantir danos mínimos, e um plano de contingência deverá ser elaborado para atender às áreas já consolidadas.

Esta zona pode ser **dividida em subáreas**, sendo que os usos preferenciais podem ser:

- **parques e atividades recreativas ou esportivas cuja manutenção, após cada cheia, seja simples e de baixo custo;**
- **uso agrícola;**
- **habitações com mais de um piso, estruturalmente protegidas contra cheias, sendo que o piso superior ficará situado acima do nível limite da cheia;**
- **industrial/comercial, com áreas de carregamento, estacionamento e armazenamento de equipamentos ou maquinaria facilmente removíveis ou não sujeitos a danos de cheias;**
- **serviços básicos, tais como linhas de transmissão, estradas e pontes, desde que corretamente projetados.**

As permissões quanto ao tipo de ocupação nas zonas com restrição têm o objetivo de minimizar os prejuízos às edificações que já estão consolidadas ou que venham a ser construídas. Portanto o viés das recomendações de ocupação nessas áreas é voltado para o aumento da resiliência dessas ocupações às inundações.

Ainda devem ser observadas as demais regulamentações dos próprios municípios, assim como, as legislações que regulamentam Áreas de Preservação Permanente (APP's), Áreas de Proteção Ambiental (APA's), entre outras.

Na avaliação das áreas de expansão urbana previstas pelos municípios que se encontram nas zonas com Restrições de Ocupação, além de quantificar o impacto às regiões vizinhas quanto ao aumento da lâmina d'água, também foi avaliada a cota de segurança para se ocupar tais áreas.

As cotas de segurança das áreas de expansão que se encontram dentro das zonas com restrições de ocupação são apresentadas nos mapas de zoneamento do Cenário 1.

Essas cotas de segurança servirão como orientação às novas ocupações, para que se protejam abaixo de tal limiar. As soluções podem ser as mais diversas, conforme citado anteriormente, desde aterros, diques de proteção, casas sobre pilotis, edificações com garagens nos primeiros pisos, entre outros.

- **Zona de Baixo Risco**

A Zona de Baixo Risco corresponde às áreas urbanas associadas a cheias superiores ao TR = 100 anos. Consequentemente, é formada pelas áreas externas à da planície de inundação associada à cheia com TR = 100 anos.

Nesta área, delimitada por cheias de baixa frequência, poderão ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações.

Destaca-se, porém, que a necessidade de orientar a população para a eventual possibilidade de inundações e dos meios para proteger-se das perdas decorrentes, recomendando o uso de instalações com pelo menos dois pisos, onde os andares mais elevados podem ser utilizados em períodos críticos.

Outras medidas poderão ser incluídas em um plano de contingência.

- **Ocupações existentes nas áreas de inundação**

Quanto às construções já existentes nas Zonas com Restrição de Ocupação, deverá ser realizado um **cadastramento completo das mesmas e estabelecido um plano para reduzir as perdas no local**, bem como àquelas provocadas pelo remanso, resultante da obstrução do escoamento.

Já as construções existentes na Zona de Passagem de Cheias, conforme mencionado anteriormente, devem ser paulatinamente desapropriadas e relocadas.

No caso de obras públicas como escolas, hospitais, e prédios administrativos deverá se verificar a viabilidade de protegê-los ou removê-los para áreas seguras, em médio prazo.

As sub habitações como favelas e habitações de população de baixa renda, **devem ter sua transferência negociada para áreas mais seguras**.

No caso de **áreas industriais e comerciais poderá se incentivar as medidas de proteção** às construções e, se for o caso, de toda a área, a expensas dos beneficiados.

O anexo 5.4 apresenta o zoneamento detalhado da bacia do Rio dos Sinos consolidado conforme intervenções escolhidas.

Serão disponibilizados os resultados do zoneamento em formato editável *shapefile* (.shp) em banco de dados *geodabase* (.gdb).

3.5.2 Intervenções Estruturais

✓ **Obras no Canal Secundário do Rio dos Sinos sob a BR-116**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se junto à BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo (Figura 3), onde o Rio dos Sinos é constituído por dois canais fluviais, um principal e outro secundário.

Este último, com cota de fundo mais elevada que o canal principal, encontrava-se predominantemente emerso na data da inspeção, em parte recoberto por vegetação arbustiva.

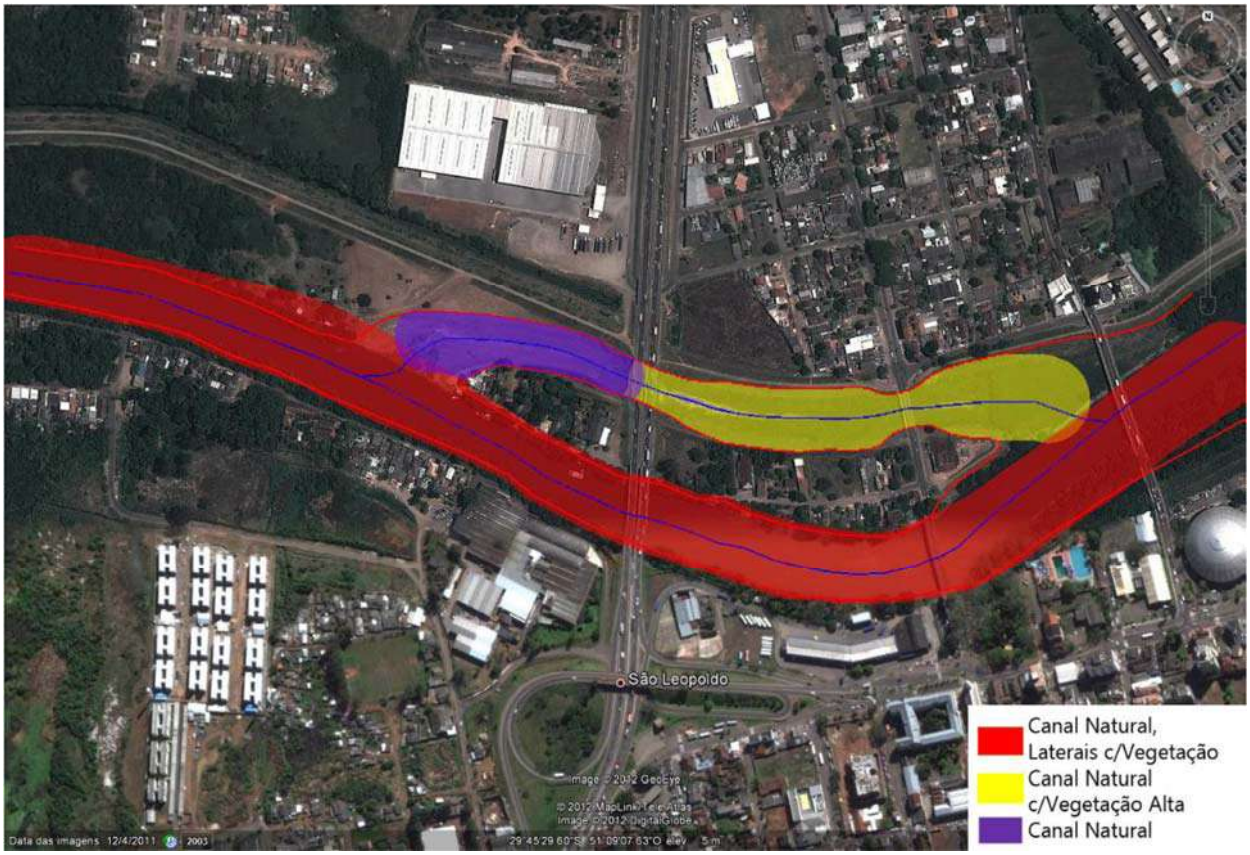


Figura 3 - Rio dos Sinos junto a BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Abril/2014

O canal secundário, como pode ser observado na Figura 4, Figura 5 e Figura 6, devido à sua cota de fundo (1,00 m a 2,00 m) mais elevada, tem uma seção de vazão reduzida, além de uma baixa eficiência hidráulica, pouco contribuindo para a minimização das cheias periódicas do Rio dos Sinos.

Na Figura 4 observa-se a esquerda, na cota de coroamento +7,00 m, o dique de proteção da margem direita do Rio dos Sinos.

A diferença das cotas de fundo dos canais secundário (+1,00 m) e principal (-2,50 m) é da ordem de 3,50 m.

A largura de fundo do canal secundário é de 40 m, enquanto a ilha entre os dois canais, com largura emersa em torno de 50 m, encontra-se na cota 3,00 m.

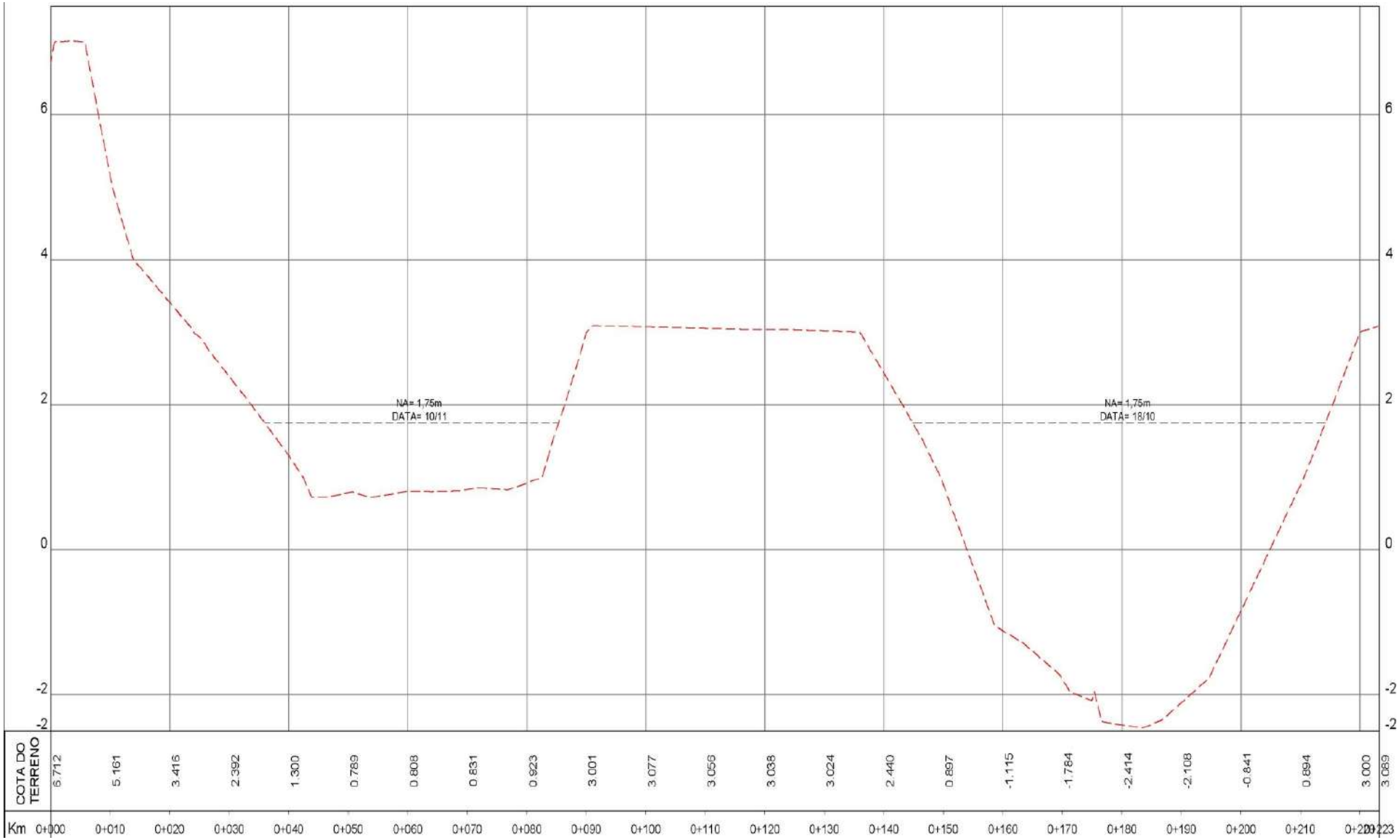


Figura 4 - Seção transversal dos canais secundário e principal da ponte da BR-116 em S.Leopoldo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Na Figura 5 observa-se que o canal se encontra predominantemente seco, com retenção localizada de água e parcialmente coberto por vegetação.



Figura 5 - Trecho do canal secundário a montante da ponte da BR-116 em S. Leopoldo
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Abril/2014

Também na Figura 6 observa-se que devido à sua cota de fundo mais elevada, o canal secundário encontra-se predominantemente seco.



Figura 6 - Confluência dos canais secundário e principal, na ponte da BR-116 em S. Leopoldo
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Abril/2014

- **Análise das alternativas de intervenção**

As alternativas de intervenção neste local, com vistas à minimização das cheias periódicas, são as seguintes:

- Elevação dos diques de proteção atualmente existentes em ambas as margens do Rio dos Sinos no município de São Leopoldo onde ocorre a maior constrição da calha do rio (peças gráficas apresentadas no anexo 5.5.3).
- Rebaixamento do fundo e modificação da seção hidráulica do canal secundário do Rio dos Sinos (peças gráficas apresentadas no anexo 5.5.3).

A elevação dos diques existentes em ambas as margens, os quais já se encontram na cota de coroamento 7,00 m, constitui uma alternativa para aumentar a proteção das áreas inundáveis adjacentes, como o centro urbano de São Leopoldo.

Complementarmente a elevação dos diques existentes, é o rebaixamento da cota de fundo do canal secundário.

Entretanto, a viabilidade desta alternativa depende do condicionamento geológico local, o que foi avaliado a partir das sondagens geotécnicas adjacentes à ponte da BR-116 (DNIT, 2014), cuja localização está indicada na Figura 7.

Estas sondagens indicam que o fundo do canal principal é recoberto por uma camada de areia aluvial fofa a pouco compacta, a qual está assente sobre arenitos brandos da Formação Piramboia, estes últimos parcialmente decompostos a muito alterados (Quadro 23).

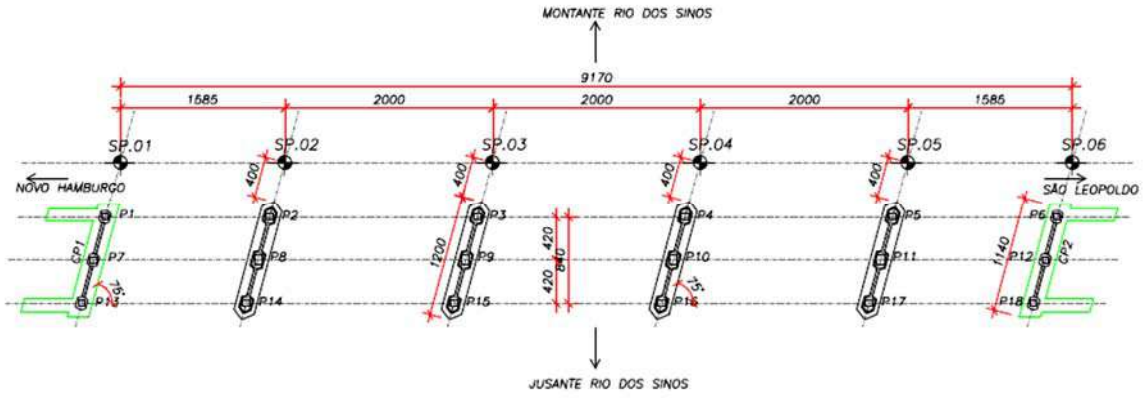


Figura 7 - Localização das sondagens geotécnicas executadas ao lado da ponte da BR-116
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Abril/2014

Quadro 23 - Resultados das sondagens geotécnicas no leito do Rio dos Sinos (canal principal)

Cotas (m)		Material
Topo	**Base**	
4,50	0,40	Aterro argilo-arenoso cor cinza, resistência Nspt = 2 a 6 golpes, apresentando camada superficial compactada de arenito decomposto. (escavação de 1ª. categoria)
0,40	-1,50	Areia aluvial fofa a pouco compacta com pedregulhos (escavação de 1ª. categoria)
-1,50	-5,60 (limite sondagem)	Arenito brando, granulometria fina a média, decomposto a muito alterado, recuperação em sondagens 0% a 10%, índice RQD=0 (escavação de 1ª. categoria a 2ª. categoria).

Fonte: adaptado de DNIT, 2014

No leito do canal principal inexiste o aterro ocorrente nas margens, verificando-se apenas uma camada de areia aluvial fofa sobreposta ao arenito brando.

Admitindo-se as mesmas condições geotécnicas para ambos os canais, o fundo do canal secundário poderia ser rebaixado até o topo do arenito brando na cota -1,50 m (remoção areia fofa →1ª categoria).

Entretanto, um significativo incremento da eficiência hidráulica já é obtido apenas com o seu rebaixamento em seção retangular até a cota -0,50 m, com largura de 50 m (largura atual →40 m).

Estas modificações, além de aumentar em 2 a 3 vezes a área da seção transversal, a qual se aproxima da área do próprio canal principal, aumentam ainda a eficiência hidráulica do canal secundário (Figura 8 e Figura 9).

Assim, com este condicionamento geológico local, o canal secundário pode ser rebaixado até a cota -0,50 m apenas com escavação de 1ª categoria, modificando-se a sua geometria para uma seção retangular de 50 m de largura.

A contenção dos taludes laterais pode ser feita com cortina de estacas-prancha de 6,0 m de comprimento, com trecho livre de 3,50 m e uma ficha de 2,50 m, esta última engastada no próprio arenito brando.

Para isto deve ser aberta uma trincheira de engastamento (escavação 1ª ou 2ª categoria), a partir do topo do arenito (cota -1,50 m), com largura de 1,0 m e profundidade de 1,50 m, atingindo-se a cota -3,00 m no fundo da vala.

Após o posicionamento da cortina, a trincheira deve ser preenchida com o próprio arenito decomposto anteriormente removido, o que permitirá a execução de quaisquer trabalhos futuros de manutenção, tais como a retirada, ajuste ou reposicionamento dos perfis metálicos.

A partir do topo da cortina (cota +3,00 m), a contenção dos taludes é feita com muros de gabiões de 2,0 m de altura, seguindo-se o reaterro interno aos mesmos com o material proveniente das escavações obrigatórias do fundo do canal.

Isto possibilita a elevação parcial da ilha para a cota +5,0 m, ou ainda para cotas superiores, se necessário para a redução do efeito das cheias neste interflúvio.

Na Figura 8 observa-se que o canal secundário modificado teve a sua área molhada aumentada em 2 a 3 vezes em relação à situação atual.

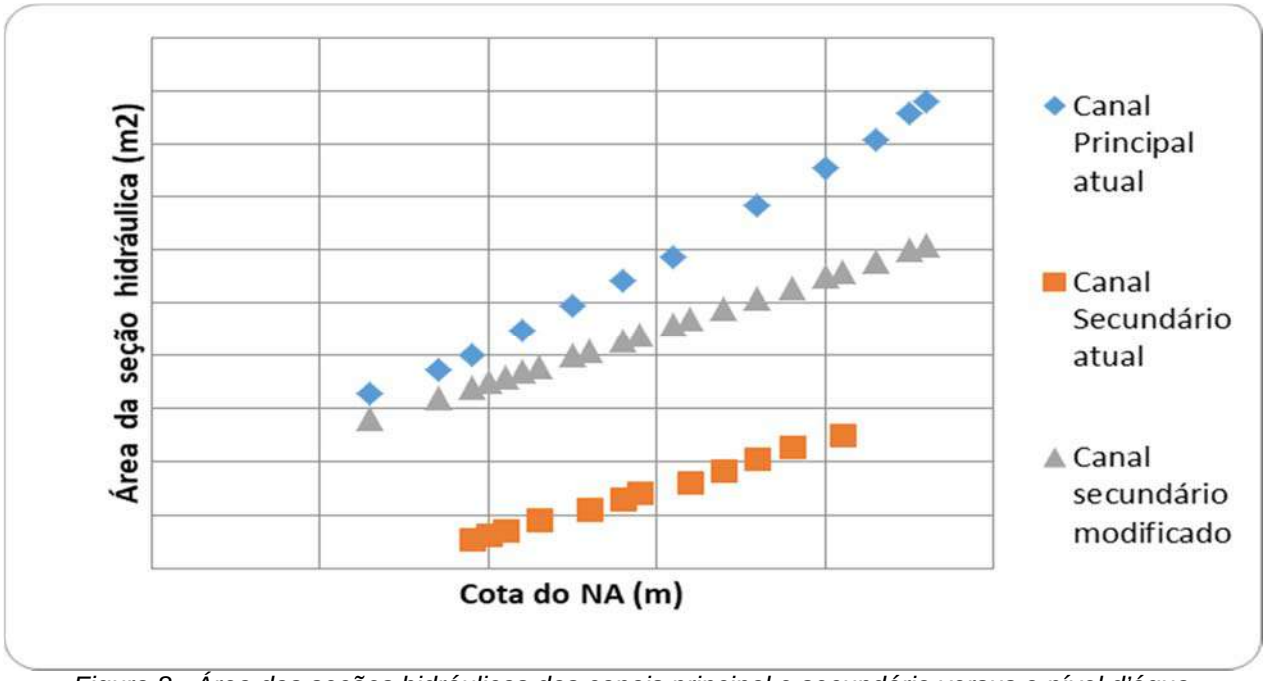


Figura 8 - Área das seções hidráulicas dos canais principal e secundário versus o nível d'água
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Já na Figura 9 observa-se que o canal secundário modificado passou a apresentar raio hidráulico superior ao próprio canal principal.

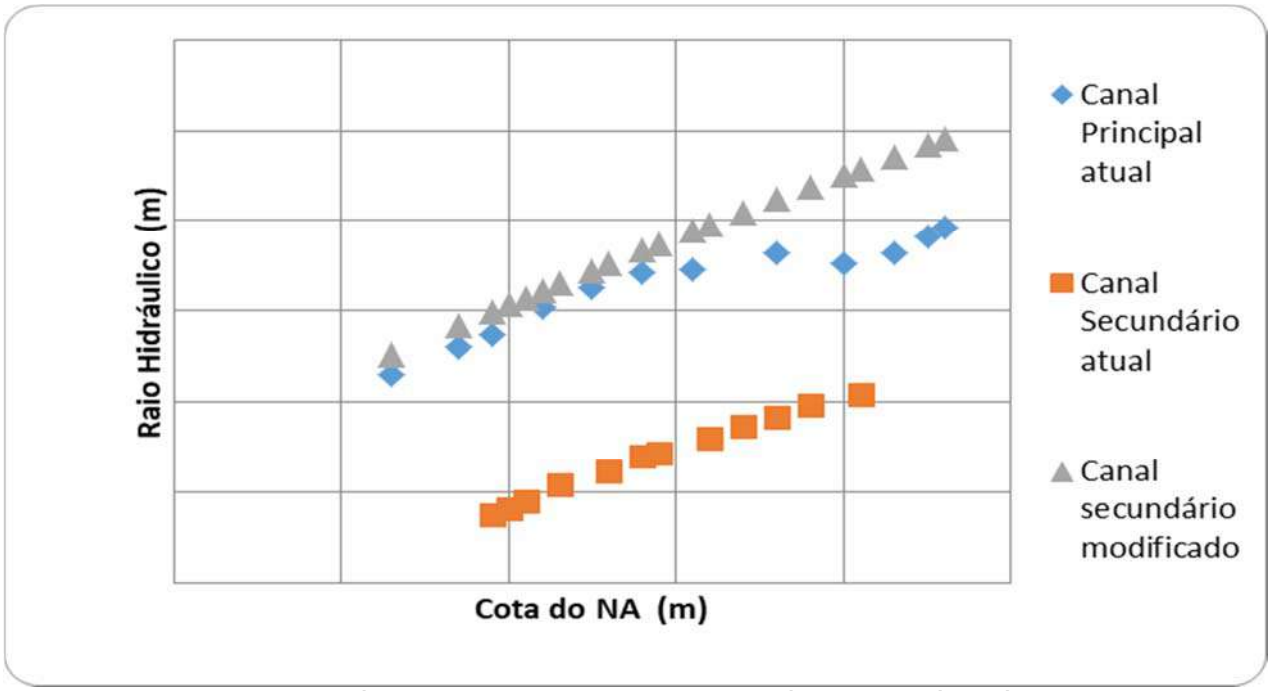


Figura 9 - Raio hidráulico dos canais principal e secundário versus nível dágua do Rio
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Plantas e seções-tipo das obras propostas**

A concepção das obras, como anteriormente analisada, teve como objetivo o aumento da condutância do Rio dos Sinos, o que é obtido com o rebaixamento do canal secundário em seção retangular (largura 50 m) para a cota de fundo -0,50 m.

A intervenção proposta, tanto o rebaixamento de fundo como o alargamento da seção fluvial, são viabilizados pela construção de ensecadeiras de montante e jusante (estacas 0+200 m e 0+950 m), as quais permitem o ensecamento de um trecho interno de 750 m de extensão ao longo do canal.

As obras externas às ensecadeiras (estacas 0+000 m a 0+200 m e estacas 0+950 m a 1+27 3m) são executadas em terra e apenas na margem direita do Rio dos Sinos.

A seção hidráulica retangular tem a contenção dos seus taludes garantida por cortinas laterais de estacas-prancha de 6,0 m de comprimento, com trecho livre de 3,50 m e ficha de 2,50 m, esta última engastada no arenito brando existente no leito do rio.

O topo da cortina está posicionado na cota +3,00 m, à qual se segue a contenção em muro de gabiões até a cota +5,00 m.

O trecho interno às contenções é reaterrado com o próprio material das escavações obrigatórias, elevando-se este aterro compactado até a cota +5,00 m, ou cotas superiores se necessário para redução do risco de inundação da ilha.

A elevação dos diques existentes é proposta para ocorrer em 0,50 m em toda a extensão dos diques nas margens esquerda e direita do Sinos na região de São Leopoldo.

Na margem esquerda parte do dique é composto por muro de concreto, portanto a obra de elevação deve considerar a consolidação com a estrutura existente.

A elevação dos diques de terra é realizada por métodos construtivos simples, com o aterro compactado da estrutura original.

- **Métodos construtivos e quantitativos**

As etapas construtivas são detalhadas a seguir e os quantitativos ao final no Quadro 24 e Quadro 25.

  - **Construção de ensecadeiras**

    As ensecadeiras de montante e jusante do canal secundário, as quais estão posicionadas respectivamente nas estacas 0+200 m e 0+950 m, serão construídas com aterro lançado/compactado.

    Inicialmente, uma vez que o terreno natural (cota 1,00 m) pode estar submerso no período de obras, será executada uma pré-ensecadeira (1ª etapa) em solo lançado, com 2,0 m de largura de coroamento na cota 2,50 m (taludes 1,0 V : 2,0 H.

    Do lado interno da pré-ensecadeira será feita a limpeza e destocamento da ensecadeira 2ª etapa, seguindo-se a abertura até o topo do arenito brando (cota -1,50 m), de uma trincheira central de vedação com 2,0 m de largura de fundo (taludes 1,0 V : 1,5 H), a qual será preenchida com solo argiloso lançado.

    A ensecadeira 2ª etapa será então elevada com solo argiloso compactado até o seu coroamento na cota 4,00 m (largura de 5,00 m e taludes 1,0 V : 2,0 H), incorporando a seção da pré-ensecadeira.

    Posteriormente, quando o cronograma físico da obra atingir a etapa de escavação dos arenitos brandos, o material excedente proveniente destas escavações deverá ser lançado nos taludes de montante das ensecadeiras, o que constituir-se-á uma segurança adicional contra eventuais erosões em períodos de cheias.

O arranjo geral das obras e sua seção-tipo de referência encontram-se na Figura 10 e na Figura 11.



Figura 10 - Arranjo geral das obras junto a ponte da BR-116 em S. Leopoldo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

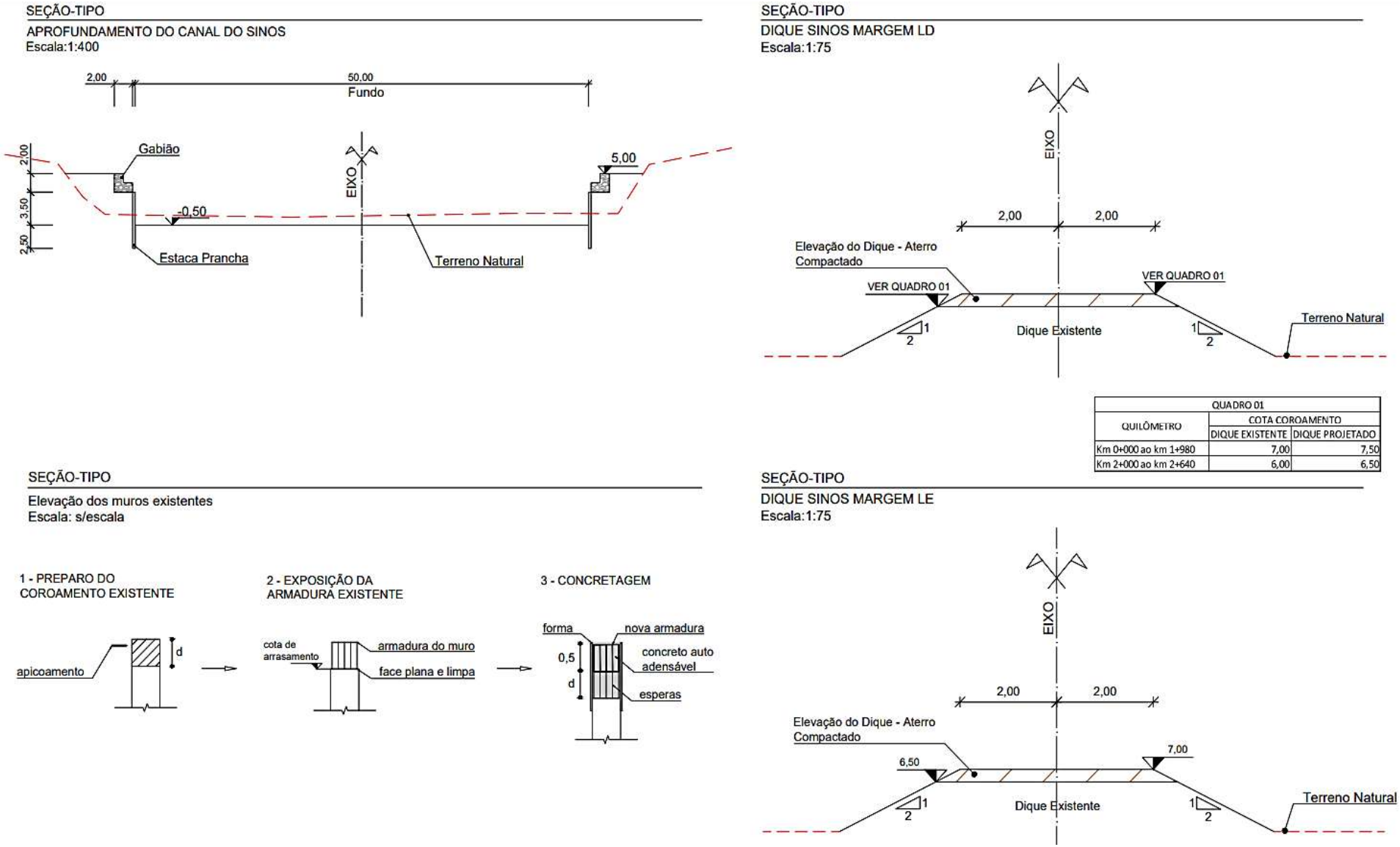


Figura 11 - Seções transversais-tipo junto a ponte da BR-116 em S. Leopoldo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Instalação das cortinas laterais**
  Uma vez construídas as ensecadeiras de montante e jusante, serão abertas as trincheiras para engastamento dos perfis metálicos. Para isto, será inicialmente removida a camada de areia fofa (1ª categoria) ao longo do eixo destas trincheiras, até ser atingido o topo do arenito brando (cota -1,50 m). Uma vez atingido o topo do arenito, serão abertas as trincheiras de engastamento, com 1,00 m de largura e profundidade de 1,50 m (cota de fundo -3,00 m), nas quais serão posicionados, encaixados e aprumados, os perfis metálicos (estacas-prancha de 6,0 m de comprimento), reaterrando-se estas trincheiras com o próprio arenito decomposto anteriormente removido.

  O material excedente será lançado no talude de montante das ensecadeiras. Ainda, na face da seção molhada da cortina, a 1,0 m do topo, paralela e horizontalmente espaçados, serão soldados dois trilhos TR-37, os quais serão utilizados posteriormente para a instalação dos tirantes de ancoragem.

- **Rebaixamento do fundo do canal e elevação parcial dos aterros laterais**
  Após a instalação dos perfis metálicos, será procedida a escavação da areia fofa do fundo do canal (1ª categoria), até ser atingida a cota –0,50 m. O material arenoso escavado será lançado e espalhado sem compactação, elevando-se a cota das margens junto às cortinas, até ser atingida a cota +2,50 m.

- **Pré-instalação dos tirantes de ancoragem**
  Serão instalados a cada 6,00 m de espaçamento horizontal, tirantes em aço CA-50, com diâmetro 32 mm e em barras de 11 m de comprimento. Os tirantes serão instalados a 1,00 m do topo da cortina, com 15 graus de inclinação abaixo da horizontal, injetando-se com calda de cimento o seu trecho de ancoragem. Os tirantes serão pré-tensionados a 1/3 de sua carga de trabalho, fixando-se os mesmos com placa metálica, porca e contra-porca, nos perfis horizontais em trilho TR-37 anteriormente instalados.

- **Construção dos muros em gabiões**
  Paralelamente e adjacente ao topo das cortinas, será executado aterro em rachão nas fundações dos muros em gabiões. Este aterro de regularização das fundações dos gabiões, o qual será compactado com trator de esteira até atingir a cota 3,00 m (0,50 m de espessura). A partir desta cota, serão construídos muros de 2,0 m de altura (cota 5,0 m), com gabiões tipo cesta (0,50 m x 1,00 m x 1,50 m), estes devidamente solidarizados e preenchidos manualmente com rachão. Na face interna dos muros, incluindo as fundações em rachão compactado, será posicionada manta geotêxtil tipo Bidim OP-40 ou similar.

- **Elevação do aterro externo e tensionamento final dos tirantes.**
  Após a construção dos muros e posicionamento da manta geotêxtil, as margens serão elevadas até a sua cota final (5,00 m), utilizando-se para isso a areia aluvionar removida do fundo do canal, a qual será compactada com rolo liso vibratório. Após a conclusão do aterro, os tirantes serão novamente tensionados, desta vez em sua carga final de projeto.

- **Construção de enrocamentos de proteção**
  Nos extremos das cortinas (estacas 0+200 m e 0+950 m), serão construídos enrocamentos lançado/compactados com trator de esteira (blocos de 0,15 m a 0,40 m de diâmetro), os quais terão forma alongada no sentido do fluxo do canal (espigões), minimizando a sua interferência hidráulica nos períodos de cheias.

- **Remoção das ensecadeiras**
  Após a finalização das obras, as ensecadeiras serão removidas, descartando-se o seu material por lançamento e espalhamento nas áreas de bota-fora.

- **Elevação dos diques existentes de vedação**
  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%., de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

- **Hidrossemeadura dos aterros**
  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

  Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

  A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano. Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

- **Elevação dos muros existentes**
  Apicoamento e regularização da parte superior do muro de concreto até cota de arrasamento definida pelo projeto executivo para permitir a exposição da armadura existente que deverá funcionar como armadura de ancoragem da nova estrutura.

  Realização da limpeza da superfície com jateamento d'água sob pressão, montagem das novas armaduras com amarração e ancoragem na antiga, montagem das formas e concretagem com concreto usinado.

Quadro 24 - Quantitativos de aprofundamento e alargamento do canal secundário junto a BR-116

Item	Descrição	Unid.	Quant.
1	Escavação das ensecadeiras	m³	7.550
2	Aterro lançado ensecadeiras (solo argiloso)	m³	7.950
3	Aterro compactado ensecadeiras (solo argiloso)	m³	11.000
4	Escavação de vala em arenito brando (1ª e 2ª categoria)	m³	2.863
5	Instalação cortina de estacas-prancha com 6,0m de comprimento	m²	11.451
6	Reaterro de vala com arenito decomposto compactado com escavadeira hidráulica	m³	2.863
7	Instalação de tirantes de ancoragem (aço CA-50, diâmetro 32 mm e comprimento 11 m)	m	3.499
8	Escavação em areia aluvionar (1ª categoria)	m³	132.118
9	Aterro com areia aluvionar lançada e espalhada sem compactação	m³	20.000
10	Aterro com areia aluvionar compactada com rolo liso vibratório	m³	45.807
11	Aterro de rachão compactado com trator de esteira	m³	1.908
12	Muro em gabiões tipo cesta (0,50 x 1,00 x 1,50) preenchido manualmente com rachão	m³	5.887
13	Manta geotextil tipo bidim OP-40 ou similar	m²	4.771
14	Enrocamento em blocos de 15 cm a 40 cm diâmetro, lançado/compactado com trator de esteira	m³	4.950
15	Remoção das ensecadeiras, lançamento e espalhamento em bota-fora	m³	13.200

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 25 - Quantitativos das obras de elevação dos diques existenstes junto a BR-116

Item	Descrição	Quant.	Unid.
Elevação Dique Existente Margem Esquerda - São Leopoldo - Sinos			
1	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até ø 15 cm, utilizando trator de esteiras	7.860	m²
2	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	6.118	m²
3	Material importado de jazida	3.630	m³
3.1	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.719	m³
3.2	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	3.630	m³
3.3	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	64.509	m³xKm
3.4	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	9.438	m³xKm
3.5	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6 m³/ 16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	4.719	m³
3.6	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.630	m³
3.7	Hidrossemeadura	3.895	m²
4	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	7.860	m²
Elevação dique existente margem direita - São Leopoldo - sinos.			
1	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	24.736	m²
2	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	19.458	m²

Item	Descrição	Quant.	Unid.
3	Material importado de jazida	12656	m³
3.1	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	16.453	m³
3.2	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	12.656	m³
3.3	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	224.910	m³xKm
3.4	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	32.906	m³xKm
3.5	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6 m³/ 16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	16.453	m³
3.6	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	12.656	m³
3.7	Hidrossemeadura	11.802	m²
4	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	24.736	m²
Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo - Sinos			
1	Elevação muro de concreto existente h=0,50m, e= 30cm		m²
1.1	Limpeza em superfície de concreto com jateamento d'água sob pressão	2.636	m
1.2	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	4.056	m²
1.3	Apicoamento manual de superfície de concreto	608	m³
1.4	Concretagem de pilares, fck = 25 mPa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015	335	kg
1.5	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço CA-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	6.388	kg
1.6	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço CA-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	261	kg
1.7	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço CA-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	9.811	kg
1.8	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço CA-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	20.004	m²
1.9	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	2.028	m²
1.10	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	16.062	txkm
1.11	Limpeza Final de Obra	2.028	m

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras Canoas/Esteio: Diques de proteção somente às áreas já ocupadas**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se a oeste dos municípios de Canoas e Esteio, se aproximando da foz do Rio dos Sinos em sua margem esquerda. A região é cortada pelos arroios Sapucaia e Esteio, os quais também exigem que o sistema proteja as ocupações da região de suas cheias.

Os pôlderes propostos tem função de proteger as regiões já consolidadas na planície de inundação. São três sistemas distintos, dois no município de Esteio e um no município de Canoas.

O primeiro sistema (Dique Arroio Esteio + BR-448), mais ao norte, que protege a maior parte da população exposta aos eventos, pode ser implementado utilizando a rodovia BR-448, adaptando-a para que funcione como dique de proteção adicionando um dique na margem direita do arroio Esteio e complementando-a com um sistema de bombeamento composto por duas casas de bombas (EB nº 1 e 2).

O segundo sistema (Dique 01 + Dique MD Sapucaia) e menor sistema protege uma região industrial na divisa com o município de Canoas.

É complementado por uma casa de bombas (EB nº 3) e pelo dique na margem direita do Arroio Sapucaia.

Já o terceiro sistema, é composto por três maciços distintos (Dique ME Sapucaia, Dique 02 e Dique 03), aproveitando-se da topografia por onde passa.

Protege uma região industrial e residencial. A proteção por diques de terra é complementada por três casas de bombas (EB nº 04, 05 e 06).

A Figura 17 apresenta a localização das estruturas.



Figura 12 - Dique de proteção em Canoas e Esteio para áreas já ocupadas da planíce de inundação
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A solução proposta consiste em diques nas cotas 6,00 m e um sistema de bombeamento composto pelas seguintes estações de bombeamento:

  - EB 1: [2+1R] x 264 CV
  - EB 2: [2+1R] x 250 CV
  - EB 3: [2+1R] x 70 CV
  - EB 4: [2+1R] x 86 CV
  - EB 5: [2+1R] x 171 CV
  - EB 6: [2+1R] x 278 CV

A localização das casas de bomba pode ser melhor visualizada nas peças gráficas do sistema, expostos no anexo 5.5.2.

Obs.: [2+1R] x 264 = 2 bombas mais 1 bomba reserva de 264 CV cada.

- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

Assim como o já descrito na obra proposta no Cenário 2A para a região de Canoas e Esteio, as sondagens geotécnicas (SPT e CPTU) executadas ao longo da BR-448 mostraram a ocorrência de solos moles até 7,0 m de profundidade, seguindo-se uma camada argilosa medianamente compacta com espessura em torno de 2,0 m, a qual está assente sobre camada de areia fina a média pouco compacta.

A partir deste perfil geotécnico, parte das obras de terra foram concebidas com bermas laterais de estabilização, executando-se diques centrais em solo compactado até a cota 6,00 m.

Com esta concepção, a maior parte das obras é constituída por solos locais, os quais são escavados e lançados diretamente, sem operações intermediárias de transporte ou estocagem.

- **Plantas e seções-tipo das obras propostas**

  - **BR-448 Corta Dreno**
    Com vistas a evitar fluxo sob a BR-448 nos períodos de cheia, será executada uma vala corta-dreno na berma lateral a esta rodovia. Esta vala corta-dreno será construída por simples remoção e reaterro não compactado do material da berma, descartando-se o material arenoso do dreno. A seção hidráulica da vala de drenagem encontra-se indicada na Figura 16.

  - **Canalização Arroio Esteio**
    A canalização do arroio Esteio, o qual se estende desde a BR-116 até a BR-448, prevê a execução de um dique lateral na margem direita até a cota 6,00 m, construídos em solo compactado e com bermas laterais de estabilização em solos moles lançados.

    Paralelamente e a norte do novo canal, será construída uma vala para drenagem da área urbana adjacente, a qual conduz as águas de drenagem para uma Casa de Bombas junto à BR-448.

    A seção-tipo desta obra encontra-se indicada na Figura 15.

- **Canalização Arroio Sapucaia**
  Da mesma forma, uma vez que o condicionamento geotécnico é o mesmo do arroio Esteio, a canalização do arroio Sapucaia prevê a execução de dois diques laterais de proteção até a cota 6,00 m, estes construídos em solo compactado e com bermas laterais de estabilização em solos moles lançados. A seção-tipo desta obra encontra-se indicada na Figura 14.

- **Diques 1, 2 e 3**
  A seção-tipo das obras de terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H.

  É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

  A seção-tipo desta obra encontra-se indicada na Figura 13.

- **Quantitativos e métodos construtivos**

São a seguir apresentados os métodos construtivos das obras de terra, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 26.

Diques Arroio Esteio e Sapucaia

- **Escavação e construção de bermas em solos moles**
  As obras são constituídas por escavações em solos moles com construção simultânea de bermas laterais.

  Estes solos, os quais serão removidos com escavadeira hidráulica, sendo dispostos imediata e lateralmente às escavações, sem transporte ou estocagem intermediária, espalhando-se os mesmos com trator de esteira.

  Estes solos serão espalhados até as cotas indicadas em projeto, passando a constituir bermas laterais de estabilização das obras de terra. Os taludes de corte e aterro em solos moles serão invariavelmente 1,0 V : 3,0 H.

  Somente os diques laterais ao longo dos arroios Esteio e Sapucaia tem bermas laterais de estabilização com o uso de solos moles.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação dos diques**
  Entre as bermas será construída uma trincheira central de vedação até o terreno natural. Inicialmente, serão feitos a limpeza, destocamento e remoção do terreno natural até 0,30 m de profundidade, ao longo da faixa correspondente ao fundo da trincheira (largura = 3,0 m e taludes laterais 1,0 V : 1,0 H).

  A execução desta trincheira central deverá ser feita concomitante à execução das bermas laterais, ou seja, não haverá escavação de solos moles para execução das trincheiras em solo compactado, estas serão elevadas junto com as bermas em solos moles.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**

  Os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota de projeto em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 1,5 H e largura de coroamento indicada em projeto.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

  Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água acima da cota das bermas laterais, os diques em solo compactado não terão revestimento em enrocamento.

BR-448

- **Construção de vala e reaterro corta–dreno na berma da BR-448**

  A drenagem subterrânea sob a berma lateral a BR-448, a qual foi construída para fins de aceleração do adensamento das fundações daquela rodovia, será interceptada por uma vala corta-dreno, de forma a impedir o fluxo sob a rodovia nos períodos de cheia.

  Esta vala, qual terá taludes 1,0 V : 1,0 H, profundidade em torno de 2,0 m e largura de fundo igual a 1,0 m, será construída por escavação e reaterro imediato sem compactação, com o próprio material da escavação, descartando-se os materiais arenosos do dreno da rodovia.

Diques 1, 2 e 3

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**

  Os diques terão uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H.

  A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**

  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

Geral

- **Hidrossemeadura dos aterros**

  Será feita a regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude.

  Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

  Deve ser feita a seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidroasfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

  A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

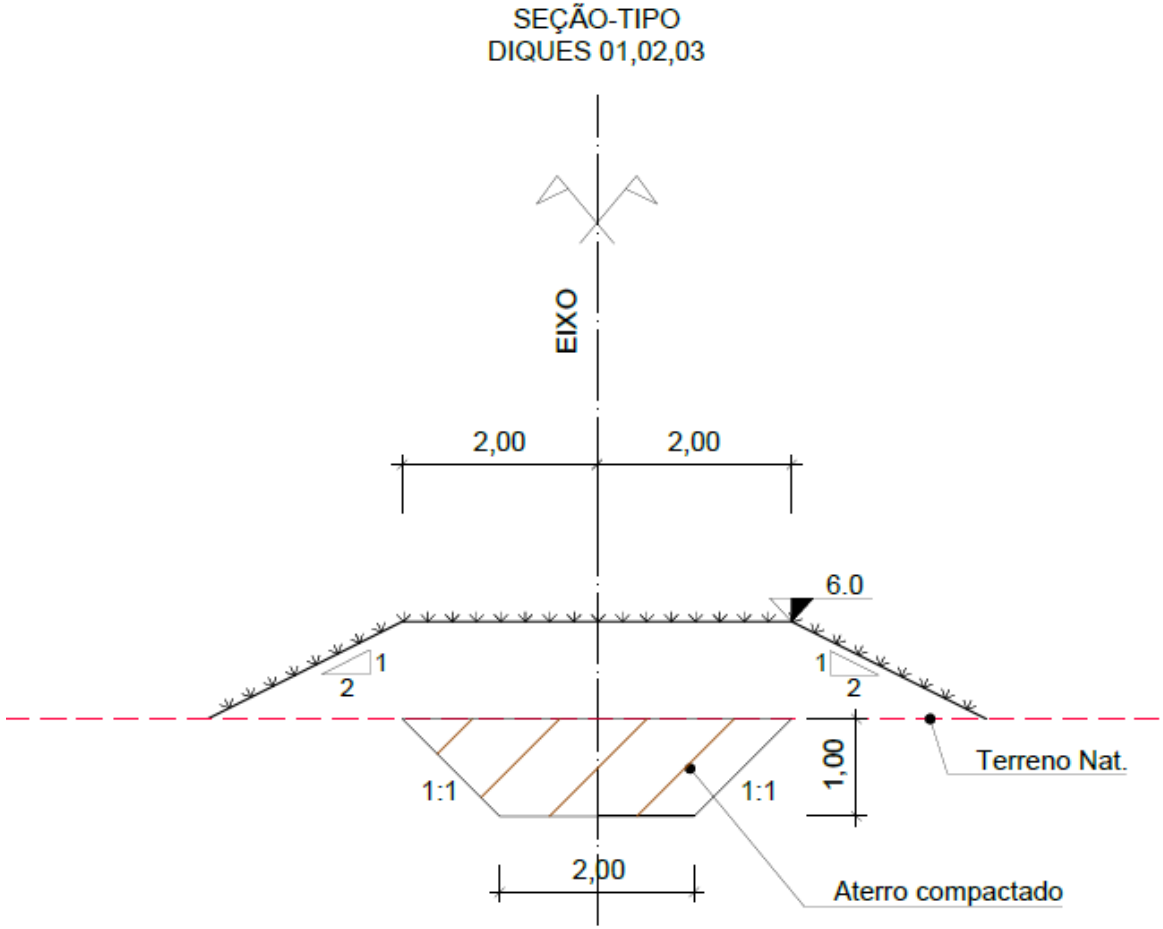


Figura 13 - Seção-tipo dos diques 1, 2 e 3 de proteção em Canoas e Esteio C2B.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

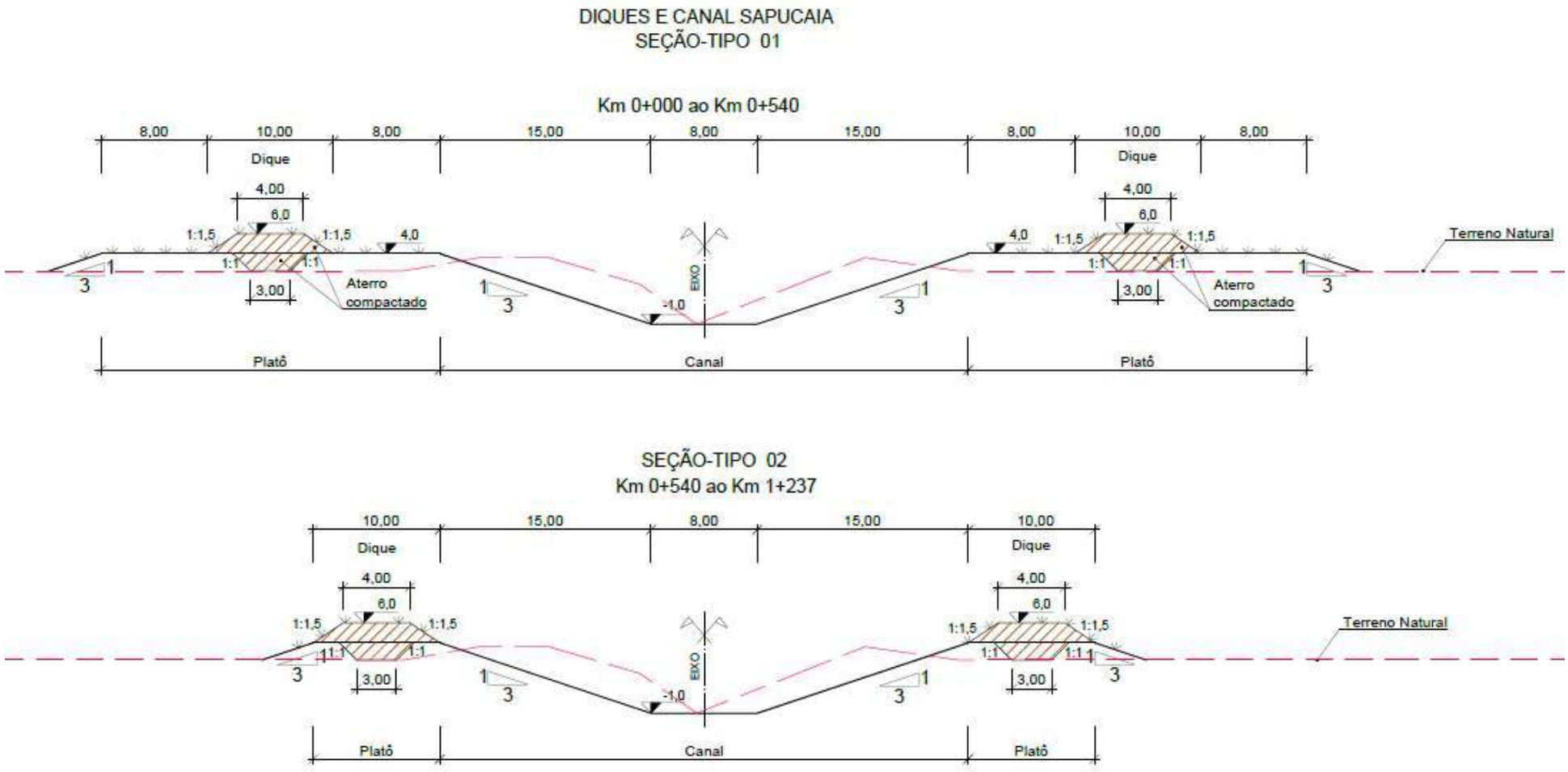


Figura 14 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Sapucaia C2B.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

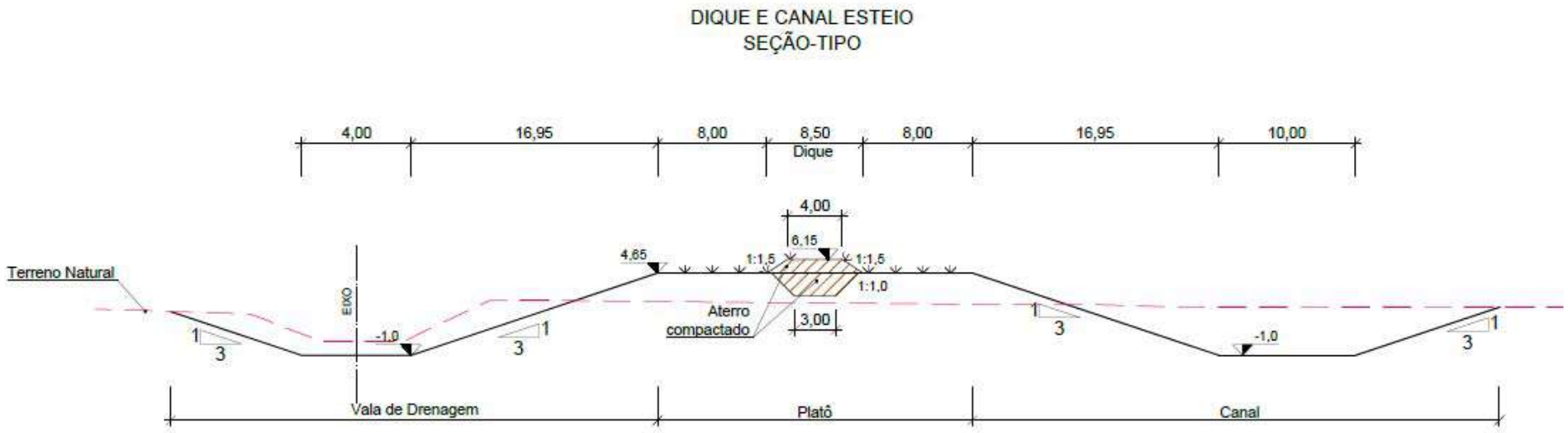


Figura 15 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Esteio C2B.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

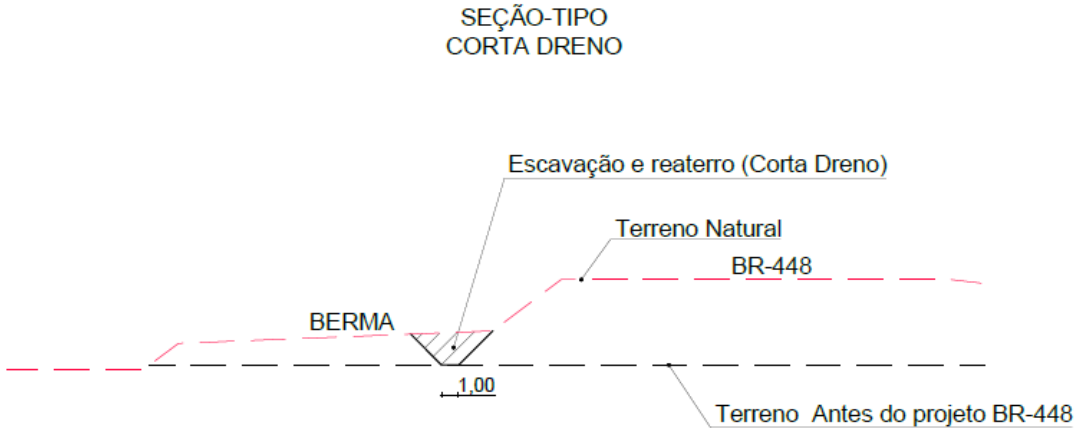


Figura 16 - Seção-tipo do corta-dreno junto à BR-448 no trecho de Esteio.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 26 - Quantitativos obras do dique em Canoas e Esteio protegendo as áreas já ocupadas

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida - aterro compactado	491.725	m³
2	Cut-off / Trincheira de vedação - aterro compactado	66.971	m³
3	Aterro Lançado	186.654	m³
4	Corte	323.354	m³
5	Enleivamento / Hidrossemeadura	407.942	m²
6	Estações de bombeamento		
6.1	EB nº 1 - [2+1R] x 264 CV	792	CV
6.2	EB nº 2 - [2+1R] x 250 CV	750	CV
6.3	EB nº 3 - [2+1R] x 70 CV	210	CV
6.4	EB nº 4 - [2+1R] x 86 CV	258	CV
6.5	EB nº 5 - [2+1R] x 171 CV	513	CV
6.6	EB nº 6 - [2+1R] x 278 CV	834	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras dos Diques de Proteção no Rio dos Sinos em Nova Santa Rita**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se a leste do município de Nova Santa Rita, se aproximando da foz do Rio dos Sinos em sua margem direita.

O dique se estende da BR-386 mais ao norte até o final da área urbana do município ao sul perfazendo 1,7 km.

Dado que o trecho de rio onde a obra está localizada tem a topografia mais encaixada, o fato de realizar a constrição de eventos de cheias mais extremos através da obra aumenta as velocidades no trecho e por isso, os primeiros 600 m de obra devem ter o talude protegido por camada de proteção.

Além disso, observou-se a elevação do nível no trecho de até 15 cm em comparação a não implantação da obra para o TR = 100 anos.

A proteção por diques de terra é complementada por sistema de bombeamento para realizar a drenagem local durante os eventos de cheias.

A Figura 17 apresenta a localização das estruturas.



Figura 17 - Planta baixa dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita do Rio
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A solução proposta consiste em um dique na cota 5,50 m e um sistema de bombeamento localizado na parte mais ao sul da área protegida.

A estação de bombeamento é composta por 5 bombas mais 2 reservas com 450 CV cada.

O dique proposto deve ter seu talude interno ao Rio dos Sinos protegido devido às velocidades mais altas nos primeiros 600 m.

- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

A seção-tipo das obras de terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H.

É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

Os primeiros 600 m de obra terão o seu talude interno ao rio protegido por uma camada de 30 cm de colchão reno, sobreposta a uma camada intermediária de material de transição.

As seções-tipo de referência das obras encontram-se na Figura 18.

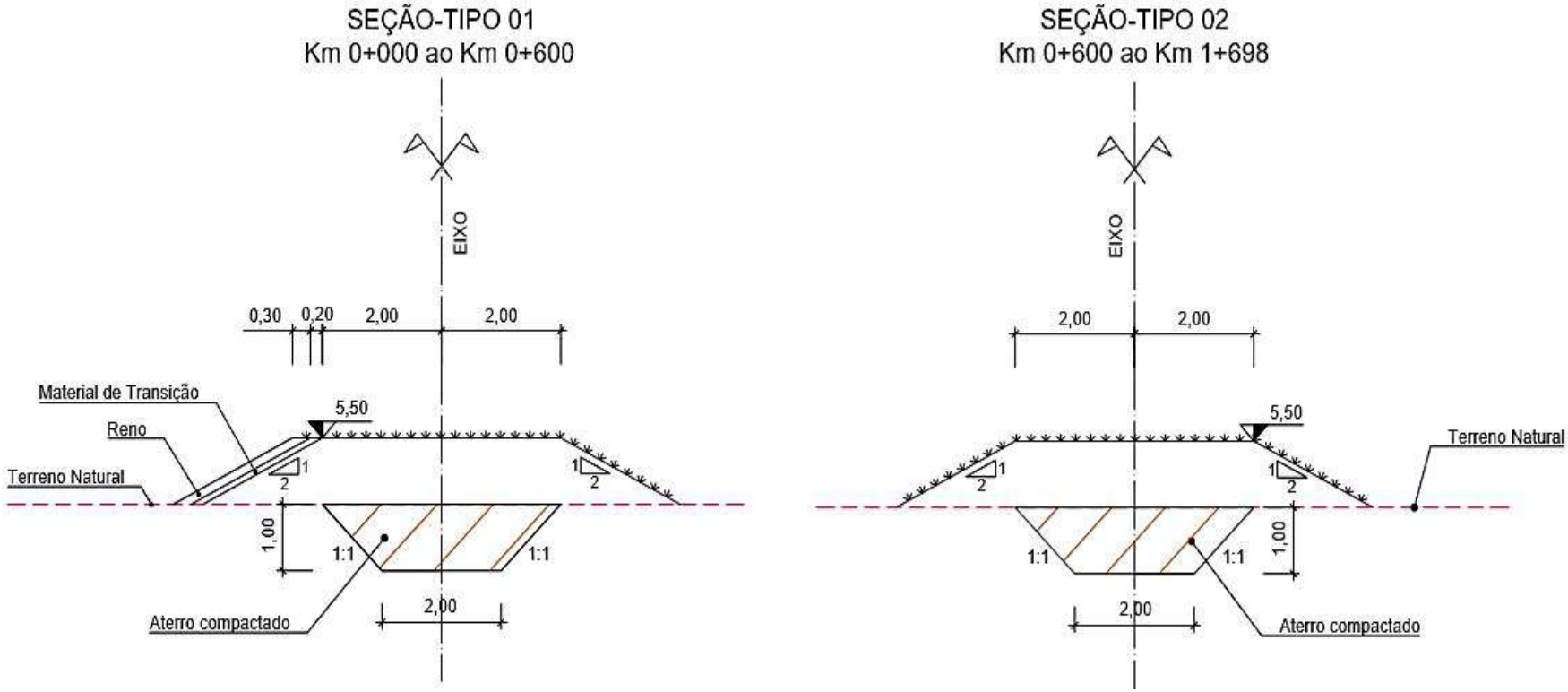


Figura 18 - Seção-tipo do dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita do Rio
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 27.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**
  Os diques terão uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H.

  A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.
- **Construção dos diques de vedação**
  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.
- **Instalação de Colchão Reno**
  A montagem se dá através da colocação da base de tela metálica, com a dobra das paredes laterais e diafragmas posicionados na vertical formando abas que deverão ser unidas com amarração por arames.

  Dessa forma o colchão fica separado por células a cada metro. Depois de montados, os colchões devem ser transportados até o local de projeto, sendo realizada a limpeza do talude e nivelamento.

  Durante a montagem dos colchões, devem ser colocados tirantes verticais que unem a tampa à base dos elementos.

  Depois de instalado, os colchões devem ser preenchidos a partir da parte inferior do talude. As pedras devem ser colocadas apropriadamente, para diminuição do índice de vazios para 25% a 30%.

  O tamanho das pedras deve ser homogêneo, levemente superior à abertura da malha do colchão e garantindo no mínimo duas camadas de pedras.

  Depois de completado o preenchimento, devem ser colocadas as tampas sobre o colchão e amarradas as bordas, sempre unindo a borda de colchões vizinhos.
- **Hidrossemeadura dos aterros**
  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude.

  Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

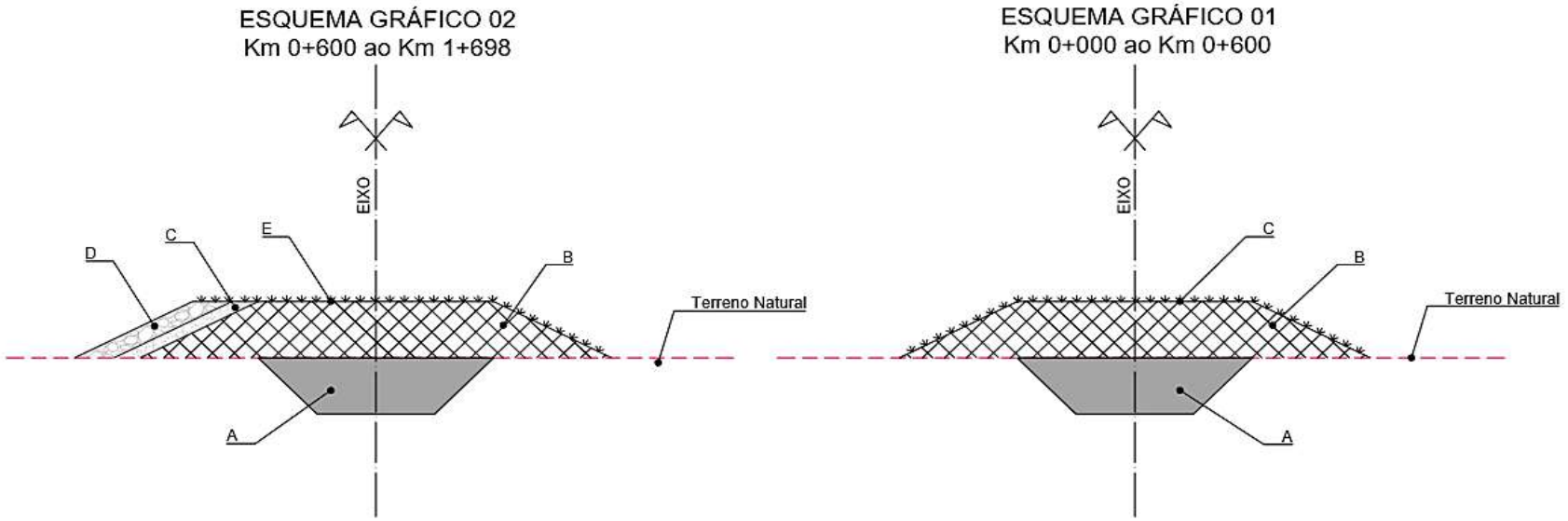
Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano. Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

Quadro 27 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Nova Santa Rita

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida - aterro compactado	506.500	m³
2	Cut-off / Trincheira de vedação - aterro compactado	48.800	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	28.735	m²
4	Colchão Reno	1.163	m³
5	Casa de Bombas - 5+2R 450 CV cada	7 x 450	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 19.



LEGENDA

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 5065,00 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 48800,00 m³
C = MATERIAL DE TRANSIÇÃO..... 425,85 m³
D = RENO..... 639,19 m³

ÁREA 3D:

E = ENLEIVAMENTO..... 28735,02 m²

Figura 19 - Esquema gráfico dos volumes do dique em Nova Santa Rita na margem direita do Rio
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras dos Diques de Proteção no Rio dos Sinos em Sapucaia do Sul**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se a oeste do município de Sapucaia do Sul, na planície de inundação do Rio dos Sinos em sua margem esquerda.

São propostos dois diques, um mais ao norte, protegendo uma área menor e mais próxima à calha do rio todo em terra e outro mais ao sul próximo à margem direita da foz do Arroio José Joaquim, circundando uma área mais extensa, composto por dique em terra e muro de concreto. Ambas as áreas são ocupadas essencialmente por residências.

A proteção por diques de terra e muros de concreto é complementada por sistema de bombeamento para realizar a drenagem local durante os eventos de cheias.

A Figura 20 apresenta a localização das estruturas.



Figura 20 - Diques de proteção em Sapucaia do Sul
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A solução proposta ao norte consiste em um dique na cota 6,25 m e um sistema de bombeamento localizado na parte mais ao sul da área protegida junto a um canal de drenagem existente na região.

A estação de bombeamento é composta por duas bombas mais uma reserva com potência de 41 CV.

O pôlder na região mais ao sul é circundado em todo seu perímetro por diques na cota 7,50 m e quando o terreno tem elevação superior a 7,50 m o muro de proteção deve ter 0,50 m de altura, contando com uma casa de bombas.

A estação de bombeamento é composta por quatro bombas mais duas reservas com potência de 116 CV cada.

- **Análise geotécnica e estrutural e seção-tipo das obras propostas**

A seção-tipo das obras em terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H. É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

O muro de concreto armado proposto é estruturado por vigas e estaqueamento em adição a contrafortes que atuarão quando o muro estiver submetido aos esforços de empuxo dos eventos de cheias. As seções-tipo de referência das obras encontram-se na Figura 21.

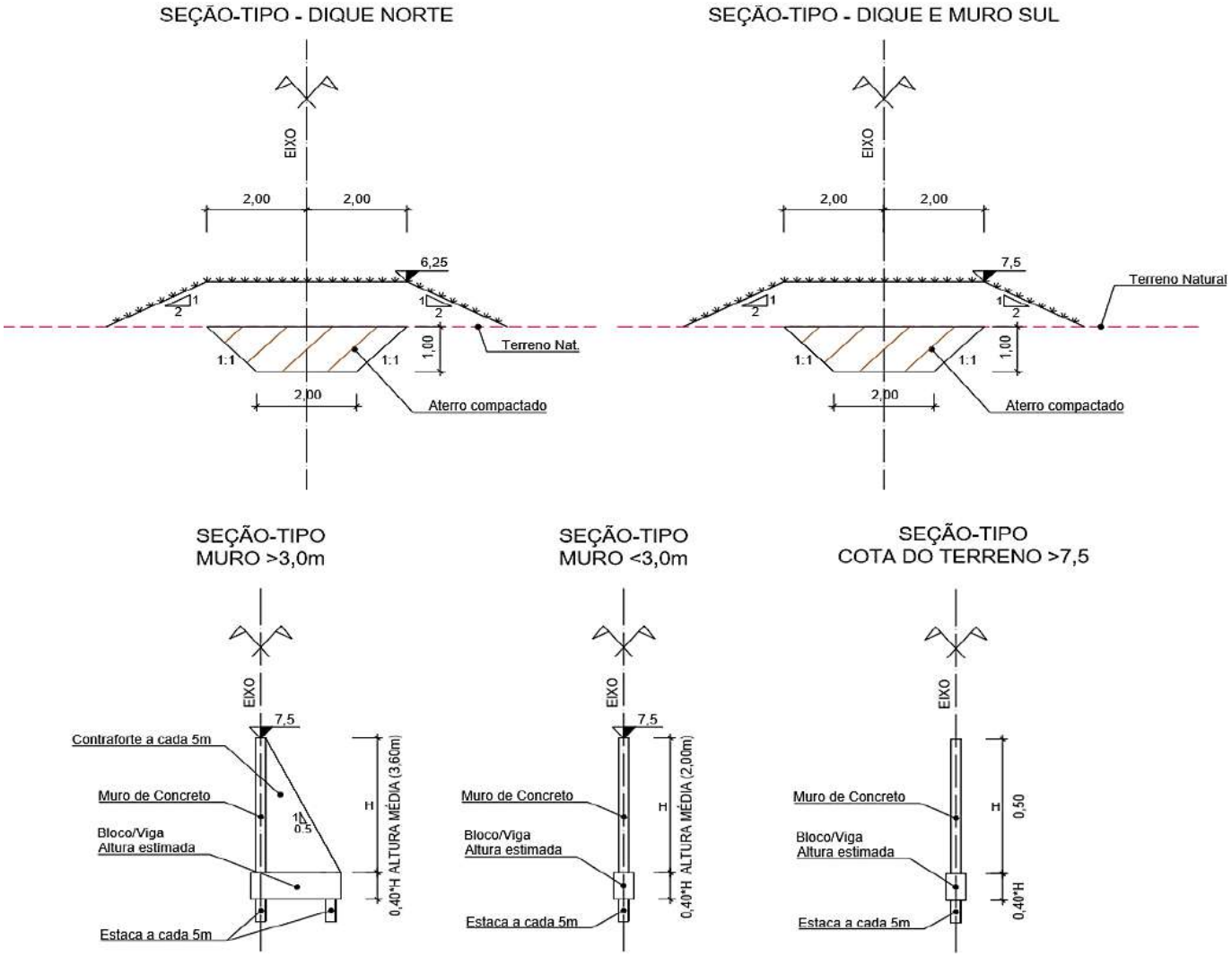


Figura 21 - Seções-tipo dos diques de proteção em Sapucaia do Sul
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 28.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**
  Os diques terão uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H.

  A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%., de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**
  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

  Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, os diques em solo compactado não terão revestimento em enrocamento.

- **Construção do muro de concreto**
  Os muros em concreto poderão ser do tipo pré-moldado, devendo haver vedação apropriada entre as placas. O muro deverá conter esperas em sua base de modo a ser consolidado à viga concretada in loco para a amarração estrutural apropriada.
  Além disso, da mesma forma, deverá conter esperas para a amarração estrutural aos contrafortes que serão concretados in loco. A viga do muro funcionará como ficha, estimada para fins de orçamento em 40% da altura do muro.

  Os contrafortes serão apoiados sobre vigas. As vigas tanto do contraforte quanto do muro serão apoiadas sobre estacas, podendo ser utilizadas estacas pré-moldadas ou escavadas, dependendo do tipo de solo da região e das possibilidades construtivas locais.

  A princípio, para fins de orçamento serão espaçadas de 5 em 5 m. Cada contraforte, será apoiado a uma estaca, sendo também espaçados de 5 em 5 m. O comprimento das estacas é função da altura do muro em cada trecho.

- **Hidrossemeadura dos aterros**
  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude.

Preparo da solução no caminhão pipa espargidor. Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

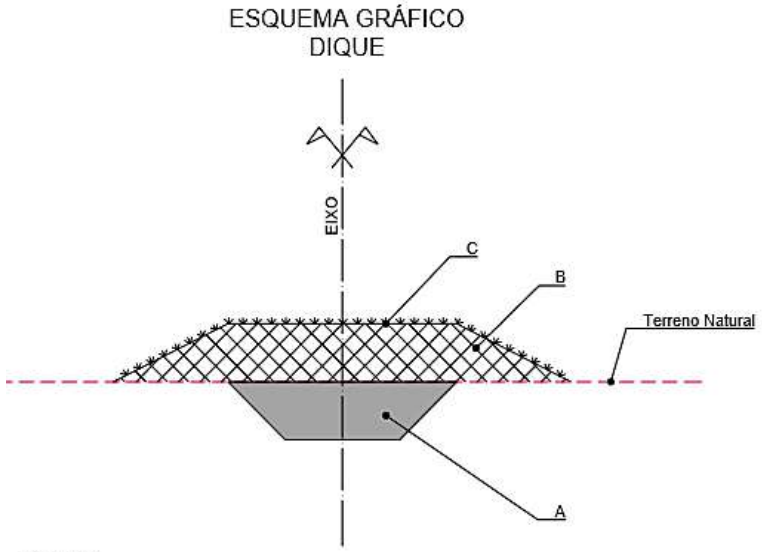
Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

Quadro 28 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Sapucaia do Sul

Item	Descrição	Quant.	Unidade
Dique Norte - Sapucaia do Sul			
1	Material importado de jazida	23.783	m³
2	Cut-off	2.787	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	14.134	m²
4	Casa de Bombas - 2 + 1 R 41 CV - 778 m³/h	3 x 41	CV
Dique Sul - Sapucaia do Sul			
1	Material importado de jazida	47.795	m³
2	Cut-off	3.764	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	23.943	m²
4	Muro de Concreto > 3 m	840	m
4.1	Muro de concreto e = 30 cm	3.024	m²
4.2	Viga $h_{méd}$ = 1,4 m; L = 0,4 m	840	m
4.3	Estacas $prof._{méd}$ = 2,9 m (0,8 * H)	168	un
4.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3 m³	168	un
4.5	Estacas contraforte $prof.h_{méd}$ = 2,9 m (0,8 * H)	168	un
4	Muro de Concreto < 3 m	700	m
4.1	Muro de concreto e = 30 cm	1.400	m²
4.2	Viga $h_{méd}$ = 0,8 m; L = 0,4 m	700	m
4.3	Estacas $prof._{méd}$ = 1,6 m	140	un
5	Casa de Bombas - 4 + 2 R 116 CV - 2204 m³/h	6 x 116	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 22.



LEGENDA

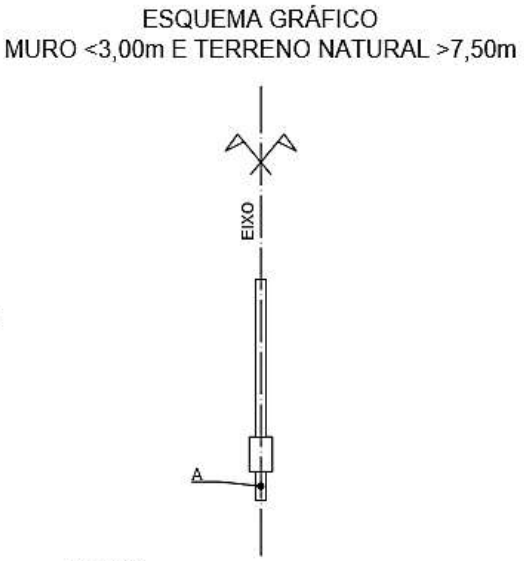
VOLUMES E ÁREAS 3D:

DIQUE NORTE
EXTENSÃO TOTAL: 909 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 2787,26 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 23782,88 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 14134,00 m²

DIQUE SUL
EXTENSÃO TOTAL: 1220 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 3763,96m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 47795,02m³
C = ENLEIVAMENTO..... 23943,37 m²

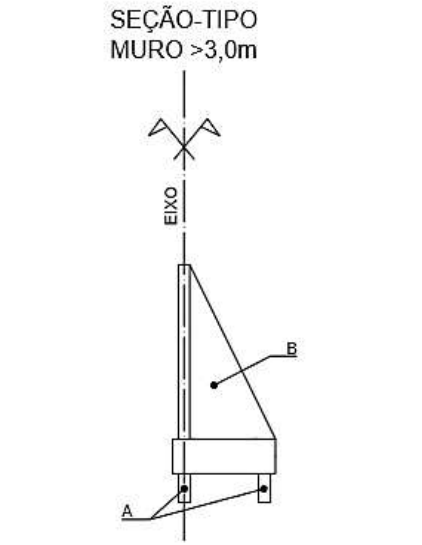


LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

DIQUE SUL
EXTENSÃO TOTAL: 1510 m

A = ESTACAS..... 302 Un



LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

DIQUE SUL
EXTENSÃO TOTAL: 840 m

A = ESTACAS..... 336 Un
B = CONTRAFORTE..... 168 Un

Figura 22 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Sapucaia do Sul
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras dos Diques de Proteção de São Leopoldo - Arroio Cerquinha**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se próxima do centro urbano de São Leopoldo, na foz do Arroio Cerquinha junto ao Rio dos Sinos.

O problema a ser resolvido nessa região é causado primariamente pelo remanso do Rio dos Sinos no Arroio Cerquinha.

Dado que os eventos de cheias ocorrem tanto no Arroio Cerquinha quanto no Rio dos Sinos com determinada correlação, a solução proposta deve ser integrada para que atenda os eventos em ambos cursos d'água, ou a combinação dos dois.

A Figura 23 apresenta a localização das estruturas.

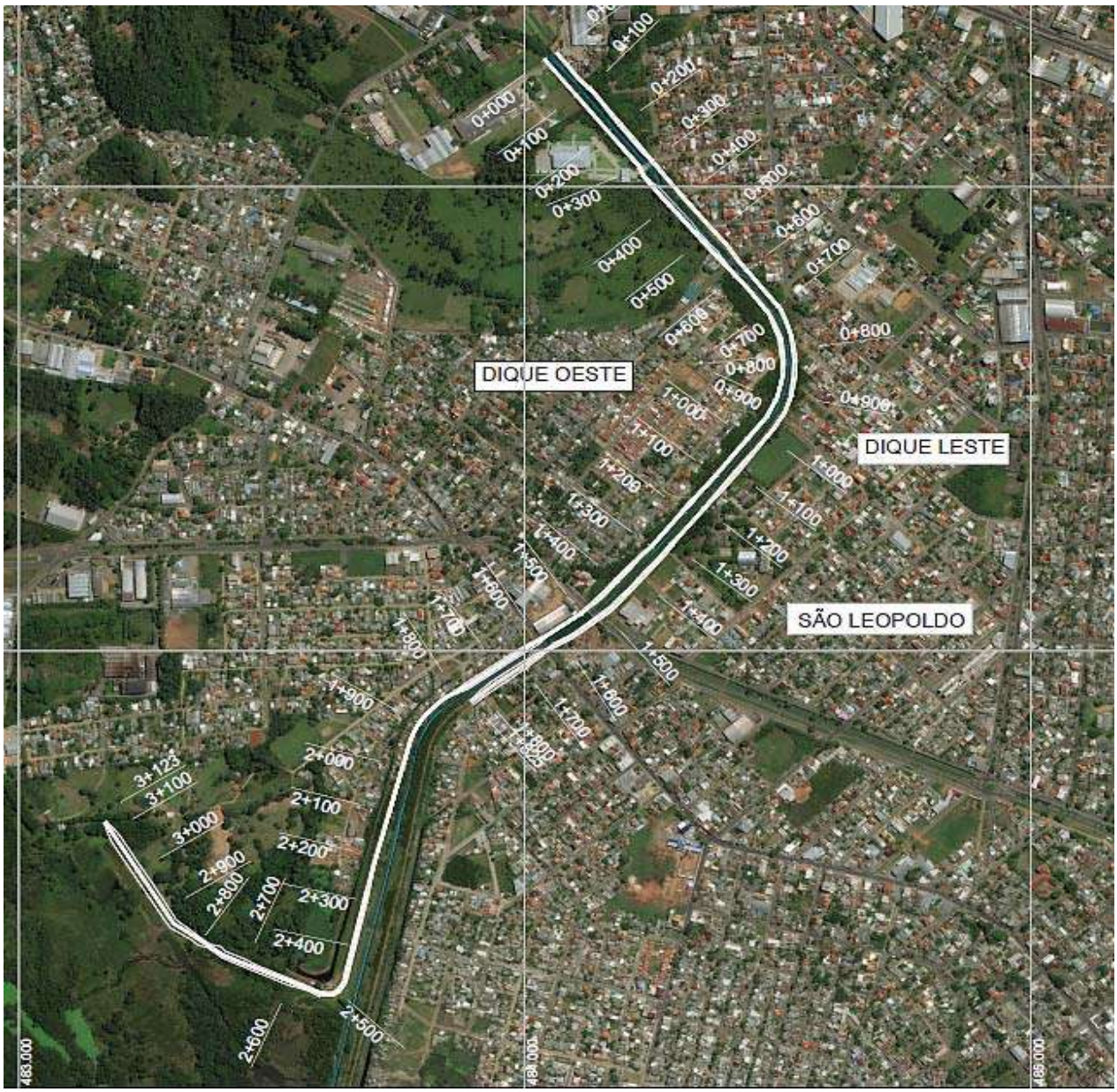


Figura 23 - Diques existentes a serem elevados no Arroio Cerquinha
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Neste caso, a solução não se restringe ao remanso do Rio dos Sinos no Cerquinha, sendo integrada às áreas inundáveis pelo próprio Cerquinha.

Na margem direita e esquerda do Arroio Cerquinha já existem diques, cujas cotas de coroamento não satisfazem o TR = 100 anos. Além disso, na margem direita já existe uma casa de bombas complementando o sistema de proteção. Tal sistema de bombeamento deve se manter inalterado.

Não é necessária a construção de sistema de bombeamento na margem esquerda.

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A área de intervenção já é protegida por sistema de diques, desta forma não é necessária a construção de novas estruturas de diques ou bombeamento. De toda forma, a cota da estrutura é insuficiente para proteger com segurança suficiente os níveis de cheias de TR de 100 anos. Propõe-se assim que a proteção do dique seja elevada em 25 cm para atender a borda livre mínima para tal estrutura.

- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

A concepção das obras tem como objetivo a diminuição da exposição ao risco de eventos de cheias do Rio dos Sinos e do Arroio Cerquinha, o que é alcançado elevando-se a altura dos diques existente.

A seção-tipo da elevação das obras de terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H.

A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 24.

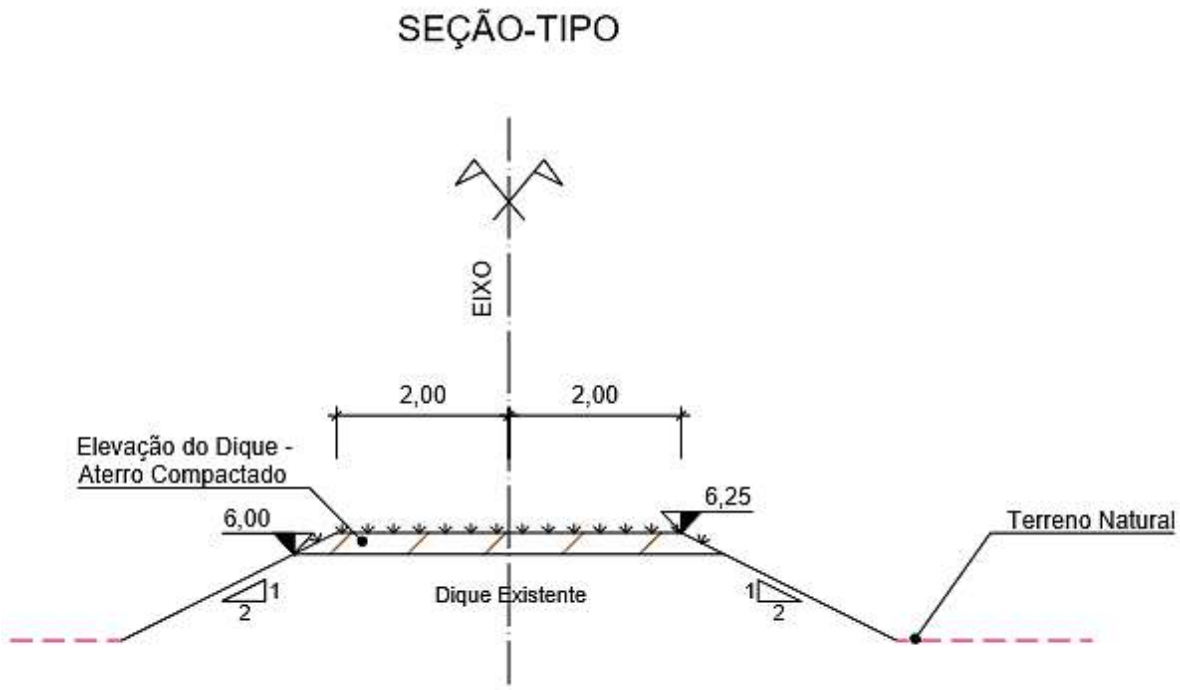


Figura 24 - Seção-tipo dique de proteção São Leopoldo - Arroio Cerquinha.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique na margem direita e na esquerda, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 29.

- **Construção dos diques de vedação**
  Os diques de proteção de cheias serão elevados em 25 cm até a cota 6,25 m em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m. Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%., de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações. Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, os diques em solo compactado não terão revestimento em enrocamento.

- **Hidrossemeadura dos aterros**
  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor. Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

  A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

Quadro 29 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Arroio Cerquinha

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Dique São Leopoldo - Arroio Cerquinha - Margem Direita		
1.1	Material importado de jazida	28.500	m³
1.2	Enleivamento / Hidrossemeadura	28.597	m²
2	Dique São Leopoldo - Arroio Cerquinha - Margem Esquerda		
2.1	Material importado de jazida	9.200	m³
2.2	Enleivamento / Hidrossemeadura	13.272	m²

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 25.

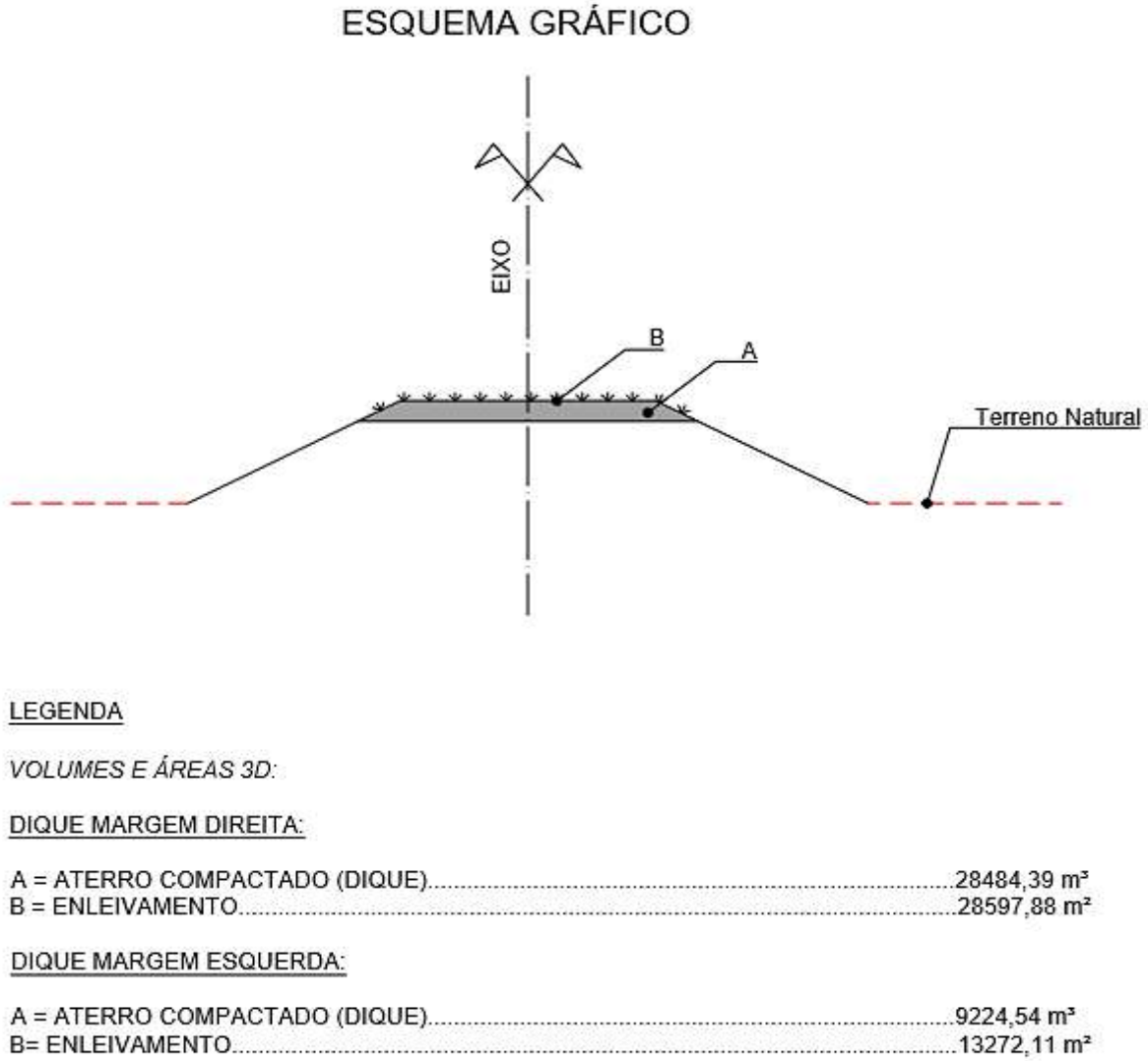


Figura 25 - Esquema gráfico dos volumes dos diques do Arroio Cerquinha
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras do Dique de Proteção de São Leopoldo - Bairro Feitoria**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se em São Leopoldo no Bairro Feitoria na margem esquerda do Rio dos Sinos. O problema a ser resolvido nessa região é causado pela cheia do Rio dos Sinos.

O dique proposto inicia na Av. Imperatriz Leopoldina na esquina com a Rua Olentino Vargas Câmara, seguindo em sentido norte de forma a proteger o bairro que se prolonga até as margens da calha principal.

Ao encontrar com o leito do rio segue no sentido leste, paralelo à Rua Eugênio Emílio Daudt até o final do bairro. A Figura 26 apresenta a localização das estruturas.



Figura 26 - Dique proposto no bairro Feitoria em São Leopolo e sistema de bombeamento
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A solução proposta consiste em um dique na cota 8,00 m e um sistema de bombeamento localizado na parte mais ao norte da área protegida.

A estrutura do dique proposto impõe uma restrição à drenagem normal da área protegida para os cursos d'água. Desta forma é proposta uma estação de bombeamento junto à parte mais ao norte da área protegida.

O complemento do sistema de drenagem se dará por 2 sistemas de Estação de Bombeamento.

  - EB1 = 3+2R * 40CV (três bombas mais duas reservas cada com 400 CV de potência)
  - EB2 = 3+1R * 400CV (três bombas mais uma reserva cada com 400 CV de potência)

- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

A concepção das obras tem como objetivo a diminuição da exposição ao risco de eventos de cheias do Rio dos Sinos, o que é alcançado elevando-se um novo dique até a cota 8,00 m.

A seção-tipo das obras de terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H. É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 27.

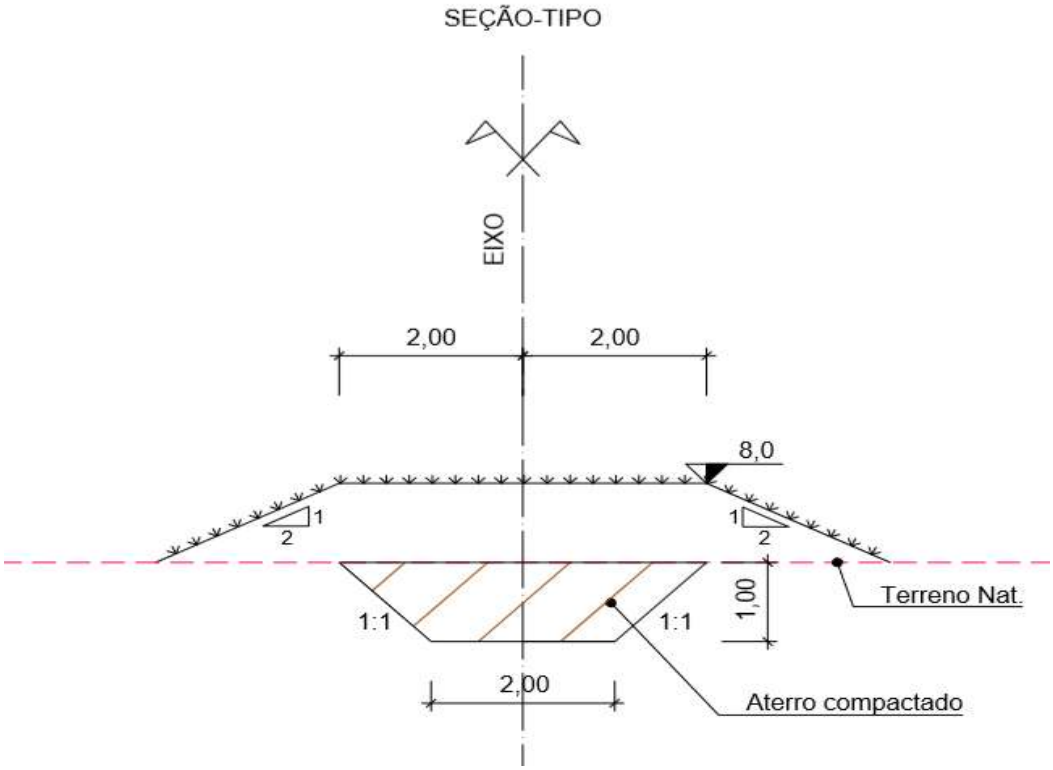


Figura 27 - Seção-tipo dique proposto no bairro Feitoria em São Leopolo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 30.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**
  O dique terá uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H.

  A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**
  Após a limpeza do terreno, o dique de proteção de cheias será elevado até a cota 8,0 m em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, o dique em solo compactado não terá revestimento em enrocamento.

- **Hidrossemeadura dos aterros**

  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

  Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e "mulch", constituído de serragem de madeira e palha de arroz. A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 28.

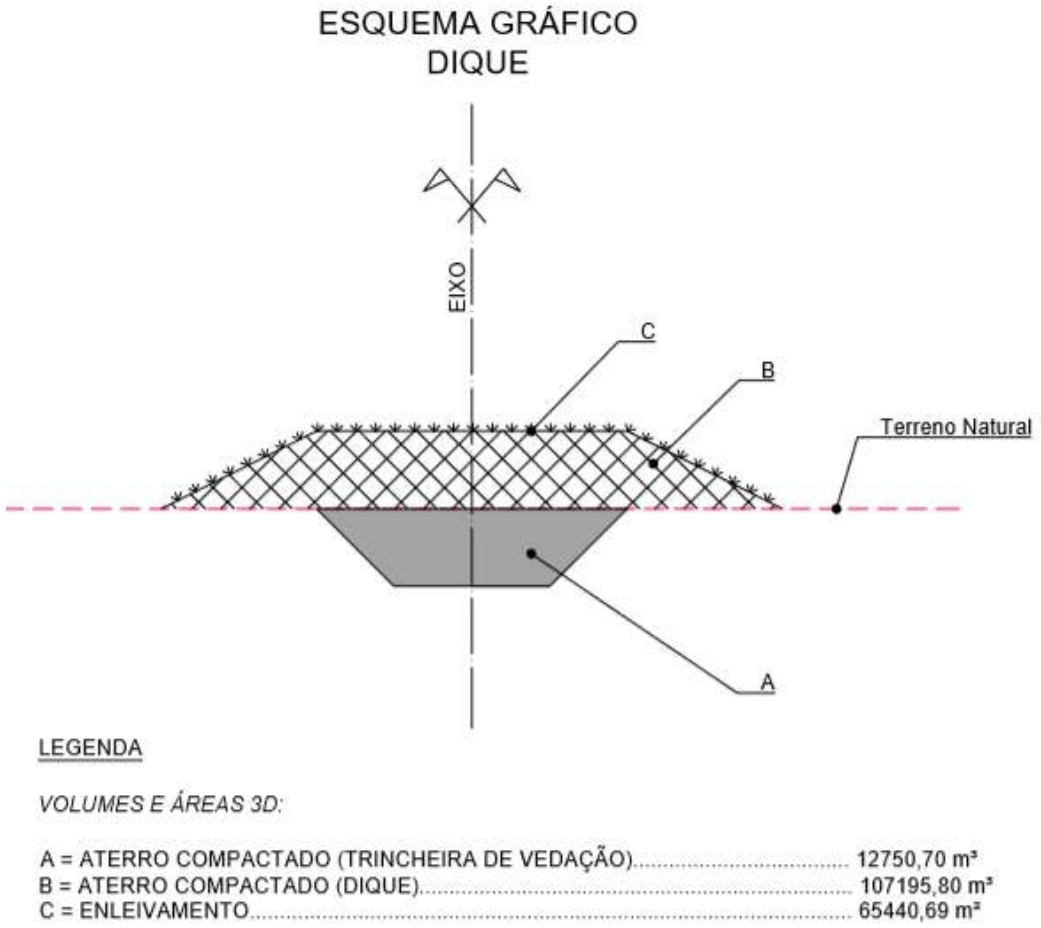


Figura 28 - Esquema gráfico dos volumes do dique proposto no bairro Feitoria em S.Leopoldo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 30 - Quantitativos das obras do dique proposto no bairro Feitoria em São Leopolo

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida	107.195,80	m³
2	Cut-off	12.750,70	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	65.440,69	m²
4	Casa de Bombas nº 1 3+2R - 400 CV - 7.560 m³/s	5 x 400	CV
5	Casa de Bombas nº 2 3+1R - 400 CV - 7.560 m³/s	4 x 400	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras do Dique de Proteção no Rio dos Sinos em Novo Hamburgo - Lomba Grande**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se a leste do município de Novo Hamburgo, na planície de inundação do Rio dos Sinos em sua margem esquerda em região menos conurbada.

É proposta uma proteção que inicia e termina junto a Estrada Leopoldo circundando o bairro Lomba Grande. O sistema de proteção será composto por dique em terra e muro de concreto.

A proteção por diques de terra e muros de concreto é complementada por sistema de bombeamento para realizar a drenagem local durante os eventos de cheias.

A Figura 29 apresenta a localização das estruturas.



Figura 29 - Diques de proteção em Lomba Grande - Novo Hamburgo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A solução proposta consiste em um dique na cota 8,00 m e um sistema de bombeamento localizado na parte mais ao norte da área protegida. A estação de bombeamento é composta por três bombas mais uma reserva com potência de 21 CV.

- **Análise geotécnica e estrutural e seção-tipo das obras propostas**

A seção-tipo das obras em terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H.

É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

O muro de concreto armado proposto é estruturado por vigas e estaqueamento em adição a contrafortes que atuarão quando o muro estiver submetido aos esforços de empuxo dos eventos de cheias.

As seções-tipo de referência das obras encontram-se na Figura 30.

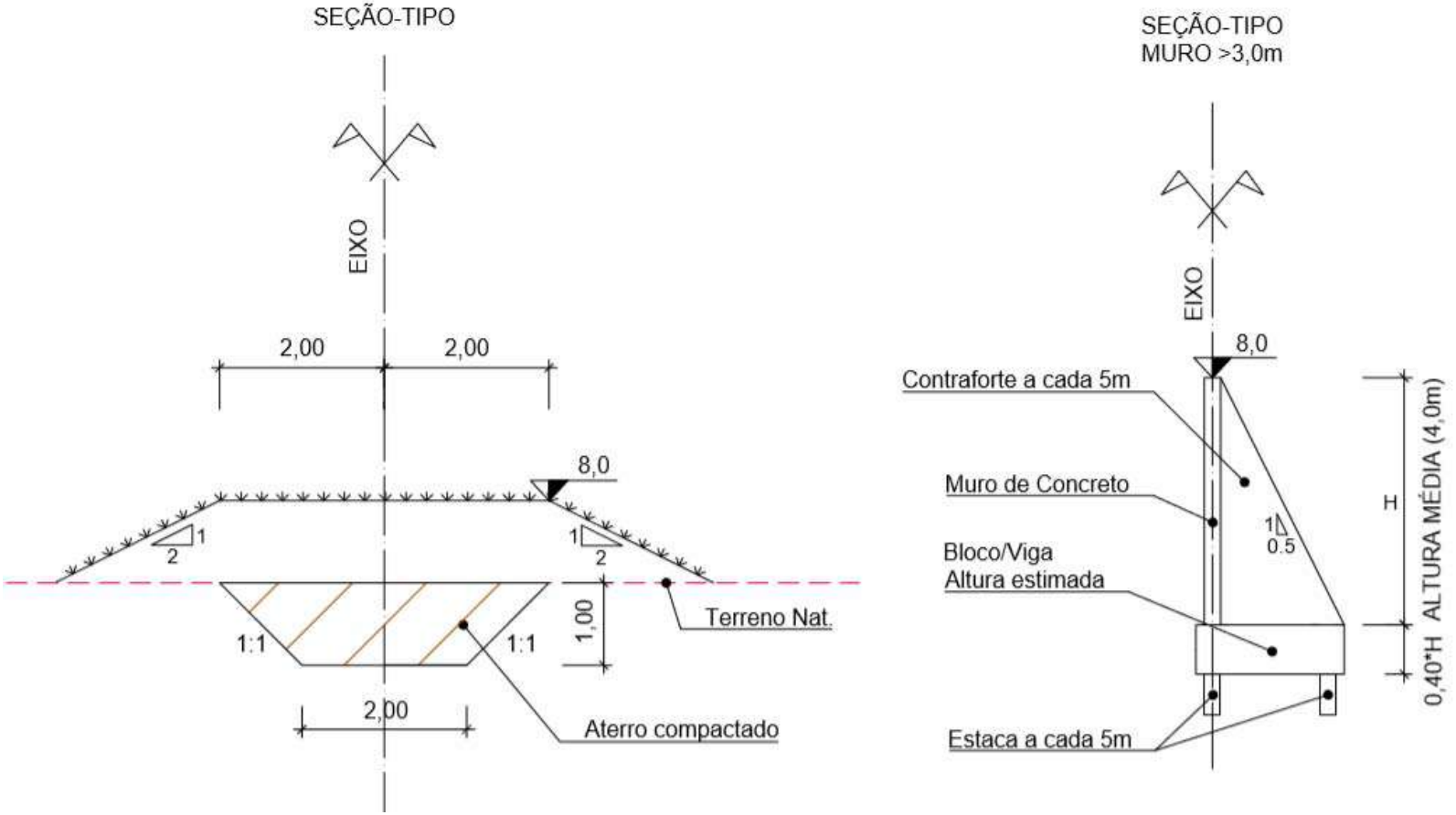


Figura 30 - Seções-tipo dos diques de proteção em Lomba Grande - Novo Hamburgo.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 31.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**
  Os diques terão uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H.

  A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%., de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**
  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

  Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, os diques em solo compactado não terão revestimento em enrocamento.

- **Construção do muro de concreto**
  Os muros em concreto poderão ser do tipo pré-moldado, devendo haver vedação apropriada entre as placas.

  O muro deverá conter esperas em sua base de modo a ser consolidado à viga concretada in loco para a amarração estrutural apropriada.

  Além disso, da mesma forma, deverá conter esperas para a amarração estrutural aos contrafortes que serão concretados in loco.

  A viga do muro funcionará como ficha, estimada para fins de orçamento em 40% da altura do muro.

  Os contrafortes serão apoiados sobre vigas. As vigas tanto do contraforte quanto do muro serão apoiadas sobre estacas, podendo ser utilizadas estacas pré-moldadas ou escavadas, dependendo do tipo de solo da região e das possibilidades construtivas locais.

  A princípio, para fins de orçamento serão espaçadas de 5 em 5 m. Cada contraforte, será apoiado a uma estaca, sendo também espaçados de 5 em 5 m. O comprimento das estacas é função da altura do muro em cada trecho.

- **Hidrossemeadura dos aterros**

  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

  Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e "mulch", constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

  A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

Quadro 31 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em N.Hamburgo / Lomba Grande

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida	50.472,10	m³
2	Cut-off	2.909,80	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	21.844,25	m²
4	Muro de Concreto > 3 m	360	m
4.1	Muro de concreto e = 30 cm ($h_{méd}$ = 4 m)	1.440	m²
4.2	Viga $h_{méd}$ = 1,6 m; L = 0,4 m	360	m
4.3	Estacas $prof._{méd}$ = 3,2 m (0,8 * H)	73	un
4.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3 m³	73	un
4.5	Estacas contraforte $prof.h_{méd}$ = 2,9 m (0,8 * H)	73	un
5	Casa de Bombas - 3 + 1 R 21 CV - 780 m³/h	4 x 21	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 31.

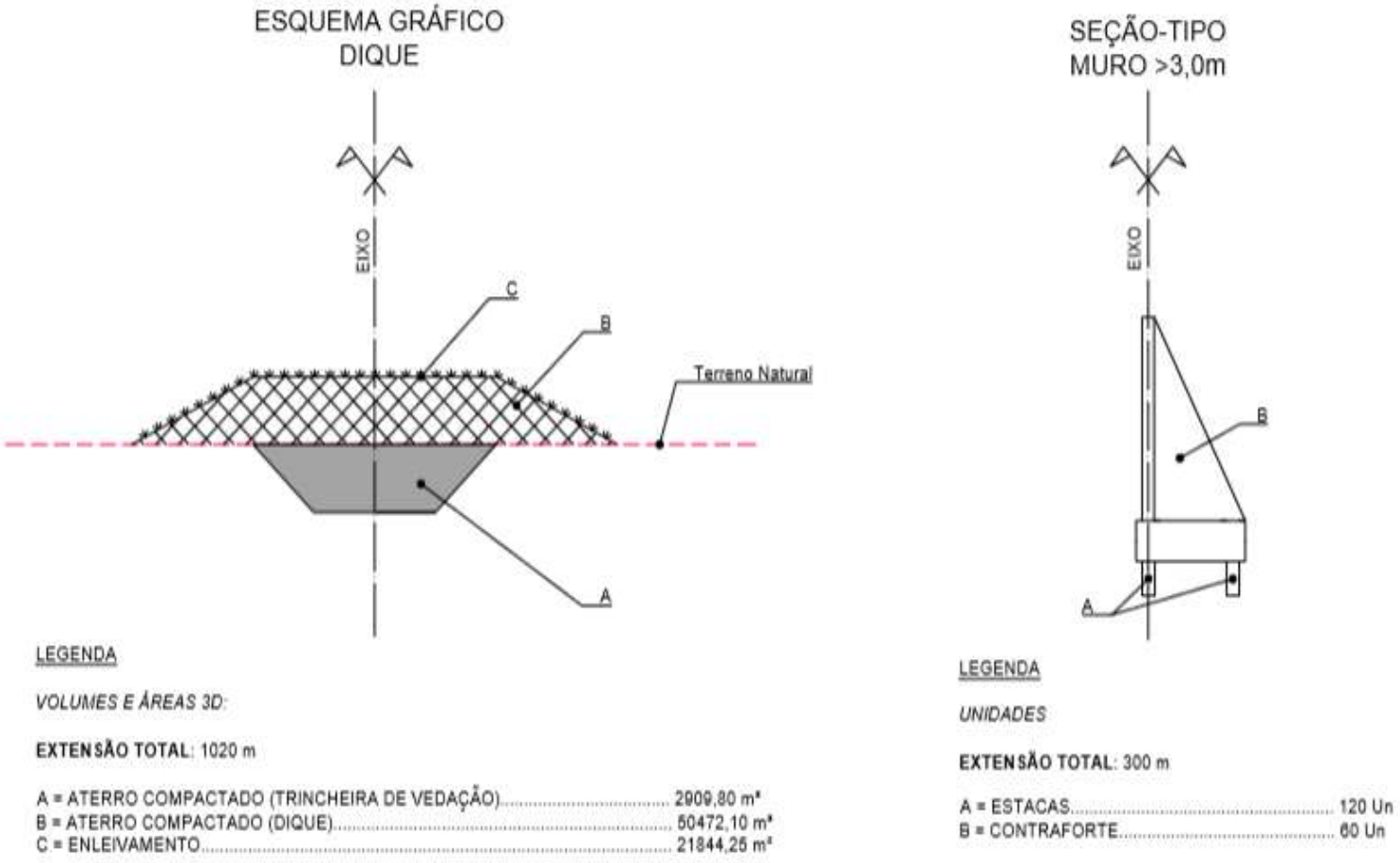


Figura 31 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Lomba Grande - N.Hamburgo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras do Dique de Proteção de Campo Bom - Bairro N**

- **Localização e caracterização do problema**

O dique em questão tem o propósito de proteger uma área residência do Bairro N de Campo Bom. O seu eixo se inicia no cruzamento da R. Mal. Floriano com a R. das Flores seguindo no sentido sudoeste margeando o lado direito do Rio dos Sinos e termina após o cruzamento com a R. Olívia K. Gerhardt.

O problema a ser resolvido nessa região é causado pela cheia do Rio dos Sinos.

A Figura 32 apresenta a localização das estruturas.



Figura 32 - Dique proposto no Bairro N em Campo Bom e sistema de bombeamento
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A solução proposta consiste em um dique na cota 8,50 m e um sistema de bombeamento composto de duas casas de bombas.

A estrutura do dique proposto impõe uma restrição à drenagem normal da área protegida para os cursos d'água.

Desta forma é proposta uma estação de bombeamento junto à parte mais ao sul da área protegida, drenando o lago existente e, ao mesmo tempo, o usando como reservatório de amortecimento. Uma das estações de bombeamento deverá possuir uma bomba de 11 CV mais uma reserva ([1+1R] * 11 CV) e a outra estação de bombeamento deverá possuir uma bomba de 38 CV mais uma reserva ([1+1R] * 38 CV).

- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

A concepção das obras tem como objetivo a diminuição da exposição ao risco de eventos de cheias do Rio dos Sinos, o que é alcançado elevando-se um novo dique até a cota 8,50 m.

A seção-tipo das obras de terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H. É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 33, adiante.

- **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 32, abaixo:

Quadro 32 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Campo Bom - Bairro N

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida	14.055,60	m³
2	Cut-off	3060,80	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	9.361,16	m²
4	Muro de Concreto > 3 m	280	m
4.1	Muro de concreto e = 30 cm ($h_{méd}$ = 4 m)	1.120	m²
4.2	Viga $h_{méd}$ = 1,6 m; L = 0,4 m	280	m
4.3	Estacas $prof._{méd}$ = 3,2 m (0,8 * H)	56	un
4.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3 m³	56	un
4.5	Estacas contraforte $prof.h_{méd}$ = 2,9 m (0,8 * H)	56	un
5	Casa de Bombas	2	CB
5.1	Casa de Bombas - 1+1R [11 CV] - 360 m³/h	2 x 11	CV
5.2	Casa de Bombas - 1+1R [38 CV] - 1450 m³/h	2 x 38	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**
  O dique terá uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H.

  A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%., de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**
  Após a limpeza do terreno, o dique de proteção de cheias será elevado até a cota 8,5 m em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, o dique em solo compactado não terá revestimento em enrocamento.

- **Hidrossemeadura dos aterros**

  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

  Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz. A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 34.

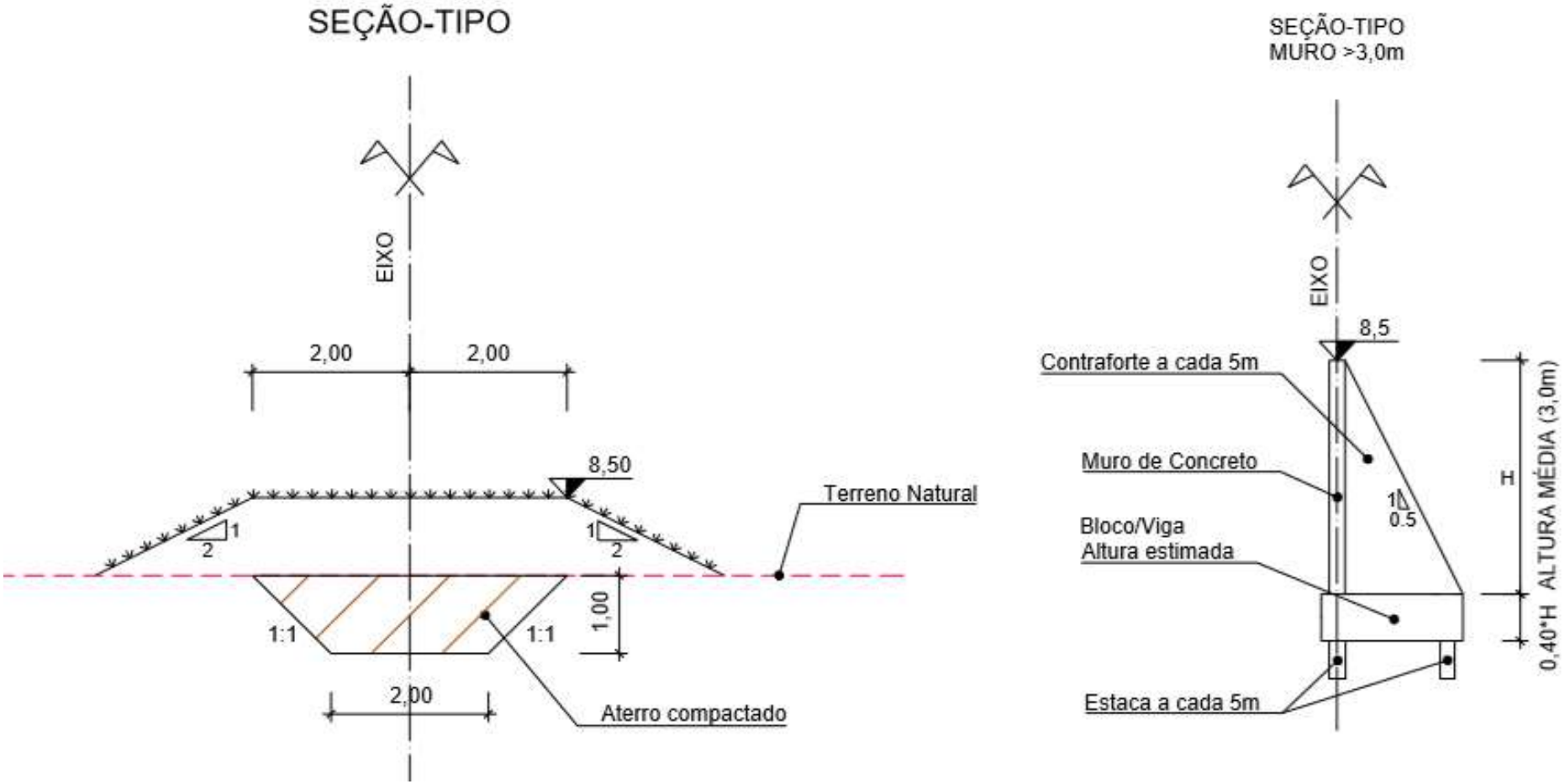


Figura 33 - Seção-tipo dique de proteção no Bairro N em Campo Bom
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

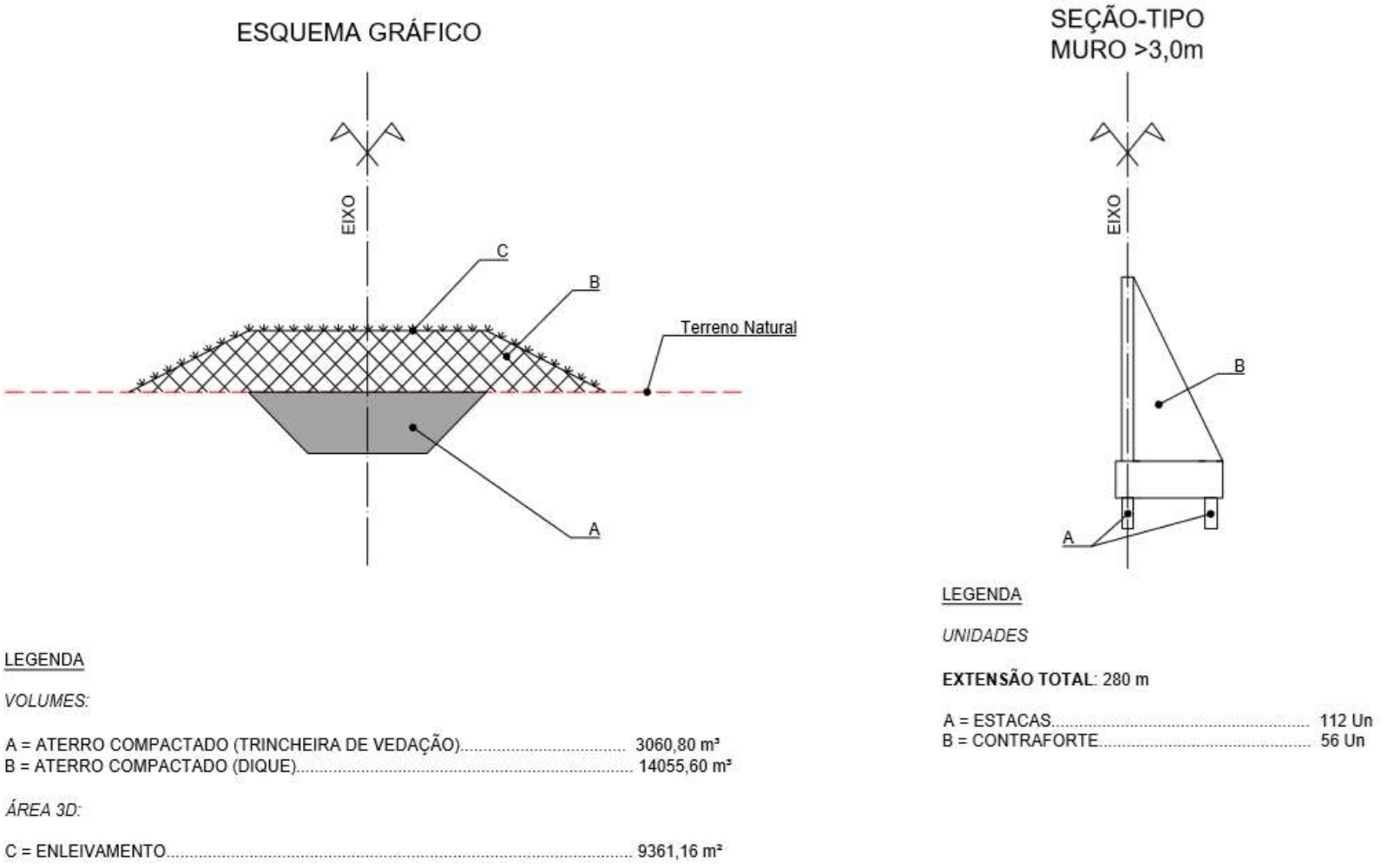


Figura 34 - Esquema gráfico dos volumes do dique de proteção no Bairro N em Campo Bom
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras dos Diques de Proteção do Rio Paranhana em Igrejinha (Norte)**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão consiste de dois longos trechos nas margens esquerda e direita do Rio Paranhana. Na margem direita o dique se alterna entre obras de terra e muros de concreto compreendendo desde a R. Anita Garibaldi x Rua não pavimentada paralela ao norte da R. Ronaldo Max Lauffer seguindo no sentido leste até a R. Rui Barbosa que ao se aproximar da calha do rio segue no sentido sul até dobrar no cruzamento da Rua Anita Garibaldi x Rua Jardelino Robison no sentido oeste, perfazendo aproximadamente 2.430 m.

Está prevista a implantação de uma casa de bombas para a drenagem local.

Já o dique na margem esquerda perfaz 2.494 m e conta também com uma casa de bombas para a drenagem interna da área protegida. Inicia-se em área menos urbanizada no ponto mais ao norte da Rua Independência seguindo ao longo do rio a jusante até ultrapassar o final do bairro e dobrar no sentido leste, protegendo quase que em sua totalidade as residências dessa região.

O dique também é composto por trechos em maciços de terra e outros por muros de concreto com contraforte.

A Figura 35 apresenta a localização das estruturas.



Figura 35 - Diques de proteção em Igrejinha (norte) e sistemas de bombeamneto
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A proposta para proteção desta região consiste na execução de um dique ao longo da margem direita iniciando na cota 40,70 m e finalizando na cota 40,0 m.

O dique ao longo da margem esquerda inicia na cota 41,20 m e finaliza na cota 40,30 m.

O complemento do sistema de drenagem se dará por 2 sistemas de bombeamento, um em cada margem do rio.

  - Margem Direita: EB1 = 4 + 2 R * 335 CV (quatro bombas mais duas reservas cada com 335 CV de potência)
  - Margem Esquerda: EB2 = 2 + 1 R * 100 CV (duas bombas mais uma reserva cada com 100 CV de potência)

- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

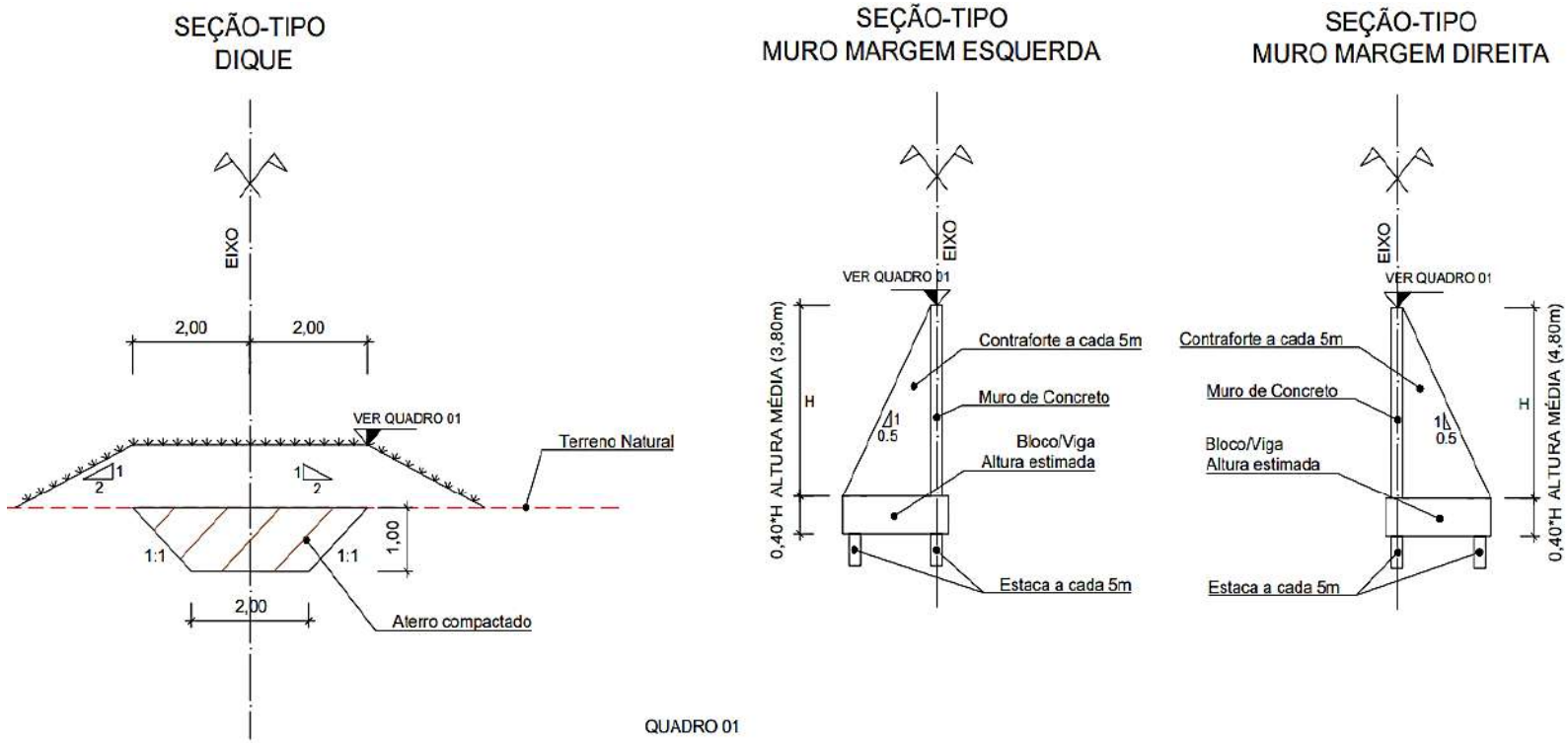
A seção-tipo das obras em terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H.

É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

Os muros de concreto armado propostos são estruturados por vigas, funcionando com fichas estimadas em 40% da altura do muro sobre estaqueamento.

Em adição, são propostos contrafortes que atuarão quando o muro estiver submetido aos esforços de empuxo dos eventos de cheias.

As seções-tipo de referência das obras encontram-se na Figura 36.



QUADRO 01

MARGEM ESQUERDA		
	KM INICIAL	KM FINAL
	0+000	1+661
COTA	41,20	40,70
DECLIVIDADE	-0,03	
	1+661	2+407,02
COTA	40,70	40,30
DECLIVIDADE	-0,05	
MARGEM DIREITA		
COTA	40,00	

Figura 36 - Seção-tipo dos diques de proteção em Igrejinha (norte).
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sino

- **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 33.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**
  Os diques terão uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H. A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**
  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

  Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, os diques em solo compactado não terão revestimento em enrocamento.

- **Construção do muro de concreto**
  Os muros em concreto poderão ser do tipo pré-moldado, devendo haver vedação apropriada entre as placas. O muro deverá conter esperas em sua base de modo a ser consolidado à viga concretada in loco para a amarração estrutural apropriada.

  Além disso, da mesma forma, deverá conter esperas para a amarração estrutural aos contrafortes que serão concretados in loco. A viga do muro funcionará como ficha, estimada para fins de orçamento em 40% da altura do muro.

  Os contrafortes serão apoiados sobre vigas. As vigas tanto do contraforte quanto do muro serão apoiadas sobre estacas, podendo ser utilizadas estacas pré-moldadas ou escavadas, dependendo do tipo de solo da região e das possibilidades construtivas locais.

  A princípio, para fins de orçamento serão espaçadas de 5 em 5 m. Cada contraforte, será apoiado a uma estaca, sendo também espaçados de 5 em 5 m. O comprimento das estacas é função da altura do muro em cada trecho.

- **Hidrossemeadura dos aterros**

  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

  Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e "mulch", constituído de serragem de madeira e palha de arroz. A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

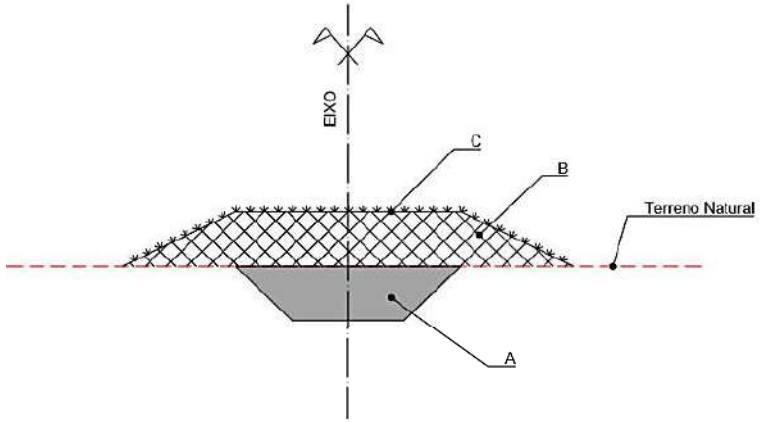
Quadro 33 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Igrejinha (norte)

Item	Descrição	Quant.	Unidade
Dique Igrejinha Norte Margem Esquerda			
1	Material importado de jazida	45.176	m³
2	Cut-off	3.761	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	23.026	m²
4	Muro de Concreto	1.248	m
4.1	Muro de concreto e = 30 cm	4.742	m²
4.2	Viga $h_{méd}$ = 1,2 m; L = 0,4 m	1.248	m
4.3	Estacas $prof._{méd}$ = 2,0 m	250	un
4.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3 m³	250	un
4.5	Estacas contraforte $prof._{méd}$ = 3 m	250	un
5	Casa de Bombas - 2+1 R 100 CV	3 x 100	CV
Dique Igrejinha Norte Margem Direita			
1	Material importado de jazida	79.883	m³
2	Cut-off	4.287	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	32.976	m²
4	Muro de Concreto	987	m
4.1	Muro de concreto e=30 cm	4.770	m²
4.2	Viga $h_{méd}$ = 1,5 m; L=0,4 m	987	m
4.3	Estacas $prof._{méd}$ = 2,5 m	198	un
4.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3 m³	198	un
4.5	Estacas contraforte $prof._{méd}$ = 3 m	198	un
5	Casa de Bombas - 4+2 R 335 CV	6 x 335	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 37.

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

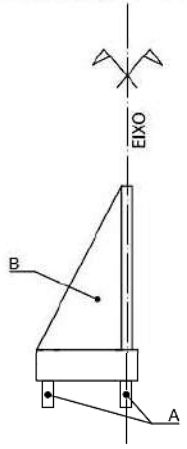
DIQUE MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 1246,42 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 3759,94 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 45144,07 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 23025,56 m²

DIQUE MARGEM DIREITA:
EXTENSÃO TOTAL: 1442,86m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 4287,02 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 79863,35 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 32976,37 m²

ESQUEMA GRÁFICO
MURO MARGEM ESQUERDA



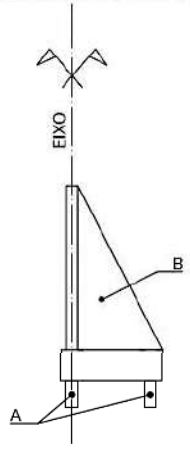
LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

MURO MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 1248,06m

A = ESTACAS..... 249 Un
B = CONTRAFORTES..... 499 Un

ESQUEMA GRÁFICO
MURO MARGEM DIREITA



LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

MURO MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 987,13m

A = ESTACAS..... 197 Un
B = CONTRAFORTES..... 394 Un

Figura 37 - Esquema gráfico dos volumes dos diques de proteção em Igrejinha (norte).
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras dos Diques de Proteção em Igrejinha (Sul)**

- **Localização e caracterização do problema**

A área em questão consiste de dois longos trechos nas margens esquerda e direita do Rio Paranhana mais ao sul da região descrita no subcapítulo anterior.

A Figura 38 apresenta a localização das estruturas.

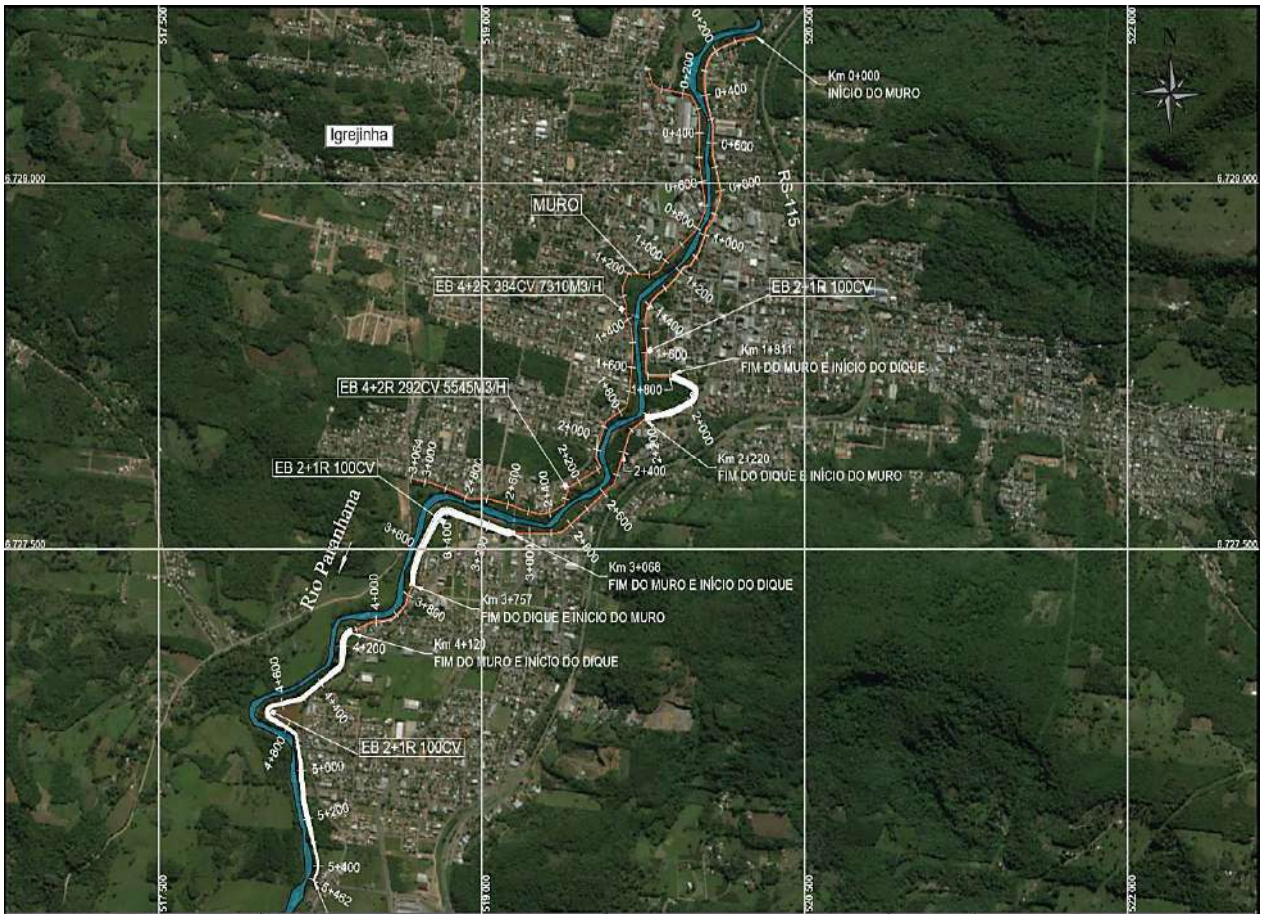


Figura 38 - Diques de proteção e sistemas de bombeamento propostos em Igrejinha (sul)
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Na margem direita o dique é todo em muro de concreto compreendendo desde a R. São Francisco x R. Anita Garibaldi seguindo na margem direita do rio sentido sul até o final do Bairro Vila Nova no que seria o prolongamento da R. 7 de Julho no sentido oeste, perfazendo aproximadamente 3.064 m.

Estão previstas as implantações de duas casas de bombas para a drenagem interna.

Já o dique na margem esquerda perfaz 5.462 m e conta também com três casas de bombas para a drenagem interna da área protegida.

Inicia-se no ponto mais ao norte da Rua A. Bischof ainda no Bairro Moinho seguindo ao longo da margem esquerda do rio a jusante ultrapassando o bairro Centro e o bairro 15 de Novembro e finalizar no cruzamento R. Tristão Monteiro x R. Mal. Deodoro da Fonseca.

O dique é composto por trechos em maciços de terra e outros por muros de concreto com contraforte.

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A proposta para proteção desta região consiste na execução de um dique ao longo da margem direita iniciando na cota 40,00 m e finalizando na cota 32,50 m.

O dique ao longo da margem esquerda inicia na cota 40,20 m e finaliza na cota 25,30 m.

O complemento do sistema de drenagem se dará por 5 sistemas de bombeamento, dois na margem direita e três na margem esquerda do rio.

- **Margem Direita:**

  EB 1 = 4 + 2 R * 384 CV (quatro bombas mais duas reservas cada com 384 CV de potência).
  EB 2 = 4 + 2 R * 292 CV (quatro bombas mais duas reservas cada com 292 CV de potência).

- **Margem Esquerda:**

  EB 3 = 2 + 1 R * 100 CV (duas bombas mais uma reserva cada com 100 CV de potência)
  EB 4 = 2 + 1 R * 100 CV (duas bombas mais uma reserva cada com 100 CV de potência)
  EB 5 = 2 + 1 R * 100 CV (duas bombas mais uma reserva cada com 100 CV de potência)

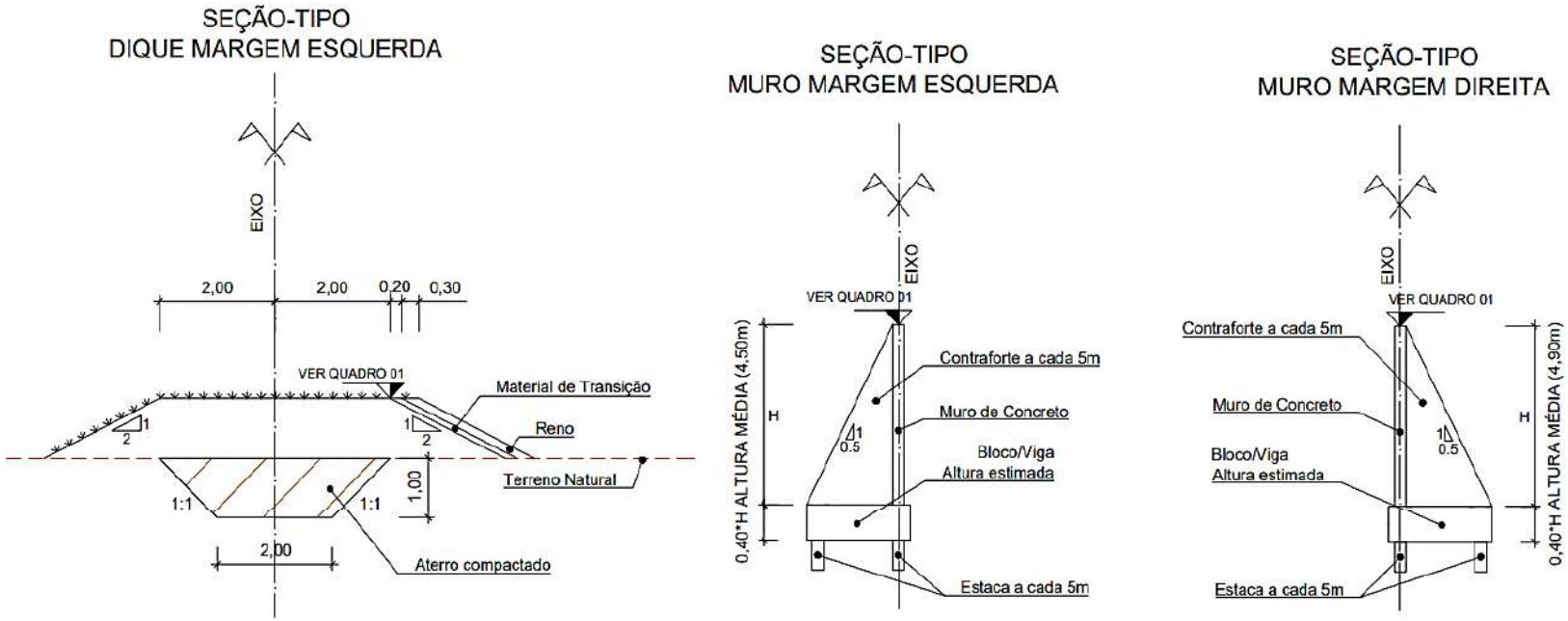
- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

A seção-tipo das obras em terra é feita toda em material importado de jazida (solo argiloso compactado), com 4,0 m de coroamento e taludes laterais 1 V : 2 H.

É previsto também uma trincheira de vedação (cut-off central) com 1,0 m de profundidade, taludes 1 V : 1 H e 2,0 m de largura no fundo.

Os muros de concreto armado propostos são estruturados por vigas, funcionando com fichas estimadas em 40% da altura do muro sobre estaqueamento. Em adição, são propostos contrafortes que atuarão quando o muro estiver submetido aos esforços de empuxo dos eventos de cheias.

As seções-tipo de referência das obras encontram-se na Figura 39.



QUADRO 01

MARGEM ESQUERDA	KM INICIAL	KM FINAL
	0+000	0+930
COTA	40,00	39,00
DECLIVIDADE	-0,11	
	930,00	2+555
COTA	39,00	35,00
DECLIVIDADE	-0,25	
	2+555	3+092
COTA	35,00	34,00
DECLIVIDADE	-0,19	
	3+092	4+150
COTA	34,00	31,50
DECLIVIDADE	-0,24	
	4+150	4+645
COTA	31,50	29,50
DECLIVIDADE	-0,4	
	4+645	5+522
COTA	29,50	25,30
DECLIVIDADE	-0,48	

MARGEM DIREITA	KM INICIAL	KM FINAL
	0+000	0+780
COTA	40,00	39,00
DECLIVIDADE	-0,13	
	0+780	1+420
COTA	39,00	37,00
DECLIVIDADE	-0,31	
	1+420	2+547
COTA	37,00	34,00
DECLIVIDADE	-0,27	
	2+547	3+082
COTA	34,00	32,50
DECLIVIDADE	-0,28	

Figura 39 - Seção-tipo dos diques de proteção em Igrejinha (sul)
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Métodos construtivos e quantitativos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se Quadro 34.

- **Construção das trincheiras centrais de vedação (cut-off)**

  Os diques terão uma trincheira central de vedação com 1,0 m de profundidade 2,0 m de base, com taludes com inclinação 1 V : 1 H. A execução desta trincheira central deverá ser anterior à execução do aterro em argila importada que irá compor o maciço do dique.

  A compactação dos solos provenientes de jazida deverá ser feita no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que os aterros compactados possam acompanhar satisfatoriamente as deformações por adensamento das fundações.

- **Construção dos diques de vedação**

  Após a limpeza do terreno, os diques de proteção de cheias serão elevados até a cota prevista em solo compactado, com taludes laterais de 1,0 V : 2,0 H e largura de coroamento de 4,0 m.

  Estes solos serão compactados no ramo úmido do Proctor Normal, com grau de compactação de 95%, de forma que as obras de terra possam acompanhar satisfatoriamente as deformações posteriores por adensamento das fundações.

- **Construção do muro de concreto**

  Os muros em concreto poderão ser do tipo pré-moldado, devendo haver vedação apropriada entre as placas. O muro deverá conter esperas em sua base de modo a ser consolidado à viga concretada in loco para a amarração estrutural apropriada.
  Além disso, da mesma forma, deverá conter esperas para a amarração estrutural aos contrafortes que serão concretados in loco.
  A viga do muro funcionará como ficha, estimada para fins de orçamento em 40% da altura do muro.
  Os contrafortes serão apoiados sobre vigas. As vigas tanto do contraforte quanto do muro serão apoiadas sobre estacas, podendo ser utilizadas estacas pré-moldadas ou escavadas, dependendo do tipo de solo da região e das possibilidades construtivas locais.

  A princípio, para fins de orçamento serão espaçadas de 5 em 5 m. Cada contraforte, será apoiado a uma estaca, sendo também espaçados de 5 em 5 m. O comprimento das estacas é função da altura do muro em cada trecho.

- **Instalação de Colchão Reno**

  A montagem se dá através da colocação da base de tela metálica, com a dobra das paredes laterais e diafragmas posicionados na vertical formando abas que deverão ser unidas com amarração por arames.

Dessa forma o colchão fica separado por células a cada metro. Depois de montados, os colchões devem ser transportados até o local de projeto, sendo realizada a limpeza do talude e nivelamento.

Durante a montagem dos colchões, devem ser colocados tirantes verticais que unem a tampa à base dos elementos.

Depois de instalado, os colchões devem ser preenchidos a partir da parte inferior do talude. As pedras devem ser colocadas apropriadamente, para diminuição do índice de vazios para 25% a 30%.

O tamanho das pedras deve ser homogêneo, levemente superior à abertura da malha do colchão e garantindo no mínimo duas camadas de pedras.

Depois e completado o preenchimento, devem ser colocadas a tampa sobre o colchão e amarrada as bordas, sempre unindo a borda de colchões vizinhos.

- **Hidrossemeadura dos aterros**

  Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude.

  Preparo da solução no caminhão pipa espargidor. Seleção das sementes de acordo com projeto executivo. Incorporação de adesivo hidro asfalto e “mulch”, constituído de serragem de madeira e palha de arroz.

  A aplicação da solução deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

  Irrigação durante 5 dias consecutivos, caso o processo se dê em época seca do ano.

  Manutenção por adubação após 6 meses da semeadura.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 40.

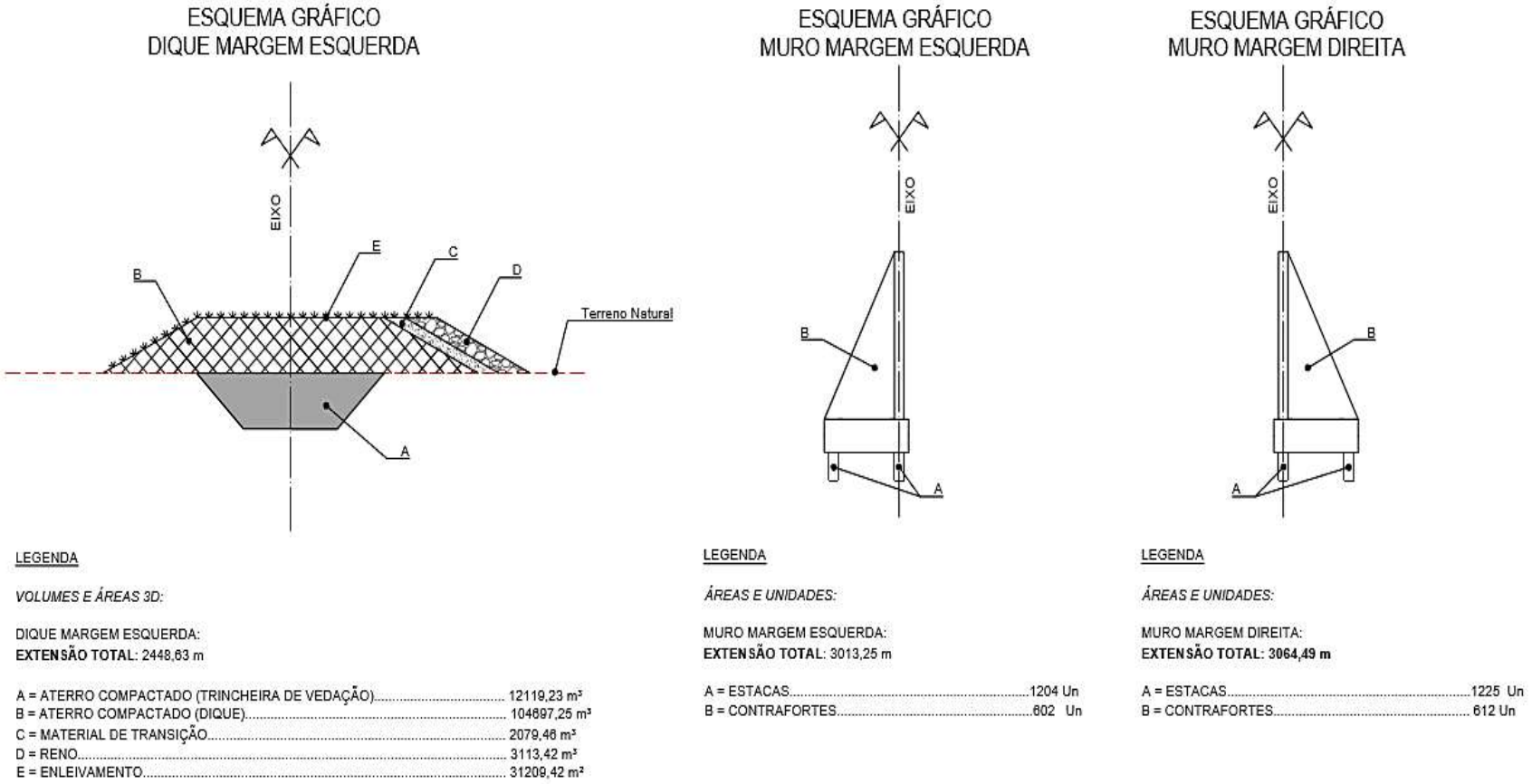


Figura 40 - Esquema gráfico dos volumes dos diques de proteção em Igrejinha (sul)
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 34 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Igrejinha - Sul

Item	Descrição	Quant.	Unidade
Dique Igrejinha Sul Margem Esquerda			
1	Material importado de jazida	104.697	m³
2	Cut-off	12.108	m³
3	Material de transição	2.081	m³
4	Colchão Reno	3.114	m³
5	Enleivamento / Hidrossemeadura	31.209	m²
6	Muro de Concreto	3.013	m
6.1	Muro de concreto e = 30 cm	13.558	m²
6.2	Viga $h_{méd}$ = 1,5 m; L = 0,4 m	3.013	m
6.3	Estacas $prof._{méd}$ = 2,8 m	603	un
6.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3m³	603	un
6.5	Estacas contraforte $prof._{méd}$ = 3 m	603	un
7	Casa de Bombas		
7.1	Casa de Bombas nº 1 - 2 + 1 R 100 CV	3 x 100	CV
7.2	Casa de Bombas nº 2 - 2 + 1 R 100 CV	3 x 100	CV
7.3	Casa de Bombas nº 3 - 2 + 1 R 100 CV	3 x 100	CV
Dique Igrejinha Sul Margem Direita			
1	Muro de Concreto	3.064	m
1.1	Muro de concreto e = 30 cm	15.013	m²
1.2	Viga $h_{méd}$ = 1,6 m; L = 0,4 m	3.064	m
1.3	Estacas $prof._{méd}$ = 2,7 m	603	un
1.4	Contraforte - concreto armado - $Vol_{méd}$ = 3 m³	603	un
1.5	Estacas contraforte $prof._{méd}$ =3 m	603	un
2	Casa de Bombas		
2.1	Casa de Bombas nº 1 - 4 + 2 R 384 CV	6 x 384	CV
2.2	Casa de Bombas nº 1 - 4 + 2 R 292 CV	6 x 292	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.5.3 Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta

✓ **Complementação da rede de monitoramento**

As bacias em questão são amplamente monitoradas, mas há concentração de postos nas regiões mais densamente urbanizadas a jusante e carência a montante.

Propõe-se implementar pelo menos três novas estações pluviométricas na porção de montante da bacia:

- Uma estação pluviométrica com telemetria na bacia do rio Areia, próximo à localidade de Rolandinho da Areia;
- Uma estação pluviométrica com telemetria na bacia do rio Ilha, próximo à localidade de Padilha Velha;
- Uma estação pluviométrica com telemetria na bacia do rio Caraá, próximo à localidade de Caraá.

Propõe-se implementar pelo menos quatro novas estações fluviométricas na porção de montante da bacia:

- Uma estação fluviométrica com telemetria na bacia do rio Areia, próximo à localidade de Rolandinho da Areia, para estimativa de níveis e vazões ma montante do município de Rolante;
- Uma estação fluviométrica com telemetria na área urbana de Rolante;
- Uma estação fluviométrica com telemetria na área urbana de Igrejinha
- Uma estação fluviométrica com telemetria na bacia do rio na bacia do rio Caraá, próximo à localidade de Caraá.

✓ **Modelo Hidrometeorológico para Previsão de curto Prazo**

Em relação à previsão nos rios, atualmente a Sala de Situação da SEMA-RS está em fase de calibração do modelo MGB-IPH para todo o Rio Grande do Sul, na qual os dados de entrada de chuva no modelo são oriundos do modelo meteorológico WRF (*Weather Research and Forecasting*, na qual são utilizados produtos nas resoluções de 2,5 e 15 km), e também se utiliza como condição inicial do modelo os dados de monitoramento horário das estações linimétricas.

O modelo é adequado. Há necessidade, apenas, de atualização permanente do modelo à medida que se faz coleta de novos dados e complementação da rede de monitoramento.

Além disto, os resultados de previsão do modelo devem continuar a ser disponibilizados à Defesa Civil, que deverá contar com Programa de Capacitação, para poder interpretar e utilizar as informações de forma adequada.

3.5.4 Sistema de Seguros de Cobertura contra Inundações

O sistema de seguro proposto é composto da seguinte forma:

- **Público ou Privado**

Esforço colaborativo entre os setores público e privado, onde o setor público exerceria função de Ressegurador e de Regulador.

- **Voluntário ou Obrigatório**

Sugiro a existência de um Seguro Obrigatório, que pode ser complementado por Seguro Voluntário, nos moldes do Seguro Veicular Obrigatório.

Os bancos podem exigir um seguro para proteger suas hipotecas do proprietário não segurado inadimplente após sofrer danos graves de uma inundação.

- **Agrupado à Apólice de Seguros ou Individual**

Agrupado à Apólice de Seguros, onde a cobertura do risco de catástrofe (incluindo inundação) é anexada a políticas de seguro de proprietário ou acidente, podendo abranger fogo, roubo e riscos de catástrofe como inundação, vento e outros.

- **Subsidiado ou Baseado em Risco**

Parcialmente baseado no Risco, com base em mapas de inundação (baseado nos moldes da Alemanha) e com Subsídio no Prêmio (redução no valor do prêmio para proprietários que adotarem medidas de redução de risco).

- **Assistência Federal a Desastres**

Existência de mecanismos de compensação pós-desastre e sua interferência nas soluções de seguros existentes, com a constituição de fundos de alívio de desastre.

3.6 Mapa de Perigo e incorporação de critérios à Zona de Passagem de Cheias

Uma vez atendidos os critérios hidráulicos de ocupação da Planície de Inundação condicionada aos diques do Cenário Consolidado e definida a área de desobstrução para a passagem da cheia, com vistas a evitar efeitos de remanso a regiões a montante, os critérios de perigo às populações que ocupam a planície passam a ser avaliados e incorporados ao zoneamento.

Com base na ilustração apresentada na Figura 2, pôde-se depreender que a combinação entre velocidade e profundidade na planície de inundação é fator de perigo, seja à vida de pessoas, seja às estruturas ou bens materiais.

Idealmente, tais critérios devem ser associados a uma probabilidade de ocorrência do evento em um dado ano de 1%, ou seja, deve ser avaliado o perigo gerado por um evento de TR = 100 anos (Stephenson, 2012).

Delimitou-se também as regiões em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior a 0,5 m²/s na ocorrência de um evento com Tempo de Retorno igual a 100 anos, o que representa um risco/perigo à vida.

Além disso, o restante da Planície de Inundação foi separado em duas zonas, uma com profundidades inferiores à 1,0 m e outra com profundidades superiores.

Desta forma pôde-se interpretar que apesar do produto entre velocidade e profundidade ser inferior a 0,5 m²/s, profundidades superiores a 1,0 m podem representar riscos de afogamento e danos a bens materiais.

O anexo 5.6 apresenta o mesmo mapa de perigo em escala adequada.

Com base no critério de risco à vida, em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à 0,5 m²/s na ocorrência de um evento com Tempo de Retorno igual a 100 anos, optou-se por incorporar na Zona de Passagem de Cheias, todas as áreas com tal limiar que se encontravam externas à tal zona na definição através de critérios puramente hidráulicos.

Dessa forma, entende-se que são agregados também critérios mais restritivos de ocupação nessas áreas de perigo com vistas à mitigação de riscos à vida humana.

Com base no critério de risco à vida, as áreas em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à 0,5 m²/s na ocorrência de um evento com Tempo de Retorno igual a 100 anos, foram incorporadas à Zona de Passagem de Cheias.

Ou seja, todas as áreas que apresentavam índices (V*h) superiores a tal limiar (0,5 m²/s) e que se encontravam externas à Zona de Passagem de Cheias definida através dos critérios hidráulicos de não obstrução, foram incorporadas a essa zona.

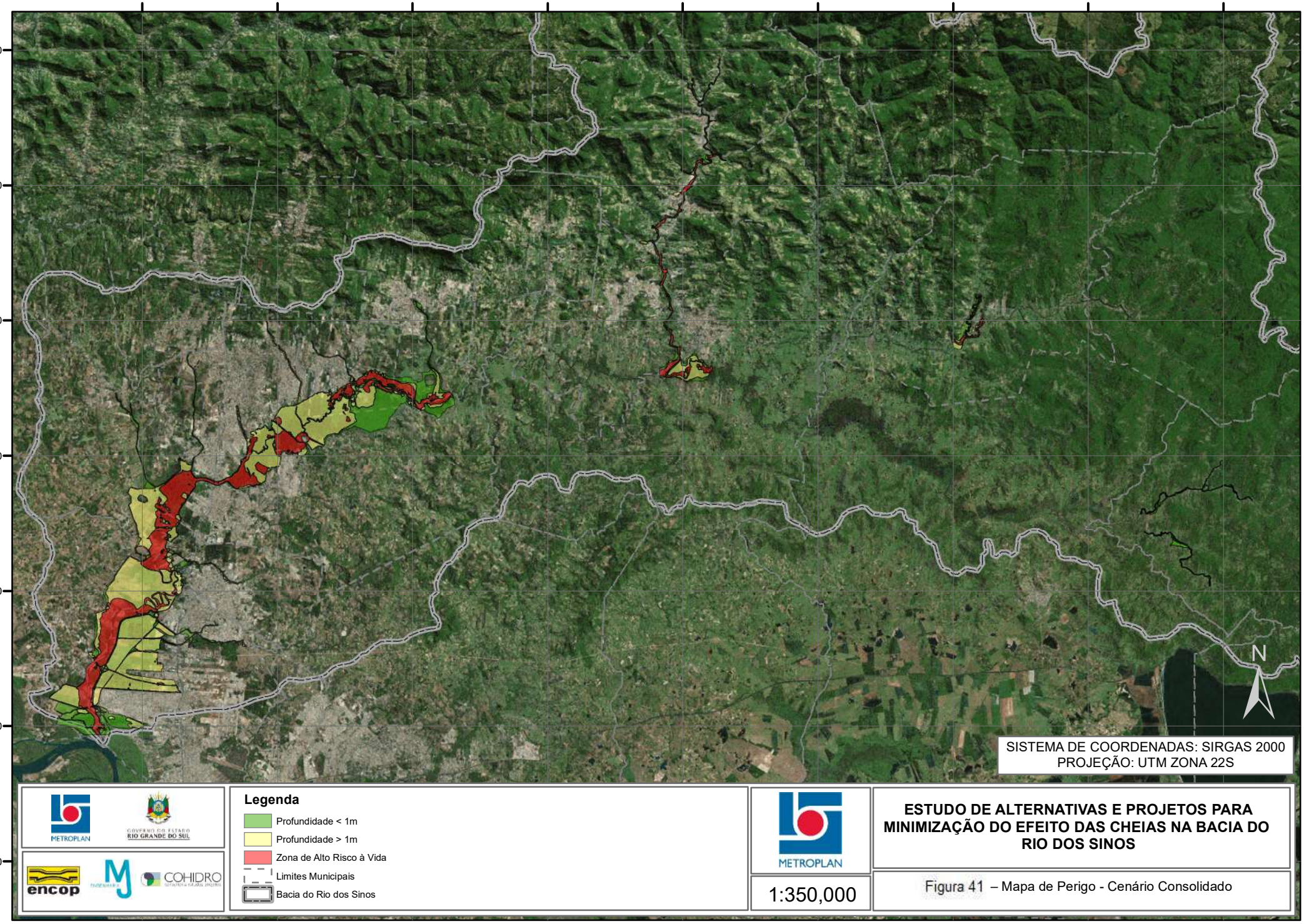
Dessa forma, entende-se que são agregados também critérios mais restritivos de ocupação nessas áreas de perigo com vistas a mitigação de riscos à vida humana.

Com relação às regiões externas à Zona de Passagem de Cheias, ou seja, que fazem parte da Zona de Ocupação com Restrição, estas podem ser subdivididas conforme já mencionado com vistas a compatibilizar a eventual ocupação a maiores e menores riscos averiguados.

Como sugestão, uma vez que as velocidades nessa zona são muito próximas de zero, pode-se utilizar como divisor, faixas de profundidades que subdividem a Zona de Ocupação com restrição, como é o caso do limite de 1,0 m apresentado no mapa da Figura 41.

Tal decisão deve ficar a critério dos municípios e Ministério Púbico, condicionada às diretrizes preestabelecidas aqui.

Na Figura 41 é apresentado o mapeamento da planície de inundação em termos de perigo hidráulico no Cenário Consolidado.


480000
490000
500000
510000
520000
530000
540000
550000
560000
6740000
6730000
6720000
6710000
6700000
6690000
6680000
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
COHIDRO
Legenda
Profundidade < 1m
Profundidade > 1m
Zona de Alto Risco à Vida
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
METROPLAN
1:350,000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 41 – Mapa de Perigo - Cenário Consolidado

3.7 Orçamento das Soluções Consolidadas

O orçamento das soluções consolidadas apresenta o total dos itens quantificados e orçados acrescido do BDI conforme o Decreto Nº 19.224 de 25 de novembro de 2015.

O decreto considera o BDI conforme o tipo de obra ou serviço: 28,21% os serviços de INFRAESTRUTURA, incluindo pavimentação, iluminação pública, praças, saneamento, sistemas de água, esgoto cloacal e pluvial e seus respectivos serviços de conservação e manutenção; 19,35 % BDI diferenciado para fornecimento de materiais; 15,38% para projetos e serviços de apoio técnico de engenharia.

3.7.1 Zoneamento, Desapropriação e Revitalização das Áreas Desapropriadas

O estudo para levantamento dos custos de desapropriação é normatizado pela ABNT NBR 14653-1:2001 como uma análise técnica, realizada por engenheiro de avaliações, que serve para subsidiar tomadas de decisões a respeito do valor de um bem, de seus custos, frutos e direitos, assim como determinar indicadores da viabilidade de sua utilização econômica para determinada finalidade, situação e data.

✓ **Metodologia**

O levantamento de custo foi realizado com base no Método comparativo direto de dados de mercado.

Considerado o método mais utilizado na avaliação de imóveis urbanos (THOFEHRN, 2010). Para o presente orçamento e previsão de custos, foi utilizada a data base de janeiro/2018.

O método comparativo direto dos dados de mercado possibilitou o levantamento de dados, com as características de preço apresentadas no PRODUTO 12.

Também estão apresentados os dados das imobiliárias utilizadas no levantamento de dados.

✓ **Orçamento de Desapropriação no Zoneamento Consolidado**

No Quadro 35 abaixo consta o orçamento da desapropriação da zona de passagem de cheias.

Para a estimativa dos valores dos terrenos e edificações a desapropriar foi utilizado o valor médio levantado nas pesquisas, conforme apresentado no PRODUTO 12.

Quadro 35 - Orçamento da desapropriação da zona de passagem de cheias no Zoneamento

Município	Áreas a Desapropriar					
	Área (m²)	R$ / m²	R$ terreno	Número de Edificações	R$ / Edificação	R$ Edificação
MANCHA DO RIO DOS SINOS						
Caraá (Alto Sinos)	8.935	458,98	4.101.030,65	28	104.440,10	2.924.322,71
Campo Bom	10.732	511,38	5.488.164,23	71	85.340,74	6.059.192,48
Canoas	743	597,47	443.921,50	14	89.075,18	1.247.052,53
Esteio	326	483,49	157.618,03	2	104.598,92	209.197,84
Nova Santa Rita	0	261,00	0,00	0	134.525,94	0,00
Novo Hamburgo	8.324	497,38	4.140.232,27	42	106.189,46	4.459.957,49
São Leopoldo	18.176	455,84	8.285.409,97	171	103.614,18	17.718.024,62
Sapiranga	0	385,97	0,00	0	121.799,46	0,00
Sapucaia do Sul	0	479,34	0,00	0	90.376,89	0,00
Total - Rio dos Sinos	**47.236**	**-**	**22.616.376,66**	**328**	-	**32.617.747,66**
MANCHA DO RIO PARANHANA						
Igrejinha	16.187	337,17	5.457.819,05	182	75.848,86	13.804.492,20
Parobé	3.142	222,58	699.350,88	36	121.022,79	4.356.820,53
Taquara	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Três Coroas	14.002	211,01	2.954.500,61	100	127.974,23	12.797.423,27
Total - Rio Paranhana	**33.331**	**-**	**9.111.670,54**	**318**	-	**30.958.735,99**
MANCHA DO ARROIO AREIA/RIO ROLANTE						
Rolante	2.490	216,92	540.140,65	32	80.291,20	2.569.318,24
Total - Arroio Areia	**2.490**	**-**	**540.140,65**	**32**	**-**	**2.569.318,24**
Subtotal	**83.057**	**-**	**32.268.187,85**	**678**	**-**	**66.145.801,89**
Total			**R$ 98.413.989,74**			
Total com BDI			**R$ 117.457.096,76**			

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ Orçamento das demolições

No Quadro 36 abaixo consta o orçamento da demolição das áreas a serem desapropriadas no cenário consolidado.

A base de cálculo para os custos de demolição foi feita a partir do projeto de reurbanização da Vila Mato Sampaio do DEMHAB / POA, data base de cálculo de abril de 2016.

O preço de demolição mais transporte até 30 km por m² de edificação à época foi estimado em R$ 67,60 / m2. Foi realizada a correção para a base de cálculo de janeiro de 2018 com base no índice FGV INCC.

A área média utilizada para cálculo de cada edificação foi estimada em 80 m².

Quadro 36 - Orçamento da demolição das áreas a serem desapropriadas

Município	Número de Edificações	Demolição (R$ / Edificação)	Área media da Edificação	Total Demolição (R$)
RIO DOS SINOS				
Caraá (Alto Sinos)	28	73,39	80,00	164.404,15
Campo Bom	71	73,39	80,00	416.881,94
Canoas	14	73,39	80,00	82.202,07
Esteio	2	73,39	80,00	11.743,15
Nova Santa Rita	0	73,39	80,00	0,00
Novo Hamburgo	42	73,39	80,00	246.606,22
São Leopoldo	171	73,39	80,00	1.004.039,60
Sapiranga	0	73,39	80,00	0,00
Sapucaia do Sul	0	73,39	80,00	0,00
Total - Rio dos Sinos	**328**			**1.925.877,13**
RIO PARANHANA				
Igrejinha	114	73,39	80,00	669.359,73
Parobé	33	73,39	80,00	193.762,03
Taquara	0	73,39	80,00	0,00
Três Coroas	90	73,39	80,00	528.441,90
Total - Rio Paranhana	**318**	73,39	80,00	**1.867.161,36**
RIO AREIA / ROLANTE				
Rolante	32	73,39	80,00	187.890,45
Total - Arroio Areia	**32**			187.890,45
Total	**678**			**3.980.928,95**
Total com BDI				**5.103.949,00**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Rio dos Sinos

✓ **Revitalização de Áreas Desapropriadas com a Implantação de Parques Lineares**

Para estimar os custos de revitalização da área e sua respectiva manutenção, foi utilizada a parametrização de valores de projetos semelhantes.

Foram utilizados 03 (três) projetos para servir de balizadores:

- Parque Linear do Programa Socioambiental - PISA / Arroio Cavalhada às margens do Arroio Cavalhada, da Prefeitura Municipal de Porto Alegre.
- Revitalização do Arroio Pampa da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo-RS.
- Parque das Nações Indígenas da Prefeitura Municipal de Campo Grande.

No Quadro 37 está apresentada a parametrização dos custos.

Quadro 37 - Revitalização de áreas desapropriadas com a implantação de parques lineares

Projeto	Custo (R$)	Área (m^2)	Parâmetro (R$/$m^2$)	Reajustado p/ 2018 (sem BDI)
Parque Linear do PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL - PISA / ARROIO CAVALHADA as margens do Arroio Cavalhada, da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Base jan/2005	1.657.780,94	53.116,98	31,21	55,39
Revitalização do Arroio Pampa da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo. Base Jun/2015	1.616.469,59	30.178,08	53,56	58,00
Parque das Nações Indígenas da Prefeitura Municipal de Campo Grande. Base Jan/2009	36.494.731,70	1.160.000,00	31,46	44,69

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Para o reajustamento das datas bases para jan/2018 foi utilizada a tabela do índice de reajustamento de obras rodoviárias do DNIT e FGV.

O parâmetro foi o resultado da média entre os 3 valores levantados R$ 55,36, R$ 58,00 e R$ 44,69.

Para estimar o custo de implantação do parque linear foi considerado o valor de R$ 52.59 / m^2.

Quadro 38 - Custo Total da Revitalização da Área

Área Total (m^2)	Custo Unitário (m^2)	Valor Total
83.057,00	52,59	R$ 4.367.967,63
Projeto Executivo	2,34%	102.210,44
Licenciamentos	1,5%	65.519,51
Instalação e Canteiro de Obras	1,5%	65.519,51
Administracao Local da Obra	4,04%	176.465,89
Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,6%	26.207,81
Total		**R$ 4.803.890,80**
Total com BDI		**R$ 6.137.548,64**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

No cálculo do custo não estão inclusas as ciclovias, iluminação, equipamentos (quadras, etc.) e demolição. Os serviços orçados nos parques são:

- Limpeza do terreno e terraplenagem;
- Microdrenagem;
- Mobiliários urbanos (bancos, lixeiras, sinalização, etc.);
- Replantio de árvores e vegetais de médio porte;
- Bacias de retenção;
- Infraestrutura e pavimentação.

✓ **Resumo**

Os demais custos que envolvem a desapropriação e implantação de parques como a avaliação dos imóveis e demolições são apresentados no Quadro 39 a seguir.

Quadro 39 - Custo total do zoneamento, desapropriação e revitalização das áreas desapropriadas

Item	Descrição	Valor (com BDI)
1	**Zoneamento com desapropriações**	**R$ 129.834.095,01**
1.1	Desapropriações	R$ 117.457.096,76
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R$ 1.135.500,61
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	R$ 5.103.949,00
1.4	Parque Linear	R$ 6.137.548,64

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.2 Orçamento das Obras de Canoas/Esteio - Proteção às Ocupações Existentes

Para estimar os custos de implantação do sistema de proteção do Cenário 2 B de Canoas e Esteio adaptação parcial da BR-448, inclusão de diques internos à região, protegendo apenas as ocupações existentes, e casa de bombas foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, parametrizações, entre outros conforme apresentado do Quadro 40 ao Quadro 47.

Quadro 40 - Orçamento das casas de bombas C2B

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Parametrização	Casa de Bombas nº 1 - EB 2+1R (264 CV)	792	CV		9.068.913,14
2	Parametrização	Casa de Bombas nº 2 - EB 2+1R (250 CV)	751	CV		8.812.758,23
3	Parametrização	Casa de Bombas nº 3 - EB 2+1R (70 CV)	209	CV		4.470.018,32
4	Parametrização	Casa de Bombas nº 4 - EB 2+1R (86 CV)	259	CV		5.009.754,60
5	Parametrização	Casa de Bombas nº 5 - EB 2+1R (171 CV)	513	CV		7.202.418,72
6	Parametrização	Casa de Bombas nº 6 - EB 2+1R (278 CV)	834	CV		9.318.804,89
SUBTOTAL						**43.882.667,91**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 41 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	**-**	**Reaterro parte 1 (0+000 a 2+731)**	**15.020,50**	**m³**		
1.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	15.020,50	m³	2,24	33.645,92
1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	15.020,50	m²	1,18	17.724,19
1.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	15.020,50	m³	4,94	74.201,27
2	**-**	**Fechamento de passagens**				
2.1	Estimativa	Fechamento de passagens existentes na BR-448 para vedação	1,00	unid	2.000.000,00	2.000.000,00
	SUBTOTAL					**2.125.571,38**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 42 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até Ø 15 cm, utilizando trator e esteiras	59.101,92	m²	0,32	18.912,61
3	-	Material importado de jazida	21.784,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	28.319,20	m³	15,98	452.540,82
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	21.784,00	m³	2,24	48.796,16
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	21.784,00	m³	4,94	107.612,96
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	28.319,20	m³	1,57	44.461,14
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	387.123,46	m³xKm	1,06	410.350,87
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	56.638,40	m³xKm	1,26	71.364,38
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	154.504,00	m²	3,11	480.507,44
4	-	Cut-off	26.548,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	34.512,40	m³	15,98	551.508,15
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	26.548,00	m³	2,24	59.467,52
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	26.548,00	m³	4,94	131.147,12
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	34.512,40	m³	1,57	54.184,47
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	471.784,51	m³xKm	1,06	500.091,58
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	69.024,80	m³xKm	1,26	86.971,25
5	-	Aterro Solos Moles (bermas laterais)		m³		
1.1.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	251.554,00	m³	2,24	563.480,96
1.1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	63.701,92	m²	1,18	75.168,26
1.1.3	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	251.554,00	m²	0,82	206.274,28
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	59.101,92	m²	0,35	20.685,67
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 2+300)	59.101,92	m²	2,00	118.203,84
8.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 2+300)	10,00	Unidade	104.598,92	1.045.989,20
8.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 1+698)	800,00	m²	73,39	58.715,77
	SUBTOTAL					**5.106.434,46**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 43 - Orçamento dos diques do Arroio Sapucaia - C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até Ø 15 cm, utilizando trator e esteiras	32.162,00	m²	0,32	10.291,84
3	-	Material importado de jazida	34.160,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	44.408,00	m³	15,98	709.639,84
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	34.160,00	m³	2,24	76.518,40
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	34.160,00	m³	4,94	168.750,40
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	44.408,00	m³	1,57	69.720,56
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	607.057,36	m³xKm	1,06	643.480,80
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	88.816,00	m³xKm	1,26	111.908,16
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	35.700,00	m²	3,11	111.027,00
4	-	Cut-off	7.400,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	9.620,00	m³	15,98	153.727,60
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	7.400,00	m³	2,24	16.576,00
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	7.400,00	m³	4,94	36.556,00
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	9.620,00	m³	1,57	15.103,40
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	131.505,40	m³xKm	1,06	139.395,72
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	19.240,00	m³xKm	1,26	24.242,40
5	-	Aterro Solos Moles (bermas laterais)		m³		
1.1.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	71.800,00	m³	2,24	160.832,00
1.1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	34.636,00	m²	1,18	40.870,48
1.1.3	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	71.800,00	m²	0,82	58.876,00
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	32.162,00	m²	0,35	11.256,70
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	32.162,00	m²	2,00	64.324,00
8.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 1+698)	10,00	Unidade	104.598,92	1.045.989,20
8.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 1+698)	800,00	m²	0,00	0,00
	SUBTOTAL					**3.669.086,51**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 44 - Orçamento do dique 1 - C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até Ø 15 cm, utilizando trator e esteiras	20.425,92	m²	0,32	6.536,29
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	18.027,92	m²	1,18	21.272,94
3	-	Material importado de jazida	31.485,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	40.930,50	m³	15,98	654.069,39
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	31.485,00	m³	2,24	70.526,40
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	31.485,00	m³	4,94	155.535,90
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	40.930,50	m³	1,57	64.260,89
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	559.519,94	m³xKm	1,06	593.091,13
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	81.861,00	m³xKm	1,26	103.144,86
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	19.386,00	m²	3,11	60.290,46
4	-	Cut-off	3.452,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.487,60	m³	15,98	71.711,85
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	3.452,00	m³	2,24	7.732,48
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.452,00	m³	4,94	17.052,88
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	4.487,60	m³	1,57	7.045,53
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	61.345,49	m³xKm	1,06	65.026,22
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	8.975,20	m³xKm	1,26	11.308,75
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	20.425,92	m²	0,35	7.149,07
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	20.425,92	m²	2,00	40.851,83
8.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 1+698)	0,00	Unidade	0,00	0,00
8.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 1+698)	0,00	m²	0,00	0,00
	SUBTOTAL					**1.956.606,87**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 45 - Orçamento do dique 2 - C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até Ø 15 cm, utilizando trator e esteiras	26.754,41	m²	0,32	8.561,41
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	23.820,41	m²	1,18	28.108,09
3	-	Material importado de jazida	45.414,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	59.038,20	m³	15,98	943.430,44
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	45.414,00	m³	2,24	101.727,36
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	45.414,00	m³	4,94	224.345,16
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	59.038,20	m³	1,57	92.689,97
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	807.052,19	m³xKm	1,06	855.475,33
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	118.076,40	m³xKm	1,26	148.776,26
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	25.594,00	m²	3,11	79.597,34
4	-	Cut-off	3.843,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.995,90	m³	15,98	79.834,48
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	3.843,00	m³	2,24	8.608,32
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.843,00	m³	4,94	18.984,42
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	4.995,90	m³	1,57	7.843,56
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	68.293,95	m³xKm	1,06	72.391,59
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	9.991,80	m³xKm	1,26	12.589,67
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	26.754,41	m²	0,35	9.364,04
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	26.754,41	m²	2,00	53.508,83
8.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 1+698)	0,00	Unidade	0,00	0,00
8.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 1+698)	0,00	m²	0,00	0,00
	SUBTOTAL					**2.745.836,28**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 46 - Orçamento do dique 3 - C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até Ø 15 cm, utilizando trator e esteiras	177.725,32	m²	0,32	56.872,10
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	160.581,32	m²	1,18	189.485,95
3	-	Material importado de jazida	358.882,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	466.546,60	m³	15,98	7.455.414,67
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	358.882,00	m³	2,24	803.895,68
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	358.882,00	m³	4,94	1.772.877,08
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	466.546,60	m³	1,57	732.478,16
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	6.377.692,02	m³xKm	1,06	6.760.353,54
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	933.093,20	m³xKm	1,26	1.175.697,43
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	172.758,00	m²	3,11	537.277,38
4	-	Cut-off	25.728,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	33.446,40	m³	15,98	534.473,47
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	25.728,00	m³	2,24	57.630,72
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	25.728,00	m³	4,94	127.096,32
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	33.446,40	m³	1,57	52.510,85
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	457.212,29	m³xKm	1,06	484.645,03
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primario (DMT = 2,0)	66.892,80	m³xKm	1,26	84.284,93
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	177.725,32	m²	0,35	62.203,86
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	177.725,32	m²	2,00	355.450,63
8.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 1+698)	0,00	Unidade	0,00	0,00
8.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 1+698)	0,00	m²	0,00	0,00
	SUBTOTAL					**21.242.647,80**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 47 - Orçamento itens relativos a projetos e apoio técnico das obras / Canoas e Esteio C2B

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		1.889.055,12
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		1.210.932,77
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		1.210.932,77
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		3.261.445,59
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		484.373,11
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		807.288,51
SUBTOTAL						**8.864.027,86**
TOTAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CANOAS / ESTEIO C2B (SEM BDI)						**89.592.879,07**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.3 Orçamento das Obras de Aprofundamento do Canal Secundário na BR-116

Para estimar os custos da melhoria da condutância do canal secundário do Rio dos Sinos sob a BR-116 e a melhoria do sistema de proteção existente na região com o incremento de altura dos diques foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado do Quadro 48 ao Quadro 53.

Quadro 48 - Orçamento das obras do canal secundário do Rio em S. Leopoldo

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	7.550	m³	2,24	16.912,00
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	7.560	m²	1,18	8.920,80
3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	7.950	m³	4,94	39.273,00
4	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	11.000	m³	4,94	54.340,00
5	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	2.863	m³	2,24	6.413,12
6	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	14.222	m³	15,98	227.267,56
7	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	14.222	m³	1,57	22.328,54
8	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 12,93)	183.890	m³xKm	1,06	194.923,89
9	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	28.444	m³xKm	1,26	35.839,44
10	SICRO 2306016	Estaca prancha metálica com utilização de 10 vezes - fornecimento, cravação e retirada com martelo hidráulico (perfil AZ 253 kg/m² (perfil AZ 50)	2.897.209	kg	5,53	16.021.567,21
11	SINAPI 72840	Transporte Comercial com Caminhão Carroceria 9 t (DMT=30 km) Transporte da Estaca	86.916	T x km	0,54	46.934,79
12	SINAPI 74034/001	Espalhamento de material de 1a categoria com trator de esteira com 153 hp	2.863	m³	1,53	4.380,39

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
13	SICRO 5605936	Tirante de barra de aço 750 mpa D = 32 mm ancorado na rocha com resina de poliéster - carga de trabalho permanente de 260kn - fornecimento, perfuração e instalação	3.499	m	106,18	371.523,82
14	SICRO 5605938	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm	3.499	m	14,16	49.545,84
15	SICRO 5605941	Forma em chapa metálica 1/8' para cabeça de tirantes com base de 40 x 40 cm, topo de 20 x 20 cm e altura de 30 cm - utilização de 50 vezes - confecção, instalação e retirada	700	unid.	4,79	3.353,00
16	SICRO 5605945	Ancoragem de tirante de barra de aço de D = 32 mm com grouteamento da cabeça	700	unid.	252,88	177.016,00
17	SICRO 1917018	Dragagem de areia média	132.118	m³	10,28	1.358.173,04
18	DAER 131	Espalhamento bota-fora	20.000	m³	1,48	29.600,00
19	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	45.807	m³	4,94	226.286,58
20	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	59.549	m³	15,98	951.594,62
21	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	59.549	m³	1,57	93.492,09
22	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 12,93)	769.970	m³xKm	1,06	816.168,05
23	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	119.098	m³xKm	1,26	150.063,73
24	DAER 839	Fornecimento rachão enchimento brita e camada bloqueio - exclusive transporte	1.908	m³	33,01	62.983,08
25	DAER 840	Execução rachão - exclusive mat e transporte	1.908	m³	3,63	6.926,04
26	DAER 8009	Transporte rachão Y=3,73Xs+1,59Xr+1,10Xp+2,32(Xs=1, Xr=10 e Xp=2 em km)	1.908	m³	1,75	3.339,00
27	SINAPI 92743	Muro de gabião, enchimento com pedra de mão tipo rachão, de gravidade, com gaiolas de comprimento igual a 2 metros, altura do muro de até 4metros - fornecimento e execução. Af_12/2015	5.887	m³	404,09	2.378.877,83
28	SINAPI 83665	Fornecimento e instalação de manta bidim RT - 14	4.771	m³	6,57	31.345,47
29	SICRO 1505877	Enrocamento com pedra de mão, inclusive espalhamento e compactação mecânica - fornecimento e assentamento	4.950	m³	77,81	385.159,50
30		Desapropriação				
30.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+950 a 1+200)	7.361	m²	455,84	3.355.580,10
30.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+950 a 1+200)	6	Unidade	103.614,18	621.685,07
30.3	Parametrização	Demolição (0+950 a 1+200)	480	m²	73,39	35.229,46
SUBTOTAL						**27.787.043,06**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 49 - Orçamento Itens complementares das obras do canal secundário do Rio em S. Leopoldo

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	7.560	m²	0,35	2.646,00
2	Estimativa	Projeto Executivo	2%	%		650.278,72
3	Estimativa	Licenciamentos	2%	%		416.845,34
4	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,5%	%		416.845,34
5	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		1.122.703,44
6	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		166.738,13
7	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		277.896,89
TOTAL DA OBRA DE MELHORIA DA CONDUTÂNCIA DO CANAL SECUNDÁRIO - SINOS						**30.840.996,92**
TOTAL COM BDI						**39.051.944,44**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 50 - Orçamento de Elevação Dique Existente Margem Esquerda - São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	7860,178	m²	0,32	2.515,26
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	6118,178	m²	1,18	7.219,45
3		Material importado de jazida	3630	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.719	m³	15,98	75.409,62
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	3.630	m³	2,24	8.131,20
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	64.509	m³xKm	1,06	68.379,25
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	9.438	m³xKm	1,26	11.891,88
3.5	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	4.719	m³	1,57	7.408,83
3.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.630	m³	4,94	17.932,20
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	3.895	m²	3,11	12.114,17
4	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	7860,178	m²	0,35	2.751,06
5		Desapropriação				
5.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 0+200)	605	m²	455,84	275.722,73
5.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 0+200)	5	Unidade	103.614,18	518.070,90
5.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 0+200)	400	m²	73,39	29.357,88
SUBTOTAL						**1.036.904,42**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 51 - Orçamento de Elevação Dique Existente Margem Direita - São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	24736,23	m^2	0,32	7.915,59
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	19458,23	m^2	1,18	22.960,71
3		Material importado de jazida	12656	m^3		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	16.453	m^3	15,98	262.915,74
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	12.656	m^3	2,24	28.349,44
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	224.910	m^3xKm	1,06	238.404,36
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	32.906	m^3xKm	1,26	41.461,06
3.5	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m^3/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m^3, Peso Operacional 11632 kg	16.453	m^3	1,57	25.830,90
3.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ moto niveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	12.656	m^3	4,94	62.520,64
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	11.802	m^2	3,11	36.704,12
4	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	24736,23	m^2	0,35	8.657,68
5		Desapropriação				
5.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+450 a 0+800 e 0+500 a 0+600 e 0+700 a 0+800 e 1+900 a 2+000)	479	m^2	455,84	218.470,56
5.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+450 a 0+800 e 0+500 a 0+600 e 0+700 a 0+800 e 1+900 a 2+000)	11	Unidade	103.614,18	1.139.755,97
5.3	Parametrização	Demolição (0+450 a 0+800 e 0+500 a 0+600 e 0+700 a 0+800 e 1+900 a 2+000)	880	m^2	73,39	64.587,34
SUBTOTAL						**2.158.534,11**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 52 - Orçamento de Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1		Elevação muro de concreto existente h=0,50m, e= 30cm				
1.1	SICRO 3806402	Limpeza em superfície de concreto com jateamento d'água sob pressão	2.636	m²	2,42	6.380,09
1.2	SICRO 1408024	Perfuração em concreto com coroa diamantada - d = 20 mm	4.056	m	136,93	555.388,08
1.3	SINAPI 84084	Apicoamento manual de superfície de concreto	608,40	m²	5,47	3.327,95
1.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015	334,62	m³	376,43	125.961,01
1.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	6.387,90	kg	8,04	51.358,68
1.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	261,00	kg	7,73	2.017,56
1.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	9.811,06	kg	6,28	61.613,45
1.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	20.004,19	kg	4,7	94.019,70
1.9	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	2.028,00	m²	48,77	98.905,56
1.10	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (dmt=20 km)	16.061,76	txkm	0,46	7.388,41
1.11	SINAPI 9537	Limpeza Final de Obra	2.028,00	m²	2,05	4.157,40
SUBTOTAL						**1.010.517,88**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 53 - Orçamento dos itens complementares às obras de elevação dos diques sob a BR-116

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade		Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		98.419,38
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		63.089,35
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		63.089,35
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		169.920,64
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		25.235,74
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		42.059,56
TOTAL OBRAS DE ELEVAÇÃO DOS DIQUES EXISTENTES EM SÃO LEOPOLDO SOB A BR-116						**4.667.770,43**
TOTAL COM BDI						**5.773.157,91**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.4 Orçamento das Obras do Dique de Nova Santa Rita

Para estimar os custos da construção do dique proposto em Nova Santa Rita foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado no Quadro 54 e Quadro 55.

Quadro 54 - Orçamento do Dique Nova Santa Rita

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	30.023,63	m²	0,32	9.607,56
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	26.627,63	m²	1,18	31.420,60
3	-	Material importado de jazida	48.800,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	63.440,00	m³	15,98	1.013.771,20
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	48.800,00	m³	2,24	109.312,00
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	48.800,00	m³	4,94	241.072,00
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	63.440,00	m³	1,57	99.600,80
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	867.224,80	m³xKm	1,06	919.258,29
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	126.880,00	m³xKm	1,26	159.868,80
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	28.735,02	m²	3,11	89.365,91
4	-	Cut-off	5.065,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	6.584,50	m³	15,98	105.220,31
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	5.065,00	m³	2,24	11.345,60
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	5.065,00	m³	4,94	25.021,10
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	6.584,50	m³	1,57	10.337,67
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	90.010,12	m³xKm	1,06	95.410,72
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	13.169,00	m³xKm	1,26	16.592,94
5	-	Colchão reno				
5.1	DAER 7076	Execução gabião colchão reno H=0,23m - inclusive transporte	1.163,00	m²	651,20	757.345,60
6	Paramet.	Casa de Bombas - 5+2R (450 CV)	3.150,00	CV		17.136.369,62
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	30.023,63	m²	0,35	10.508,27
8		Desapropriação				
8.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	26.419,20	m²	261,00	6.895.292,05
8.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 1+698)	37,00	Unidade	134.525,94	4.977.459,67
8.3	Paramet.	Demolição (0+000 a 1+698)	2.960,00	m²	73,39	217.248,33
	SUBTOTAL					**32.931.429,03**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 55 - Orçamento dos itens complementares às obras do Dique em Nova Santa Rita

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto executivo	2,34%	%		770.595,44
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		493.971,44
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		493.971,44
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		1.330.429,73
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		197.588,57
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		329.314,29
TOTAL OBRAS DO DIQUE PROPOSTO EM NOVA SANTA RITA						**36.547.299,94**
TOTAL COM BDI						**45.643.123,52**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.5 Orçamento das Obras dos Diques de Sapucaia do Sul

Para estimar os custos da construção dos diques propostos em Sapucaia do Sul foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado do Quadro 56 ao Quadro 58.

Quadro 56 - Orçamento dos diques -em Sapucaia do Sul (norte)

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	15.463,30	m^2	0,32	4.948,26
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	13.645,12	m^2	1,18	16.101,24
3	-	Material importado de jazida	23.782,88	m^3		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	30.917,74	m^3	15,98	494.065,55
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	23.782,88	m^3	2,24	53.273,65
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	23.782,88	m^3	4,94	117.487,43
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	30.917,74	m^3	1,57	48.540,86
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	422.645,56	m^3xKm	1,06	448.004,29
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	61.835,49	m^3xKm	1,26	77.912,71
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	14.134,00	m^2	3,11	43.956,74
4	-	Cut-off	2.787,26	m^3		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	3.623,44	m^3	15,98	57.902,54
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	2.787,26	m^3	2,24	6.243,46
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	2.787,26	m^3	4,94	13.769,06

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	3.623,44	m³	1,57	5.688,80
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	49.532,40	m³xKm	1,06	52.504,34
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	7.246,88	m³xKm	1,26	9.131,06
5	Parametrização	Casa de Bombas - 2+1R (41 CV) - 778 m³/h	123	CV		1.044.264,84
6	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	15.463,30	m²	0,35	5.412,16
7		Desapropriação				
7.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 0+909)	21.982,00	m²	483,49	10.628.097,08
7.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 0+909)	28	Unidade	104.598,92	2.928.769,77
7.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 0+909)	2.240,00	m²	73,39	164.404,15
	SUBTOTAL					**16.220.477,98**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 57 - Orçamento dos diques em Sapucaia do Sul (sul)

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	28.115,57	m²	0,32	8.996,98
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	25.035,57	m²	1,18	29.541,98
3	-	Material importado de jazida	47.795,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	62.133,50	m³	15,98	992.893,33
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	47.795,00	m³	2,24	107.060,80
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	47.795,00	m³	4,94	236.107,30
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	62.133,50	m³	1,57	97.549,60
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	849.364,95	m³xKm	1,06	900.326,84
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	124.267,00	m³xKm	1,26	156.576,42
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	23.943,00	m²	3,11	74.462,73
4	-	Cut-off	3.764,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.893,20	m³	15,98	78.193,34

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	3.764,00	m³	2,24	8.431,36
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.764,00	m³	4,94	18.594,16
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	4.893,20	m³	1,57	7.682,32
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	66.890,04	m³xKm	1,06	70.903,45
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	9.786,40	m³xKm	1,26	12.330,86
5	-	Muro de Concreto >3m	1.510,00	m		
5.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	4.110,80	m²	0,32	1.315,46
5.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	1.644,32	m²	1,18	1.940,30
5.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	1.630,80	m³	376,43	613.882,04
5.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,4m; l=0,4m)	845,60	m³	376,43	318.309,21
5.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	47.274,48	kg	8,04	380.086,79
5.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	1.931,59	kg	7,73	14.931,21
5.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	72.608,05	kg	6,28	455.978,54
5.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	12.213,60	kg	4,70	57.403,94
5.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	118.867,20	txkm	0,46	54.678,91
5.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=2,9m (0,8*H))	1.757,40	m	67,71	118.993,55

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	4.416,83	kg	7,49	33.082,04
5.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	459,35	txkm	0,84	385,85
5.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	287,09	m³	0,82	235,42
5.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	909,00	m³	376,43	342.174,87
5.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; l=0,4m)	145,44	m³	376,43	54.747,98
5.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	20.129,26	kg	8,04	161.839,25
5.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	822,46	kg	7,73	6.357,64
5.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	30.916,18	kg	6,28	194.153,62
5.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	5.200,50	kg	4,70	24.442,34
5.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	6.769,20	m²	48,77	330.133,88
5.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	50.613,12	txkm	0,46	23.282,04
5.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=1,60m)	1.757,40	m	67,71	118.993,55
5.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	4.416,83	kg	7,49	33.082,04
5.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMTt = 1 km	459,35	txkm	0,84	385,85
5.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	287,09	m³	0,82	235,42
6	-	Muro de Concreto <3m	840,00	m		

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
6.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	2.288,40	m²	0,32	732,29
6.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	915,36	m²	1,18	1.080,12
6.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	504,00	m³	376,43	189.720,72
6.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=0,8m; l=0,4m)	268,80	m³	376,43	101.184,38
6.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	14.752,75	kg	8,04	118.612,13
6.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	602,78	kg	7,73	4.659,52
6.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	22.658,50	kg	6,28	142.295,35
6.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	3.811,45	kg	4,70	17.913,81
6.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	37.094,40	txkm	0,46	17.063,42
6.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=1,60m)	490,10	m	67,71	33.184,67
6.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	1.231,76	kg	7,49	9.225,85
6.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	128,10	txkm	0,84	107,61
6.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	80,06	m³	0,82	65,65
7	Parametrização	Casa de Bombas - 4+2R (116 CV) - 2204 m³/h	696	CV		9.644.482,74
8	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	34.514,77	m²	0,35	12.080,17
9		Desapropriação				
9.1	Pesq. de mercado	Desapropriação	0,00	m²	597,47	0,00

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
9.2	Pesq. de mercado	Edificação	0	Unidade	89.075,18	0,00
9.3	Parametrização	Demolição	0,00	m²	73,39	0,00
	SUBTOTAL					**16.433.111,65**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 58 - Itens complementares e o total relativo às obras nos diques em Sapucaia do Sul

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade		Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		764.094,00
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		489.803,84
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,5%	%		489.803,84
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		1.319.205,02
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		195.921,54
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		326.535,90
TOTAL OBRAS DIQUES DE SAPUCAIA DO SUL						**36.238.953,78**
TOTAL COM BDI						**45.099.949,14**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.6 Orçamento das Obras dos Diques de São Leopoldo - Arroio Cerquinha

Para estimar os custos da elevação dos diques existentes em São Leopoldo no Arroio Cerquinha foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado do Quadro 59 ao Quadro 61.

Quadro 59 - Orçamento da elevação do dique do A. Cerquinha em São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	35.718,20	m²	0,32	11.429,83
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	29.468,20	m²	1,18	34.772,48
3	-	Material importado de jazida	28.485,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	37.030,50	m³	15,98	591.747,39
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	28.485,00	m³	2,24	63.806,40
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	506.206,94	m³xKm	1,06	536.579,35
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	74.061,00	m³xKm	1,26	93.316,86
3.5	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	37.030,50	m³	1,57	58.137,89

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
3.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	28.485,00	m³	4,94	140.715,90
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	28.597,88	m²	3,11	88.939,41
4	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	35.718,20	m²	0,35	12.501,37
5		Desapropriação				
5.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (1+600 a 1+800)	2.689,50	m²	455,84	1.225.990,37
5.2	Pesq. de mercado	Edificação (1+600 a 1+800)	12	Unidade	103.614,18	1.243.370,15
5.3	Parametrização	Demolição (1+600 a 1+800)	960,00	m²	73,39	70.458,92
	SUBTOTAL					**4.171.766,31**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 60 - Orçamento da elevação do dique do A. Cerquinha em São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	17.381,17	m²	0,32	5.561,97
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	13.721,17	m²	1,18	16.190,98
3	3.1	Material importado de jazida	9.200,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	11.960,00	m³	15,98	191.120,80
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	9.200,00	m³	2,24	20.608,00
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	163.493,20	m³xKm	1,06	173.302,79
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	23.920,00	m³xKm	1,26	30.139,20
3.5	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	11.960,00	m³	1,57	18.777,20
3.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	9.200,00	m³	4,94	45.448,00
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	13.272,00	m²	3,11	41.275,92
4	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	17.381,17	m²	0,35	6.083,41
5		Desapropriação				
5.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (1+600 a 1+830)	1.308,74	m²	455,84	596.582,38
5.2	Pesq. de mercado	Edificação (1+600 a 1+830)	11	Unidade	103.614,18	1.139.755,97
5.3	Parametrização	Demolição (1+600 a 1+830)	880,00	m²	73,39	64.587,34
SUBTOTAL						**2.349.433,97**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 61 - Itens complementares e o total relativo às obras do dique do A. Cerquinha

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		152.596,09
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		97.818,00
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		97.818,00
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		263.456,49
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		39.127,20
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		65.212,00
TOTAL OBRAS DE ELEVAÇÃO DOS DIQUES EXISTENTES NO ARROIO CERQUINHA - SÃO LEOPOLDO						**7.237.228,07**
TOTAL COM BDI						**8.874.097,05**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ Orçamento das Obras do Dique em São Leopoldo - Bairro Feitoria

Para estimar os custos da do dique proposto em São Leopoldo na margem esquerda do Rio dos Sinos no bairro Feitoria foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado nos Quadro 62 e Quadro 63 a seguir:

Quadro 62 - Orçamento do dique proposto no Bairro Feitoria em São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	71.119,63	m^2	0,32	22.758,28
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	62.639,63	m^2	1,18	73.914,76
3	-	Material importado de jazida	107.195,80	m^3		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	139.354,54	m^3	15,98	2.226.885,55
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	107.195,80	m^3	2,24	240.118,59
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	107.195,80	m^3	4,94	529.547,25
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	139.354,54	m^3	1,57	218.786,63
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	1.904.976,56	m^3xKm	1,06	2.019.275,16
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	278.709,08	m^3xKm	1,26	351.173,44
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	65.440,69	m^2	3,11	203.520,55
4	-	Cut-off	12.750,70	m^3		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	16.575,91	m^3	15,98	264.883,04
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	12.750,70	m^3	2,24	28.561,57

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	12.750,70	m³	4,94	62.988,46
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	16.575,91	m³	1,57	26.024,18
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	226.592,69	m³xKm	1,06	240.188,25
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	33.151,82	m³xKm	1,26	41.771,29
5	Paramet.	Casa de Bombas				
	Paramet.	Casa de Bombas nº 1 - 3+2R (400 CV)	2.000	CV		14.882.289,00
	Paramet.	Casa de Bombas nº 2 - 3+1R (400 CV)	1.600	CV		13.775.018,29
6	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	71.120	m²	0,35	24.891,87
7		Desapropriação				
7.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 0+909)	549,00	m²	455,84	250.258,04
7.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 0+909)	3	Unidade	103.614,18	310.842,54
7.3	Paramet.	Demolição (0+000 a 0+909)	360,00	m²	73,39	26.422,09
	SUBTOTAL					**35.820.118,83**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 63 - Itens complementares às obras do dique no Bairro Feitoria em São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		838.190,78
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		537.301,78
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		537.301,78
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		1.447.132,80
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		214.920,71
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		358.201,19
TOTAL						**39.753.167,87**
TOTAL COM BDI						**50.741.347,32**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Orçamento das Obras do Dique em Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande**

Para estimar os custos da do dique proposto em Novo Hamburgo na margem esquerda do Rio dos Sinos no bairro Lomba Grande foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado nos Quadro 64 e Quadro 65 a seguir:

Quadro 64 - Orçamento do dique proposto no Bairro Lomba Grande em Novo Hamburgo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	26.322,56	m²	0,32	8.423,22
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	23.682,56	m²	1,18	27.945,42
3	-	Material importado de jazida	50.472,10	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	65.614	m³	15,98	1.048.507,41
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	50.472	m³	2,24	113.057,50
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	50.472	m³	4,94	249.332,17
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	65.614	m³	1,57	103.013,56
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	896.940	m³xKm	1,06	950.756,07
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	131.227	m³xKm	1,26	165.346,60
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	21.844	m²	3,11	67.935,62
4	-	Cut-off	2.909,80	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	3.783	m³	15,98	60.448,19
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	2.910	m³	2,24	6.517,95
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	2.910	m³	4,94	14.374,41
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	3.783	m³	1,57	5.938,90
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	51.710	m³xKm	1,06	54.812,66
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	7.565	m³xKm	1,26	9.532,50
5	-	Muro de Concreto >3m	360	m		
5.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	982,80	m²	0,32	314,50
5.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	393,12	m²	1,18	463,88
5.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	432	m³	376,43	162.617,76
5.4	SINAPI 92722	Concretagem de vigas, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e	230,4	m³	376,43	86.729,47

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
		acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,6m; l=0,4m)				
5.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	12.645,22	kg	8,04	101.667,54
5.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	516,67	kg	7,73	3.993,87
5.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	19.421,57	kg	6,28	121.967,45
5.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	3.266,96	kg	4,7	15.354,70
5.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	31.795,20	txkm	0,46	14.625,79
5.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=3,2m (0,8*H))	233,6	m	67,71	15.817,06
5.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	587,10	kg	7,49	4.397,39
5.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. Dmt = 1 km	61,06	txkm	0,84	51,29
5.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	38,16	m³	0,82	31,29
5.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	219,00	m³	376,43	82.438,17
5.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; l=0,4m)	35,04	m³	376,43	13.190,11
5.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	4.849,62	kg	8,04	38.990,97
5.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	198,15	kg	7,73	1.531,71
5.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	7.448,45	kg	6,28	46.776,28
5.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	1.252,93	kg	4,7	5.888,75

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	1.617,20	m²	48,77	78.870,84
5.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	12.193,92	txkm	0,46	5.609,20
5.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Esclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas contraforte prof. Média=2,9m (0,8*H))	233,60	m	67,71	15.817,06
5.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	587,10	kg	7,49	4.397,39
5.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	61,06	txkm	0,84	51,29
5.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	38,16	m³	0,82	31,29
7	Parametrização	Casa de Bombas - 2+1R (21 CV)	63	CV		2.370.657,83
8	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	27.305	m²	0,35	9.556,88
9	-	Desapropriação				
9.1	Pesquisa mercado	Desapropriação	765	m²	497,38	380.499,48
9.2	Pesquisa mercado	Edificação	5	Unidade	106.189,46	530.947,32
9.3	Parametrização	Demolição	400	m²	73,39	29.357,88
	SUBTOTAL					**7.028.586,62**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 65 - Itens complementares e o total relativo às obras no B. Lomba Grande

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		164.468,93
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		105.428,80
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		105.428,80
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		283.954,90
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		42.171,52
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		70.285,87
TOTAL						**7.800.325,43**
TOTAL COM BDI						**9.885.415,17**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.7 Orçamento das Obras do Dique em Campo Bom - Bairro N

Para estimar os custos da do dique proposto em Campo Bom no Bairro N na margem direita do Rio dos Sinos foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado no Quadro 66 e no Quadro 67.

Quadro 66 - Orçamento do dique proposto no Bairro N em Campo Bom

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	15.918,01	m²	0,32	5.093,76
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	13.278,01	m²	1,18	15.668,05
3	-	Material importado de jazida	14.055,60	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	18.272	m³	15,98	291.991,03
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	14.056	m³	2,24	31.484,54
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/motoniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	14.056	m³	4,94	69.434,66
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	18.272	m³	1,57	28.687,48
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	249.782	m³xKm	1,06	264.768,99
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	36.545	m³xKm	1,26	46.046,15
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	9.361	m²	3,11	29.113,21
4	-	Cut-off	3.060,80	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	3.979	m³	15,98	63.585,06
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	3.061	m³	2,24	6.856,19
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/motoniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	3.061	m³	4,94	15.120,35
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	3.979	m³	1,57	6.247,09
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	54.393	m³xKm	1,06	57.657,09
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	7.958	m³xKm	1,26	10.027,18
5	-	Muro de Concreto >3m	280	m		
5.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	765,20	m²	0,32	244,86
5.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	306,08	m²	1,18	361,17
5.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	336,00	m³	376,43	126.480,48

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.4	SINAPI 92722	Concretagem de vigas, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,6m; l=0,4m)	179,20	m³	376,43	67.456,26
5.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	9.835,17	kg	8,04	79.074,75
5.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	401,86	kg	7,73	3.106,35
5.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	15.105,66	kg	6,28	94.863,57
5.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	2.540,97	kg	4,7	11.942,54
5.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	24.729,60	txkm	0,46	11.375,62
5.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Esclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=3,2m (0,8*H))	182,40	m	67,71	12.350,30
5.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	458,42	kg	7,49	3.433,57
5.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. Dmt = 1 km	47,68	txkm	0,84	40,05
5.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	29,80	m³	0,82	24,43
5.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	171,00	m³	376,43	64.369,53
5.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; l=0,4m)	27,36	m³	376,43	10.299,12
5.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	3.786,69	kg	8,04	30.445,01
5.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	154,72	kg	7,73	1.195,99
5.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	5.815,92	kg	6,28	36.523,95

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	978,31	kg	4,7	4.598,06
5.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	1.258,80	m²	48,77	61.391,68
5.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	9.521,28	txkm	0,46	4.379,79
5.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Esclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=3,2m (0,8*H))	182,40	m	67,71	12.350,30
5.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	458,42	kg	7,49	3.433,57
5.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. Dmt = 1 km	47,68	txkm	0,84	40,05
5.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	29,80	m³	0,82	24,43
7	Parametrização	Casa de Bombas				
7.1	Parametrização	Casa de Bombas nº 1 - 1+1R (11 CV)	22	CV		1.357.479,96
7.2	Parametrização	Casa de Bombas nº 2 - 1+1R (38 CV)	76	CV		2.618.448,61
8	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	16.683	m²	0,35	5.839,12
9	-	Desapropriação				
9.1	Pesquisa mercado	Desapropriação	294	m²	511,38	150.346,65
9.2	Pesquisa mercado	Edificação	2	Unidade	85.340,74	170.681,48
9.3	Parametrização	Demolição	160	m²	73,39	11.743,15
	SUBTOTAL					**5.896.125,28**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 67 - Itens complementares e o total relativo às obras do dique no Bairro N em Campo Bom

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		137.969,33
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		88.441,88
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		88.441,88
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		238.203,46
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		35.376,75
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		58.961,25
TOTAL						**6.543.519,83**
TOTAL COM BDI						**8.331.955,13**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.8 Orçamento das Obras dos Diques em Igrejinha

Para estimar os custos dos diques propostos em Igrejinha foram levantados os quantitativos através dos anteprojetos e os custos unitários com base em custos de referência como SINAPI, SICRO, entre outros conforme apresentado do Quadro 68 ao Quadro 72.

Quadro 68 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Esquerda (norte)

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	24.166,56	m²	0,32	7.733,30
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	21.696,56	m²	1,18	25.601,94
3	-	Material importado de jazida	45.175,80	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	58.728,54	m³	15,98	938.482,07
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	45.175,80	m³	2,24	101.193,79
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	45.175,80	m³	4,94	223.168,45
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	58.728,54	m³	1,57	92.203,81
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	802.819,14	m³xKm	1,06	850.988,29
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	117.457,08	m³xKm	1,26	147.995,92
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	23.025,56	m²	3,11	71.609,49
4	-	Cut-off	3.761,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.889,30	m³	15,98	78.131,01
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	3.761,00	m³	2,24	8.424,64
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.761,00	m³	4,94	18.579,34
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	4.889,30	m³	1,57	7.676,20
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	66.836,73	m³xKm	1,06	70.846,93
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	9.778,60	m³xKm	1,26	12.321,04
5	-	Muro de Concreto	1.248,06	m		
5.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	3.396,12	m²	0,32	1.086,76
5.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	1.358,45	m²	1,18	1.602,97

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	1.422,60	m³	376,43	535.509,32
5.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,2m; l=0,4m)	599,07	m³	376,43	225.507,47
5.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	38.593,66	kg	8,04	310.293,01
5.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	1.576,90	kg	7,73	12.189,45
5.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	59.275,33	kg	6,28	372.249,07
5.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	9.970,87	kg	4,70	46.863,09
5.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	97.040,10	txkm	0,46	44.638,45
5.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=2,0m)	500,00	m	67,71	33.855,00
5.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	1.256,64	kg	7,49	9.412,21
5.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	130,69	txkm	0,84	109,78
5.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	81,68	m³	0,82	66,98
5.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	750,00	m³	376,43	282.322,50
5.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; L=0,4m)	120,00	m³	376,43	45.171,60
5.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	16.608,30	kg	8,04	133.530,73
5.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	678,60	kg	7,73	5.245,58

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	25.508,40	kg	6,28	160.192,75
5.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	4.290,84	kg	4,70	20.166,95
5.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	5.593,02	m²	48,77	272.771,39
5.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	41.760,00	txkm	0,46	19.209,60
5.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas contraforte prof. Média=3m)	1.500,00	m	67,71	101.565,00
5.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	3.769,91	kg	7,49	28.236,63
5.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	392,07	txkm	0,84	329,34
5.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	245,04	m³	0,82	200,94
6	Parametrização	Casa de Bombas - 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	27.562,68	m²	0,35	9.646,94
8		Desapropriação				
8.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+280 a 0+440 e 1+020 a 1+785)	21.152,44	m²	337,17	7.132.030,27
8.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+280 a 0+440 e 1+020 a 1+785)	12	Unidade	75.848,86	910.186,30
8.3	Parametrização	Demolição (0+280 a 0+440 e 1+020 a 1+785)	960,00	m²	73,39	70.458,92
	SUBTOTAL					**18.908.109,37**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 69 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Direita (norte)

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	33.823,03	m²	0,32	10.823,37
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	30.933,03	m²	1,18	36.500,98
3	-	Material importado de jazida	79.882,70	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	103.847,51	m³	15,98	1.659.483,21
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	79.882,70	m³	2,24	178.937,25

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	79.882,70	m³	4,94	394.620,54
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	103.847,51	m³	1,57	163.040,59
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	1.419.595,46	m³xKm	1,06	1.504.771,19
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	207.695,02	m³xKm	1,26	261.695,73
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	32.976,37	m²	3,11	102.556,51
4	-	Cut-off	4.287,40	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	5.573,62	m³	15,98	89.066,45
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	4.287,40	m³	2,24	9.603,78
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	4.287,40	m³	4,94	21.179,76
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	5.573,62	m³	1,57	8.750,58
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	76.191,39	m³xKm	1,06	80.762,87
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	11.147,24	m³xKm	1,26	14.045,52
5	-	Muro de Concreto	987,13	m		
5.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	2.687,06	m²	0,32	859,86
5.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	1.074,82	m²	1,18	1.268,29
5.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	1.475,06	m³	376,43	555.256,08
5.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,5m; l=0,4m)	748,84	m³	376,43	281.884,34
5.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	42.454,14	kg	8,04	341.331,26
5.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	1.734,64	kg	7,73	13.408,75

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	65.204,57	kg	6,28	409.484,71
5.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	10.968,25	kg	4,70	51.550,75
5.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	106.746,91	txkm	0,46	49.103,58
5.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=2,5m)	494,00	m	67,71	33.448,74
5.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	1.241,56	kg	7,49	9.299,27
5.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	129,12	txkm	0,84	108,46
5.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	80,70	m³	0,82	66,18
5.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	594,00	m³	376,43	223.599,42
5.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; l=0,4m)	95,04	m³	376,43	35.775,91
5.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	13.153,77	kg	8,04	105.756,34
5.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	537,45	kg	7,73	4.154,50
5.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	20.202,65	kg	6,28	126.872,66
5.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	3.398,35	kg	4,70	15.972,22

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	4.424,87	m²	48,77	215.800,81
5.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	33.073,92	txkm	0,46	15.214,00
5.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas contraforte prof. Média=3m)	1.188,00	m	67,71	80.439,48
5.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	2.985,77	kg	7,49	22.363,41
5.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT = 1 km	310,52	txkm	0,84	260,84
5.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	194,08	m³	0,82	159,14
6	Parametrização	Casa de Bombas - 4+2R (335 CV)	2010	CV		14.907.037,90
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	36.510,09	m²	0,35	12.778,53
8		Desapropriação				
8.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 0+700 e 1+200 a 1+470 e 1+955 a 2+430)	30.134,22	m²	337,17	10.160.444,69
8.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 0+700 e 1+200 a 1+470 e 1+955 a 2+430)	21	Unidade	75.848,86	1.592.826,02
8.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 0+700 e 1+200 a 1+470 e 1+955 a 2+430)	1.680,00	m²	73,39	123.303,11
	SUBTOTAL					**33.925.667,56**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 70 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Esquerda Sul

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	51.128,71	m²	0,32	16.361,19
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	46.248,71	m²	1,18	54.573,48
3	-	Material importado de jazida	104.697,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	136.106,10	m³	15,98	2.174.975,48
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	104.697,00	m³	2,24	234.521,28
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	104.697,00	m³	4,94	517.203,18
3.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	136.106,10	m³	1,57	213.686,58

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	1.860.570,39	m³xKm	1,06	1.972.204,61
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	272.212,20	m³xKm	1,26	342.987,37
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	31.209,42	m²	3,11	97.061,30
4	-	Cut-off	12.108,50	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	15.741,05	m³	15,98	251.541,98
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m3	12.108,50	m³	2,24	27.123,04
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	12.108,50	m³	4,94	59.815,99
4.4	SINAPI 74010/001	Carga e Descarga Mecânica de Solo Utilizando Caminhão Basculante 6m³/16T e Pá Carregadeira Sobre Pneus 128HP, Capacidade da Caçamba 1,7 a 2,8 m³, Peso Operacional 11632 kg	15.741,05	m³	1,57	24.713,45
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	215.180,15	m³xKm	1,06	228.090,96
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	31.482,10	m³xKm	1,26	39.667,45
5	-	Material de transição	2.080,70	m³		
6	-	Colchão reno	10.379,00	m²	651,20	6.758.804,80
7	-	Muro de Concreto	3.013,25	m		
7.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	8.197,30	m²	0,32	2.623,14
7.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	3.278,92	m²	1,18	3.869,13
7.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	4.503,93	m³	376,43	1.695.414,37
7.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,5m; l=0,4m)	1.807,95	m³	376,43	680.566,62
7.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	120.493,79	kg	8,04	968.770,07
7.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	4.923,27	kg	7,73	38.056,85
7.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	185.064,32	kg	6,28	1.162.203,94
7.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	31.130,19	kg	4,70	146.311,90

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	302.970,24	txkm	0,46	139.366,31
7.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=2,8m)	3.376,80	m	67,71	228.643,13
7.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	8.486,82	kg	7,49	63.566,31
7.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT=1 km	882,63	txkm	0,84	741,41
7.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	551,64	m³	0,82	452,35
7.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	1.809,00	m³	376,43	680.961,87
7.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; l=0,4m)	289,44	m³	376,43	108.953,90
7.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	40.059,22	kg	8,04	322.076,13
7.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	1.636,78	kg	7,73	12.652,33
7.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	61.526,26	kg	6,28	386.384,92
7.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	10.349,51	kg	4,70	48.642,68
7.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	13.500,90	m²	48,77	658.438,89
7.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	100.725,12	txkm	0,46	46.333,56
7.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas contraforte prof. Média=3m)	3.618,00	m	67,71	244.974,78
7.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	9.093,03	kg	7,49	68.106,76
7.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT=1 km	945,67	txkm	0,84	794,37

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	591,05	m³	0,82	484,66
8	-	Casa de Bombas		CV		
8.1	Parametrização	Casa de Bombas nº 1 - 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
8.1.1	Parametrização	Casa de Bombas nº 2 - 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
8.1.2	Parametrização	Casa de Bombas nº 3 - 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
9	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	59.326,01	m²	0,35	20.764,10
10		Desapropriação				
10.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (1+811 a 2+220 e 3+068 a 3+757 e 4+120 a 5+462)	55.059,88	m²	337,17	18.564.703,81
10.2	Pesq. de mercado	Edificação (1+811 a 2+220 e 3+068 a 3+757 e 4+120 a 5+462)	27	Unidade	75.848,86	2.047.919,17
10.3	Parametrização	Demolição (1+811 a 2+220 e 3+068 a 3+757 e 4+120 a 5+462)	2.160,00	m²	73,39	158.532,57
	SUBTOTAL					**57.920.154,63**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 71 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha - Margem Direita Sul

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	18.386,94	m²	0,32	5.883,82
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	12.257,96	m²	1,18	14.464,39
3	-	Muro de Concreto	3.064,49	m		
3.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com arvores até ø 15cm, utilizando trator de esteiras	8.335,78	m²	0,32	2.667,45
3.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	3.334,31	m²	1,18	3.934,49
3.3	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)	4.943,01	m³	376,43	1.860.696,13
3.4	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,6m; l=0,4m)	1.961,27	m³	376,43	738.282,22
3.5	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	131.802,72	kg	8,04	1.059.693,84
3.6	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	5.385,34	kg	7,73	41.628,67
3.7	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	202.433,51	kg	6,28	1.271.282,43

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
3.8	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	34.051,91	kg	4,70	160.043,99
3.9	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	331.405,47	txkm	0,46	152.446,52
3.10	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas prof. Média=2,7m)	2.070,90	m	67,71	140.220,64
3.11	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	5.204,74	kg	7,49	38.983,50
3.12	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. DMT= 1 km	541,29	txkm	0,84	454,69
3.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	338,31	m³	0,82	277,41
3.14	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(contraforte - concreto armado - vol méd = 3m³)	1.839,00	m³	376,43	692.254,77
3.15	SINAPI 92722	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015(viga hméd=1,2m; l=0,4m)	294,24	m³	376,43	110.760,76
3.16	SINAPI 92916	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 6.3 mm - montagem. Af_12/2015	40.723,55	kg	8,04	327.417,35
3.17	SINAPI 92917	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 8.0 mm - montagem. Af_12/2015	1.663,93	kg	7,73	12.862,16
3.18	SINAPI 92919	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	62.546,60	kg	6,28	392.792,63
3.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	10.521,14	kg	4,70	49.449,36
3.20	SINAPI 92419	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções maior que 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	13.729,36	m²	48,77	669.581,08
3.21	SICRO 5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada (DMT=20 km)	102.395,52	txkm	0,46	47.101,94

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
3.22	SINAPI 90883	Estaca Escavada Mecanicamente, sem Fluido Estabilizante, com 40 cm de Diâmetro, até 9 m de Comprimento, Concreto Lançado por Caminhão Betoneira (Exclusive Mobilização e Desmobilização). AF_02/2015 (Estacas contraforte prof. Média=3m)	3.678,00	m	67,71	249.037,38
3.23	SICRO 2306076	Armação de estaca escavada ou parede diafragma em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	9.243,82	kg	7,49	69.236,23
3.24	SINAPI 72838	Transporte comercial com caminhão carroceria 9 t, rodovia com revestimento primário. Dmt = 1 km	961,36	txkm	0,84	807,54
3.25	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	600,85	m³	0,82	492,70
4	-	Casa de Bombas		CV		
4.1	Parametrização	Casa de Bombas nº 1 - 4+2R 384 CV	2304	CV		15.584.430,37
4.1.1	Parametrização	Casa de Bombas nº 1 - 4+2R 292 CV	1752	CV		14.225.354,62
5	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	18.386,94	m²	0,35	6.435,43
6		Desapropriação				
6.1	Pesq. de mercado	Desapropriação	919,35	m²	337,17	309.978,87
6.2	Pesq. de mercado	Edificação	0	Unidade	75.848,86	0,00
6.3	Parametrização	Demolição	0,00	m²	73,39	0,00
	SUBTOTAL					**38.238.953,36**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 72 - Orçamento dos itens relativo aos diques em Igrejinha

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		3.486.433,51
2	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		2.234.893,27
3	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		2.234.893,27
4	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		6.019.312,55
5	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		893.957,31
6	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		1.489.928,85
TOTAL OBRAS DOS DIQUES PROPOSTOS EM IGREJINHA						**165.352.303,69**
TOTAL COM BDI						**207.656.519,63**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.1 Orçamento das Melhorias no Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta

A melhoria proposta no sistema de monitoramento previsão e alerta de cheias que geram custos adicionais foi a melhor estruturação da rede hidrometeorológica da bacia, com a adição e modernização dos equipamentos.

Foi proposto um aprimoramento da rede de monitoramento da bacia, com a inclusão de novas estações de monitoramento pluviométrico e fluviométrico telemétrico, assim como a automatização e telemetrização de estações já existentes.

Para tanto, foram orçados os valores de instalação, e operação e manutenção.

A Sala de Situação do Departamento de Recursos Hídricos da SEMA que realiza o acompanhamento do monitoramento em tempo real, utiliza modelos de previsão e emite alertas de cheias já se encontra em funcionamento, portanto não se propõe um aumento de custos de funcionamento desse departamento do estado, somente a sua manutenção.

Por já ser um custo de manutenção existente e pelo fato da Sala de Situação ter como objetivo monitorar todos os possíveis desastres naturais do estado, essa quantificação não foi incluída no presente estudo.

Para estimar os custos de aprimoramento da rede hidrometeorológica, foram consultados valores de projetos semelhantes. Consideraram-se os custos de instalação em campo, aquisição de equipamentos, testes e comissionamento.

No Quadro 73 está apresentado o levantamento dos custos.

Quadro 73 - Levantamento de custos de instalação de estações hidrometeorológicas

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Instalação de estação fluviométrica	un	4	R$ 40.000,00	R$ 160.000,00
Instalação de estação pluviométrica	un	3	R$ 30.000,00	R$ 90.000,00
TOTAL				**R$ 250.000,00**
TOTAL COM BDI				**R$ 320.525,00**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7.2 Resumo

Quadro 74 - Levantamento de custos de implementação das intervenções consolidadas

Item	Descrição	Valor sem BDI	Valor dos serviços com BDI 28,21%	Valor do fornecimento de materiais ou diferenciados com BDI 19,35%	Valor dos itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico com BDI 15,38%	Valor TOTAL com BDI
1	**Zoneamento com desapropriações**					**129.834.095,01**
1.1	Desapropriações	98.413.989,74		117.457.096,76		117.457.096,76
1.2	Avaliação dos Imoveis (1%)	984.139,90			1.135.500,61	1.135.500,61
1.3	Demolições e Transporte ate 30 km	3.980.928,95	5.103.949,00			5.103.949,00
1.4	Parque Linear	4.803.890,80	5.944.021,82		193.526,82	6.137.548,64
2	**Diques de proteção Baixo Sinos**					**327.628.916,96**
2.1	Canoas/Esteio (C2B)	89.592.879,07	107.399.688,28	3.251.472,98	3.576.766,02	114.227.927,28
2.2	Alargamento Sinos	30.840.996,92	33.073.830,71	4.746.865,98	1.231.247,74	39.051.944,44
2.3	Elevação dos diques de São Leopoldo	4.667.770,43	3.018.373,09	2.568.436,05	186.348,77	5.773.157,91
2.4	Dique Nova Santa Rita	36.547.299,94	30.013.937,09	14.170.129,17	1.459.057,26	45.643.123,52
2.5	Diques Sapucaia do Sul	36.238.953,78	27.473.081,24	16.180.120,58	1.446.747,33	45.099.949,14
2.6	Elevação dos diques do Arroio Cerquinha	7.237.228,07	3.565.667,67	5.019.501,61	288.927,78	8.874.097,05
2.7	Dique São Leopoldo Feitoria	39.753.167,87	48.484.630,47	669.673,53	1.587.043,32	50.741.347,32
2.8	Dique Novo Hamburgo	7.800.325,43	8.486.195,41	1.087.811,76	311.408,00	9.885.415,17
2.9	Dique Campo Bom - Bairro N	6.543.519,83	7.687.574,80	383.147,08	261.233,25	8.331.955,13
3	**Diques de proteção Médio Sinos**					**207.656.519,63**
3.1	Diques Igrejinha	165.352.303,69	152.458.213,41	48.597.039,39	6.601.266,84	207.656.519,63
5	**Sistema de monitoramento, previsão e alerta**					**320.525,00**
5.1	Melhoria da rede de monitoramento	250.000,00	320.525,00			320.525,00
TOTAL Cenário Consolidado		**533.007.394,41**	**433.029.687,98**	**214.131.294,88**	**18.279.073,75**	**665.440.056,61**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.8 Fluxo de Caixa das Soluções Consolidadas

A elaboração do Fluxo de caixa tem por objetivo a determinação do Valor Presente Líquido (VPL) - que é apurado descontando-se a série de saldos de cada período de projeção através de uma taxa de juros, neste estudo definida como 12,0% dos investimentos a serem realizados na implementação das soluções consolidadas, assim como dos custos de operação e manutenção.

O fluxo de caixa pode ser organizado em três categorias: Fluxo de Caixa Operacional, Fluxo de Caixa dos Investimentos e Fluxo de Caixa Financeiro.

No caso presente é aplicado de forma direta o Fluxo de Caixa dos Investimentos.

No Quadro 75 apresentam-se a alternativa consolidada que considera as soluções por diques e a solução em conjunto que compreende os investimentos em desapropriações, revitalização da área com parques e sistema de alerta.

Quadro 75 - Intervenções consolidadas na Bacia - Fluxo de caixa de investimentos

FLUXO DE CAIXA - BACIA DO SINOS Preços Econômicos (R$/Janeiro de 2018)	
Custo total das Ações	665.440.056,61
Custo anual total O&M por Alternativa	22.383.118
Fator médio de conversão a preços econômicos	84,09%
Prazo para conclusão da obra (em anos)	5
Percentual da obra implantado anualmente	20,00%
Taxa de desconto	12%
Anos	30

ANO	Investimento Anual Desapropriação e demais (Cenário Consolidado)	Custo Anual Sistema de Alerta (Cenário Consolidado)	Custo Anual Implantação Dique Nova Santa Rita	Custo Anual Implantação Dique BR-448	Custo Anual Implantação Dique Sapucaia do Sul	Custo Anual Melhoria Diques Cerquinha	Custo Anual Melhoria canal sob BR-116 e Diques São Leopoldo	Custo Anual Implantação Dique São Leopoldo Feitoria	Custo Anual Implantação Dique Novo Hamburgo Lomba Grande	Custo Anual Implantação Dique Campo Bom - Bairro N	Custo Anual Implantação Diques Igrejinha	Custo Anual O&M (Cenário Consolidado)	Custo Total Anual (Cenário Consolidado)
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	21.971.712,16	53.906,80	7.676.389,65	19.211.175,99	7.585.037,05	1.492.470,75	7.538.812,54	8.533.823,35	1.662.557,09	1.401.291,79	34.924.260,99	-	111.915.591,43
2020	21.971.712,16	53.906,80	7.676.389,65	19.211.175,99	7.585.037,05	1.492.470,75	7.538.812,54	8.533.823,35	1.662.557,09	1.401.291,79	34.924.260,99	4.476.623,66	116.392.215,08
2021	21.971.712,16	53.906,80	7.676.389,65	19.211.175,99	7.585.037,05	1.492.470,75	7.538.812,54	8.533.823,35	1.662.557,09	1.401.291,79	34.924.260,99	8.953.247,31	120.868.838,74
2022	21.971.712,16	53.906,80	7.676.389,65	19.211.175,99	7.585.037,05	1.492.470,75	7.538.812,54	8.533.823,35	1.662.557,09	1.401.291,79	34.924.260,99	13.429.870,97	125.345.462,40
2023	21.971.712,16	53.906,80	7.676.389,65	19.211.175,99	7.585.037,05	1.492.470,75	7.538.812,54	8.533.823,35	1.662.557,09	1.401.291,79	34.924.260,99	17.906.494,63	129.822.086,05
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2046	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
2048	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.383.118,29	22.383.118,29
VP	79.203.105,13	194.321,95	27.671.666,73	69.251.990,03	27.342.361,04	5.380.023,04	27.175.732,02	30.762.523,34	5.993.146,24	5.051.343,28	125.894.144,89	128.251.036,73	531.681.697,37

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo de análise multicritério dos cenários desenvolvidos se mostrou uma abordagem satisfatória para a escolha das melhores soluções para a resolução dos problemas nos diferentes locais da bacia, mitigando em termos gerais os efeitos das inundações com as menores contrapartidas possíveis em termos sociais, ambientais e econômicas.

Foram consolidadas as alternativas mais viáveis nos diferentes critérios analisados, apresentados os seus orçamentos e o fluxo de caixa de desembolso consolidado.

O estudo demonstrou que nas diversas regiões impactadas pelos eventos de cheias, quando avaliados os TR de 5 a 100 anos, as alternativas estruturais de pôlderes nas regiões mais urbanizadas se mostraram as soluções mais econômicas e com menores externalidades com algumas exceções.

Combinadas ao zoneamento do restante da planície de inundação, ao monitoramento, previsão e alerta e a implementação de seguros, formam o Cenário consolidado proposto para a mitigação das cheias.

No que tange as externalidades da construção dos pôlderes, foram avaliadas no quesito aumento da lâmina d'água e da área de inundação com a implantação dos diques em comparação ao cenário sem a estrutura, conforme relatado no PRODUTO 12.

O incremento de lâmina d'água foi limitado a 30 cm em comparação ao cenário base para que nenhuma região fosse preterida para a resolução de problemas de outra.

O caso mais complexo na avaliação multicritério é a região do Baixo Sinos em que se avaliou a criação de pôlderes em Nova Santa Rita, na margem direita do Rio dos Sinos e em Canoas e Esteio, na margem esquerda.

Ambas as estruturas necessárias para a proteção das regiões têm um potencial para o aumento de lâmina frente a um evento de maiores magnitudes (TR 100 anos).

Por isso, para a implementação tanto de um pôlder em Nova Santa Rita, quanto um pôlder em Canoas e Esteio devem ocorrer de forma conjunta para que não haja externalidades indesejadas.

Cabe destacar que as soluções de alargamento e aprofundamento do Rio dos Sinos sob a BR-116 e da elevação dos diques em São Leopoldo na mesma região se mostram uma alternativa necessária, sem que tenham sido levantadas outras possibilidades para o problema em questão.

Apesar de haver tal proteção, os estudos hidrodinâmicos apresentaram resultados não satisfatórios quanto ao nível de segurança da cota em que se encontram os diques na região e, por isso, é fortemente recomendado que tais soluções sejam levadas adiante.

O sistema de monitoramento, previsão e alerta já é uma realidade em fase de operação, no entanto, ainda sendo implementado e melhorado, uma vez que há no estado uma Sala de Situação para a emissão de alerta em operação conjunta com a defesa civil.

Portanto, esse estudo apresenta sugestões para a melhoria da rede existente de forma a melhor alimentar com dados de entrada os modelos os quais já se encontram em operação. Dessa forma, espera-se que os informes de alertas sejam cada vez mais acurados e com maior tempo de antecedência.

Recomenda-se, assim, a contínua operação da rede, através de manutenções regulares, a contínua calibração do modelo de previsão e a consolidação da parceria SEMA e Defesa Civil.

Em relação aos sistemas de seguro de cobertura de inundações, acredita-se que seja uma alternativa viável para o não incentivo a novas ocupações em áreas com frequente inundação uma vez baseado em risco, assim como o incentivo a desocupaçao das áreas já ocupadas, caso seja obrigatório.

Recomenda-se ao Estado a avaliação dos quesitos legais para a efetiva implementação das modalidades de seguro sugeridas no estudo.

O Plano de Ação apresentará a ordem de prioridade e a cronologia que deverão seguir as obras para que se obtenham os resultados mais satisfatórios da solução a ser consolidada.

A partir dos orçamentos realizados para cada intervenção, e da avaliação econômica dos prejuízos evitados se poderão avaliar o benefício gerado e a contrapartida.

No Plano de Ação também serão recomendados os estudos subsequentes a este, nas etapas de projeto básico e executivo.

5 ANEXOS

A seguir são apresentados os anexos que complementam o presente relatório. A plataforma HEC (Hydrologic Engineering Center), desenvolvida pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers) foi utilizada para simulação do comportamento da bacia quando sujeita a eventos de cheias devido a chuvas de diferentes tempos de retorno, adotando o módulo hidrológico HEC-HMS em conjunto com o modelo com o módulo hidráulico HEC-RAS.

Para a realização dessas simulações foi necessária a definição de diversos parâmetros de entrada dos modelos. Inicialmente foi necessário subdividir a bacia em diferentes subbacias. A Figura 42 e a Figura 43 apresentam os mapas da nomenclatura dos elementos hidrológicos simulados no modelo (sub-bacias e trechos) respectivamente.

Os principais parâmetros de entrada dos modelos por subbacias são o uso do solo e o grau de impermeabilidade.

Para retratar a modificação no uso do solo e no grau de impermeabilidade do solo causado devido à expansão da área urbana, foi necessário atribuir valores para o coeficiente CN e para as taxas de impermeabilização de cada uma das 120 sub-bacias adotadas no modelo hidrológico considerando a expansão urbana projetada.

O Quadro 76 mostra em tabelas os valores de CN e das taxas de impermeabilização estimados para a ocupação tendencial. Já a Figura 44 mostra em mapa a espacialização do coeficiente CN final adotado sub-bacia e a Figura 45 mostra o mapa da impermeabilização adotada por sub-bacia, respectivamente.

Como resultados das simulações hidrológicas das cheias, foram geradas diferentes vazões para cada trecho simulado. O Quadro 77 e o Quadro 78 apresentam os resultados para o Cenário Tendencial das vazões para os diversos tempos de retorno analisados por sub-bacia e por trecho respectivamente.

A Figura 46 à Figura 50 apresentam os mapas com a informação das vazões de cheia do Cenário Tendencial. A partir destas parametrizações, foi possível estimar as áreas inundadas para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, nas condições atuais de ocupação e no cenário tendencial.

A área de escopo da modelagem hidrodinâmica é apresentada na Figura 51. Já os dados planialtimétricos utilizados são apresentados na Figura 52 e o coeficiente de rugosidade de Manning na Figura 53.

Os mapas dos resultados das simulações hidrodinâmicas são apresentados na Figura 54 (Articulação dos Mapas), na Figura 55 à Figura 79 (Geral) e, por fim, na Figura 80 à Figura 103 (Detalhes).

Os resultados de zoneamento definem as regras para a ocupação das áreas com risco de inundação. Os resultados utilizando os critérios adotados são apresentados na Figura 104 (Articulação dos Mapas), na Figura 105 à Figura 108 (Geral) e, por fim, na Figura 109 à Figura 126 (Detalhes).

Os Anteprojetos das obras propostas são expostos dos anexos 5.5.2 ao 5.5.10. A seguir a relação de figuras e quadros expostos no presente relatório relativos aos anexos das intervenções consolidadas:

Quadros

- Quadro 76 - Parâmetros Hidrológicos CN e % impermeável
- Quadro 77 - Vazões de Cheia para TR5, 10, 25, 50 e 100 anos nas sub-bacias
- Quadro 78 - Vazões de Cheia para TR5, 10, 25, 50 e 100 anos nos trechos

Figuras

- Figura 42 - Nomenclatura dos componentes hidrológicos utilizados no modelo: bacias
- Figura 43 - Nomenclatura dos componentes hidrológicos utilizados no modelo: trechos
- Figura 44 - Cenário 0 - Classificação do coeficiente CN para as sub-bacias do modelo
- Figura 45 - Cenário 0 - Percentual de impermeabilização na bacia do Sinos
- Figura 46 - Vazões com TR 5 anos
- Figura 47 - Vazões com TR 10 anos
- Figura 48 - Vazões com TR 25 anos
- Figura 49 - Vazões com TR 50 anos
- Figura 50 - Vazões com TR 100 anos
- Figura 51 - Escopo da área de modelagem hidrodinâmica
- Figura 52 - Dados planialtimétricos utilizados
- Figura 53 - Coeficiente de Rugosidade de Manning
- Figura 54 - Articulação dos Mapas de Inundação
- Figura 55 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral
- Figura 56 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral
- Figura 57 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral
- Figura 58 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral
- Figura 59 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral
- Figura 60 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral
- Figura 61 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral
- Figura 62 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral
- Figura 63 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral
- Figura 64 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral
- Figura 65 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral
- Figura 66 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral
- Figura 67 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral
- Figura 68 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral
- Figura 69 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral
- Figura 70 - Riozinho - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral
- Figura 71 - Riozinho - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral
- Figura 72 - Riozinho - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral
- Figura 73 - Riozinho - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral
- Figura 74 - Riozinho - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral
- Figura 75 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral
- Figura 76 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral
- Figura 77 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral
- Figura 78 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral
- Figura 79 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral
- Figura 80 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1
- Figura 81 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2
- Figura 82 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3

- Figura 83 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 4
- Figura 84 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 5
- Figura 85 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 6
- Figura 86 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 7
- Figura 87 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8
- Figura 88 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9
- Figura 89 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 10
- Figura 90 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 11
- Figura 91 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 12
- Figura 92 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 13
- Figura 93 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 14
- Figura 94 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 15
- Figura 95 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16
- Figura 96 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17
- Figura 97 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18
- Figura 98 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19
- Figura 99 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20
- Figura 100 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 21
- Figura 101 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 22
- Figura 102 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 23
- Figura 103 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 24
- Figura 104 - Articulação dos Mapas de Zoneamento
- Figura 105 - Zoneamento - Rio dos Sinos - Situação Geral
- Figura 106 - Zoneamento - Rio Paranhana - Situação Geral
- Figura 107 - Zoneamento - Rios Areia e Rolante - Situação Geral
- Figura 108 - Zoneamento - Formadores - Situação Geral
- Figura 109 - Zoneamento - Detalhe Área 1
- Figura 110 - Zoneamento - Detalhe Área 2
- Figura 111 - Zoneamento - Detalhe Área 3
- Figura 112 - Zoneamento - Detalhe Área 4
- Figura 113 - Zoneamento - Detalhe Área 5
- Figura 114 - Zoneamento - Detalhe Área 6
- Figura 115 - Zoneamento - Detalhe Área 7
- Figura 116 - Zoneamento - Detalhe Área 8
- Figura 117 - Zoneamento - Detalhe Área 9
- Figura 118 - Zoneamento - Detalhe Área 10
- Figura 119 - Zoneamento - Detalhe Área 11
- Figura 120 - Zoneamento - Detalhe Área 12
- Figura 121 - Zoneamento - Detalhe Área 13
- Figura 122 - Zoneamento - Detalhe Área 14
- Figura 123 - Zoneamento - Detalhe Área 15
- Figura 124 - Zoneamento - Detalhe Área 16
- Figura 125 - Zoneamento - Detalhe Área 17
- Figura 126 - Zoneamento - Detalhe Área 18
- Figura 127 - Localização das intervenções consolidadas Baixo Sinos - Planta Baixa 1/2
- Figura 128 - Localização das intervenções consolidadas Médio Sinos - Planta Baixa 2/2
- Figura 129 - CANOAS E ESTEIO / Planta Baixa
- Figura 130 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Dique 01, 02 e 03
- Figura 131 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Diques Sapucaia
- Figura 132 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Diques Esteio
- Figura 133 - CANOAS E ESTEIO / Seção Tipo Corta-Dreno BR-448
- Figura 134 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Diques 01, 02 e 03

- Figura 135 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Diques Sapucaia
- Figura 136 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Diques Esteio
- Figura 137 - CANOAS E ESTEIO / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas - Corta-Dreno BR-448
- Figura 138 - CANAL Secundário do Sinos / Planta Baixa
- Figura 139 - CANAL Secundário do Sinos / Seção Tipo
- Figura 140 - CANAL Secundário dos Sinos / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 141 - NOVA SANTA RITA / Dique / Planta Baixa
- Figura 142 - NOVA SANTA RITA / Dique / Seção Tipo
- Figura 143 - NOVA SANTA RITA / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 144 - SAPUCAIA DO SUL / Diques Norte e Sul / Planta Baixa
- Figura 145 - SAPUCAIA DO SUL / Diques Norte e Sul / Seção Tipo
- Figura 146 - SAPUCAIA DO SUL / Diques Norte e Sul / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 147 - DIQUE CERQUINHA / Margem Esq. e Direita / Planta Baixa
- Figura 148 - DIQUE CERQUINHA / Margem Esq. e Direita / Seção Tipo
- Figura 149 - DIQUE CERQUINHA / Margem Esq. e Direita / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 150 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Planta Baixa
- Figura 151 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Seção Tipo
- Figura 152 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 153 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Planta Baixa
- Figura 154 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Seção Tipo
- Figura 155 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro - Volumes e Áreas
- Figura 156 - CAMPO BOM - BAIRRO N / Dique-Muro / Planta Baixa
- Figura 157 - CAMPO BOM - BAIRRO N / Dique-Muro / Seção Tipo
- Figura 158 - CAMPO BOM - BAIRRO N / Dique-Muro / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 159 - IGREJINHA ME NORTE / Dique / Planta Baixa
- Figura 160 - IGREJINHA ME NORTE / Dique / Seção Tipo
- Figura 161 - IGREJINHA ME NORTE / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 162 - IGREJINHA ME SUL / Dique / Planta Baixa
- Figura 163 - IGREJINHA ME SUL / Dique / Seção Tipo
- Figura 164 - IGREJINHA ME SUL / Dique / Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
- Figura 165 - Mapa de Perigo Consolidado

5.1 Resultados Hidrológicos para o Cenário Tendencial

Quadro 76 - Parâmetros Hidrológicos CN e % impermeável

Sub-Bacias	CN	% Imperm.	Sub-Bacias	CN	% Imperm.
AS01	59	0%	**BS78**	71	6%
AS02	69	0%	**BS79**	82	18%
AS03	70	1%	**BS80**	84	24%
AS04	70	0%	**BS81**	91	42%
AS05	72	1%	**BS82**	88	44%
AS06	71	0%	**BS83**	84	8%
AS07	77	0%	**BS84**	89	35%
AS08	77	0%	**BS85**	79	6%
AS09	70	1%	**BS86**	72	4%
AS10	71	1%	**BS87**	89	38%
AS11	75	7%	**BS88**	81	3%
AS12	78	0%	**BS89**	82	18%
AS13	72	0%	**BS90**	94	60%
AS14	94	28%	**BS91**	86	23%
AS15	70	2%	**BS92**	89	45%
AS16	66	2%	**BS93**	90	47%
AS17	77	0%	**BS94**	86	26%
AS18	71	0%	**BS95**	93	45%
AS19	69	0%	**BS96**	95	51%
AS20	69	2%	**BS97**	75	5%
AS21	69	3%	**BS98**	88	35%
AS22	74	7%	**BS99**	95	50%
AS23	92	29%	**MS26**	92	29%
AS24	70	3%	**MS27**	78	1%
AS25	72	3%	**MS28**	77	0%
BS100	93	48%	**MS29**	81	7%
BS101	87	32%	**MS30**	78	3%
BS102	89	33%	**MS31**	73	5%
BS103	82	22%	**MS32**	77	10%
BS104	89	41%	**MS33**	77	5%
BS105	85	22%	**MS34**	74	6%
BS106	73	3%	**MS35**	89	34%
BS107	86	31%	**MS36**	72	1%
BS108	73	3%	**MS37**	82	20%
BS109	78	12%	**MS38**	90	38%
BS110	75	9%	**MS39**	91	29%
BS111	71	2%	**MS40**	90	4%
BS112	71	2%	**MS41**	89	36%
BS113	92	24%	**MS42**	84	25%
BS114	75	5%	**MS43**	87	16%
BS115	84	10%	**MS44**	77	6%
BS116	74	2%	**MS45**	69	0%
BS117	86	38%	**MS46**	93	48%
BS118	87	36%	**MS47**	94	54%
BS119	92	54%	**MS48**	74	2%
BS120	84	19%	**MS49**	94	54%
BS121	90	45%	**MS50**	76	10%
BS64	77	11%	**MS51**	75	2%
BS65	88	30%	**MS52**	77	2%
BS66	76	10%	**MS53**	77	2%
BS67	73	7%	**MS54**	73	6%
BS68	87	33%	**MS55**	74	6%
BS69	88	30%	**MS56**	77	4%
BS70	87	34%	**MS57**	78	4%
BS71	70	3%	**MS58**	71	4%
BS72	78	16%	**MS59**	70	5%
BS73	80	18%	**MS60**	71	7%
BS74	84	24%	**MS61**	70	3%
BS75	90	43%	**MS62**	71	2%
BS76	71	2%	**MS63**	71	3%
BS77	70	2%			

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 77 - Vazões de Cheia para TR 5, 10, 25, 50 e 100 nas sub-bacias

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
MAS01	10,1	11,7	14,0	16,2	18,6
MAS02	3,6	4,1	5,0	5,7	6,6
MAS03	4,1	4,7	5,6	6,5	7,5
MAS04	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2
MAS05	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
MAS06	3,3	3,8	4,6	5,3	6,0
MAS07	2,2	2,5	3,1	7,3	22,5
MAS08	5,1	5,9	7,1	25,7	47,0
MAS09	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2
MAS10	1,6	1,8	2,2	2,6	2,9
MAS11	1,9	2,1	2,6	3,0	3,4
MAS12	1,8	2,1	2,5	8,1	22,8
MAS13	1,9	2,1	2,6	3,0	3,4
MAS14	1,6	2,0	2,5	3,0	3,4
MAS15	4,9	5,6	6,7	7,8	8,9
MAS16	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2
MAS17	14,4	18,6	25,3	31,3	38,4
MAS18	19,5	26,6	39,7	50,8	63,9
MAS19	6,7	9,3	13,9	18,2	23,2
MAS20	7,8	12,0	18,9	25,0	32,2
MAS21	1,5	1,7	5,8	9,2	12,6
MAS22	9,1	10,7	15,6	20,5	25,2
MAS23	5,9	7,9	11,0	13,8	17,0
MAS24	1,0	1,2	4,4	6,5	8,9
MAS25	1,7	1,6	2,3	3,0	3,7
MBS100	8,8	10,6	13,6	16,2	19,1

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
MBS101	8,0	9,8	12,2	14,9	17,8
MBS102	8,3	10,2	13,3	16,1	19,3
MBS103	11,2	12,9	17,3	20,3	24,1
MBS104	9,3	11,3	14,9	18,5	22,4
MBS105	17,0	19,6	26,2	32,4	38,6
MBS106	5,5	6,3	7,5	8,7	10,0
MBS107	14,7	16,9	20,5	24,9	29,5
MBS108	16,0	18,4	22,1	25,5	29,3
MBS109	7,8	9,0	10,8	12,9	22,0
MBS110	16,1	18,6	22,4	25,8	29,7
MBS111	19,6	22,6	27,2	31,3	36,1
MBS112	14,7	16,9	20,3	23,4	26,9
MBS113	8,4	9,7	12,3	14,5	16,9
MBS114	17,9	20,6	24,9	28,6	32,9
MBS115	32,8	37,7	45,5	52,6	85,5
MBS116	28,4	32,7	39,4	45,4	63,6
MBS117	24,5	30,0	38,4	47,2	58,1
MBS118	44,1	53,7	69,7	83,8	103,6
MBS119	6,5	7,9	10,1	12,0	14,2
MBS120	10,3	11,9	14,3	16,7	19,6
MBS121	16,1	19,2	23,9	29,5	36,5
MBS64	0,8	1,2	2,9	4,0	5,2
MBS65	1,1	1,3	1,8	2,2	2,6
MBS66	1,5	2,0	3,0	3,8	4,8
MBS67	4,9	6,6	9,6	12,3	15,5
MBS68	1,8	2,2	2,8	3,4	4,1

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
MBS69	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5
MBS70	2,6	3,3	4,4	5,4	6,6
MBS71	0,8	0,9	1,3	3,4	5,2
MBS72	0,8	1,2	3,1	4,3	5,7
MBS73	1,3	1,8	2,7	3,4	4,3
MBS74	2,4	3,1	4,2	5,2	6,4
MBS75	0,9	1,1	1,4	1,8	2,1
MBS76	23,9	27,4	43,5	54,1	66,4
MBS77	12,4	14,3	21,2	26,6	32,8
MBS78	13,2	16,8	23,1	28,8	35,5
MBS79	7,7	8,9	11,7	14,3	17,3
MBS80	5,8	7,0	9,1	10,9	13,1
MBS81	12,2	14,6	18,4	21,8	25,7
MBS82	7,9	9,3	11,5	13,4	15,6
MBS83	30,9	30,9	37,8	44,3	51,7
MBS84	20,8	24,5	30,3	35,4	41,3
MBS85	13,1	15,7	19,9	23,7	28,1
MBS86	48,7	57,6	71,6	84,8	100,4
MBS87	14,7	17,3	21,4	25,0	29,1
MBS88	30,1	33,9	41,4	48,1	56,0
MBS89	13,6	16,6	21,3	25,5	30,3
MBS90	18,8	21,7	26,3	30,4	35,0
MBS91	34,4	40,4	49,8	58,1	67,7
MBS92	30,9	36,4	44,9	52,4	60,9
MBS93	36,2	42,3	51,8	60,2	69,8
MBS94	26,0	30,7	38,0	44,5	51,9

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
MBS95	22,0	25,9	31,9	37,1	43,1
MBS96	19,8	23,0	28,0	32,4	37,4
MBS97	48,6	42,8	52,0	61,0	71,4
MBS98	46,8	55,1	68,0	79,5	92,4
MBS99	15,1	17,7	21,8	25,4	29,4
MMS26	3,2	3,8	4,8	5,7	6,6
MMS27	43,5	54,7	72,1	87,8	105,6
MMS28	50,5	63,7	84,2	102,5	123,5
MMS29	23,3	28,6	36,9	44,1	52,4
MMS30	32,4	40,4	52,9	64,0	76,8
MMS31	55,9	70,6	95,4	116,8	142,1
MMS32	20,3	25,3	33,2	40,1	48,1
MMS33	6,1	7,6	10,0	12,2	14,5
MMS34	7,5	7,1	9,3	11,4	13,9
MMS35	6,8	8,4	10,8	12,9	15,2
MMS36	13,5	16,9	22,1	27,0	32,6
MMS37	3,2	7,5	9,5	11,6	14,2
MMS38	1,3	2,5	3,5	4,3	5,2
MMS39	1,8	2,2	3,0	3,6	4,3
MMS40	1,5	1,9	2,5	3,0	3,5
MMS41	2,5	3,1	4,0	4,8	5,8
MMS42	8,9	11,1	14,8	17,8	21,3
MMS43	2,2	2,7	3,6	4,4	5,3
MMS44	8,9	11,1	14,5	17,5	20,9
MMS45	19,6	24,9	33,1	40,5	48,9
MMS46	2,5	3,0	3,7	4,3	5,1

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
MMS47	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6
MMS48	3,1	3,9	5,1	6,2	7,4
MMS49	1,1	1,3	1,7	1,9	2,3
MMS50	6,6	8,2	10,9	13,3	15,9
MMS51	12,3	15,2	19,6	23,6	28,2
MMS52	9,7	12,1	15,6	18,8	22,4
MMS53	5,4	6,6	8,5	10,2	12,1
MMS54	5,1	6,6	8,7	10,8	13,1
MMS55	12,8	16,1	21,5	26,3	31,7
MMS56	11,9	14,8	19,9	24,3	29,4
MMS57	8,6	10,8	14,2	17,3	20,7
MMS58	1,5	2,1	3,0	3,8	4,7
MMS59	4,2	5,5	7,8	9,8	12,1
MMS60	0,9	3,1	5,1	6,7	8,6
MMS61	10,5	14,0	19,6	24,6	30,5
MMS62	6,9	8,7	11,6	14,2	17,1
MMS63	3,6	7,2	11,0	14,4	18,3

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 78 - Vazões de Cheia para TR 5, 10, 25, 50 e 100 nos trechos

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
RAS01	5,8	11,7	14,0	16,2	26,3
RAS02	0,7	13,5	17,4	20,8	39,7
RAS03	8,8	23,3	30,1	54,5	122,3
RAS04	0,7	2,4	2,9	3,3	6,1
RAS05	11,4	15,8	19,4	42,1	84,9
RAS06	10,5	13,5	16,7	39,0	77,7
RAS07	7,6	12,2	14,7	37,4	82,5
RAS08	1,7	4,5	6,1	11,9	30,8
RAS09	0,0	2,2	2,9	8,4	26,2
RAS10	14,2	21,2	27,7	57,9	113,9
RAS11	13,0	18,7	29,1	62,1	120,8
RAS12	42,6	65,8	97,0	124,4	183,1
RAS13	23,0	54,5	78,9	100,3	206,6
RAS14	61,2	85,2	126,7	163,9	257,7
RAS15	65,4	84,8	124,6	163,3	237,5
RAS16	69,9	90,7	132,0	174,2	249,1
RBS40	410,2	518,7	691,6	846,7	1038,0
RBS41	13,2	18,2	25,7	34,4	45,3
RBS42	12,0	17,9	25,5	32,3	49,9
RBS43	9,3	12,9	18,2	23,0	33,9
RBS44	423,5	537,3	718,8	883,3	1088,3
RBS45	4,2	6,0	8,3	10,3	14,5
RBS46	431,6	609,7	819,0	1006,3	1303,0
RBS47	27,0	38,2	48,5	57,9	81,8
RBS48	20,9	30,6	38,5	45,6	68,2

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
RBS49	482,5	625,1	836,9	1028,0	1278,5
RBS50	484,3	630,2	843,6	1035,9	1288,6
RBS51	488,3	630,2	843,6	1035,9	1281,2
RBS52	24,6	40,5	50,5	59,4	91,0
RBS53	64,1	76,2	94,3	111,0	159,9
RBS54	496,2	625,1	839,1	1032,2	1253,3
RBS55	499,2	628,7	843,9	1038,1	1260,4
RBS56	97,8	137,6	169,2	197,0	292,7
RBS57	42,3	98,1	120,8	140,8	246,0
RBS58	25,3	49,6	60,5	70,2	111,8
RBS59	516,9	650,0	871,6	1071,5	1300,3
RBS60	51,3	97,3	120,0	140,5	237,8
RBS61	537,4	676,0	905,5	1112,4	1365,7
RBS62	539,1	676,0	905,5	1112,4	1357,3
RBS63	8,6	34,5	43,5	46,9	59,3
RBS64	560,7	705,0	945,5	1161,0	1424,7
RBS65	630,4	804,3	1066,2	1304,3	1585,5
RBS66	656,4	832,6	1101,2	1346,0	1638,0
RBS67	674,3	832,6	1101,2	1346,0	1635,4
RBS68	698,7	855,9	1130,6	1381,1	1690,9
RBS69	699,9	855,9	1130,6	1381,1	1689,6
RBS70	804,5	1004,1	1320,5	1606,8	2004,9
RBS71	68,4	91,8	116,5	144,1	181,4
RBS72	29,1	45,0	57,2	70,2	89,3
RBS73	11,0	30,0	37,0	44,5	71,2

Subbacia	TR 5	TR 10	TR 25	TR 50	TR 100
RBS74	52,6	74,8	96,2	111,2	180,6
RGUAIBA	822,2	1004,1	1320,5	1606,8	1966,5
RMS17	83,5	115,4	164,8	213,9	340,4
RMS18	226,6	288,3	374,6	452,3	555,0
RMS19	220,6	277,1	360,1	435,0	526,7
RMS20	216,1	274,1	356,2	430,3	528,8
RMS21	1,8	5,0	6,5	7,8	13,9
RMS22	207,2	260,4	338,6	409,4	492,9
RMS23	202,3	255,0	331,9	401,7	490,0
RMS24	184,7	231,0	302,1	365,6	448,8
RMS25	170,8	225,9	296,1	358,6	474,0
RMS26	148,9	186,2	244,0	295,6	354,7
RMS27	55,9	69,2	89,7	108,1	129,0
RMS28	64,2	118,5	156,4	190,3	351,2
RMS29	319,7	404,3	538,6	660,0	826,8
RMS30	326,4	415,0	552,5	676,5	852,8
RMS31	336,0	428,3	569,7	697,0	881,6
RMS32	7,5	15,1	19,8	23,9	39,2
RMS33	4,5	6,1	7,8	9,3	13,2
RMS34	355,1	448,5	596,3	729,1	907,7
RMS35	390,3	494,3	657,6	804,1	1002,3
RMS36	397,9	506,2	674,1	824,6	1034,4
RMS37	404,7	517,8	689,9	844,3	1063,1
RMS38	26,0	38,3	50,9	62,0	90,2
RMS39	17,5	31,0	41,5	50,7	83,5

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

5.2 Mapas de Resultados Hidrológicos para o Cenário 0

N

0 4 8 12 16 20 km

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

encop

ENGENHARIA MJ

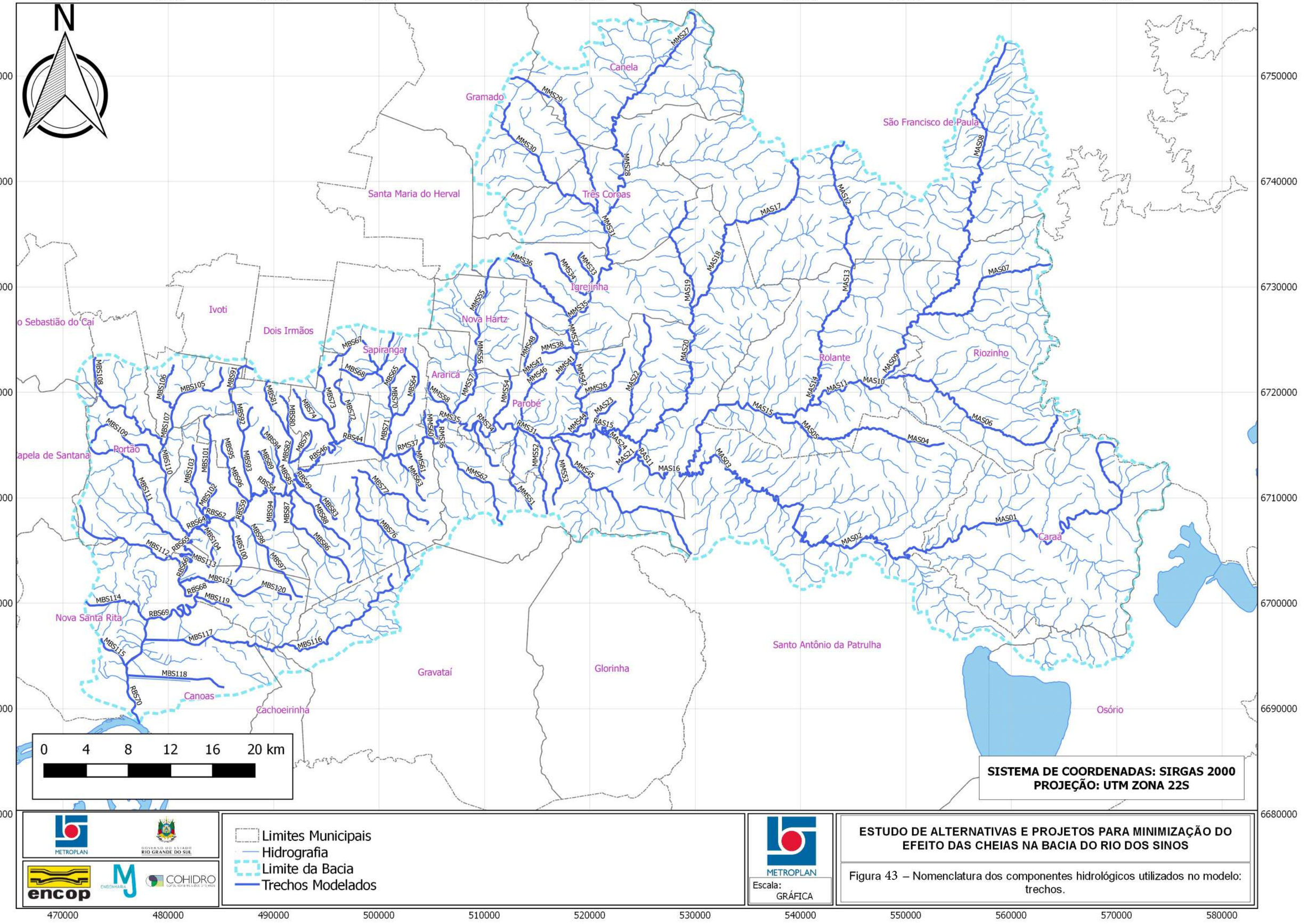
COHIDRO

Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia
SubBacias

METROPLAN
Escala: GRÁFICA

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 42 – Nomenclatura dos componentes hidrológicos utilizados no modelo: bacias.


N
470000
480000
490000
500000
510000
520000
530000
540000
550000
560000
570000
580000
6750000
6740000
6730000
6720000
6710000
6700000
6690000
6680000
Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
Nova Hartz
Ivoti
Dois Irmãos
Sapiranga
Araricá
Parobé
Rolante
Riozinho
Portão
Nova Santa Rita
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Caraá
Osório
0 4 8 12 16 20 km
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia
Trechos Modelados
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
METROPLAN
Escala: GRÁFICA
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 43 – Nomenclatura dos componentes hidrológicos utilizados no modelo: trechos.

N

470000 480000 490000 500000 510000 520000 530000 540000 550000 560000 570000 580000

6750000 6740000 6730000 6720000 6710000 6700000 6690000 6680000 6670000

Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
Ivoti
São Sebastião do Caí
Dois Irmãos
Nova Hartz
Sapiranga
Arari
Rolante
Riozinho
Parobé
Taquara
Campo Bom
Capela de Santana
Portão
Novo Hamburgo
São Leopoldo
Caraá
Nova Santa Rita
Esteio
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Osório

MS27 MS28 MS29 MS30 MS31 MS32 MS34 MS35 MS36 MS37 MS38 MS39 MS40 MS41 MS42 MS43 MS44 MS45 MS47 MS48 MS49 MS51 MS52 MS54 MS55 MS56 MS58 MS59 MS60 MS61 MS62 MS63

AS01 AS02 AS03 AS04 AS05 AS06 AS07 AS08 AS09 AS10 AS11 AS12 AS13 AS14 AS15 AS16 AS17 AS18 AS19 AS20 AS21 AS22 AS24 AS25 AS26

BS64 BS65 BS67 BS68 BS69 BS70 BS71 BS73 BS74 BS75 BS76 BS77 BS78 BS79 BS80 BS81 BS82 BS84 BS85 BS86 BS87 BS88 BS89 BS90 BS91 BS92 BS93 BS94 BS95 BS96 BS97 BS98 BS100 BS101 BS103 BS104 BS105 BS106 BS107 BS108 BS110 BS111 BS112 BS113 BS114 BS115 BS116 BS117 BS118 BS119 BS120 BS121

0 4 8 12 16 20 km

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

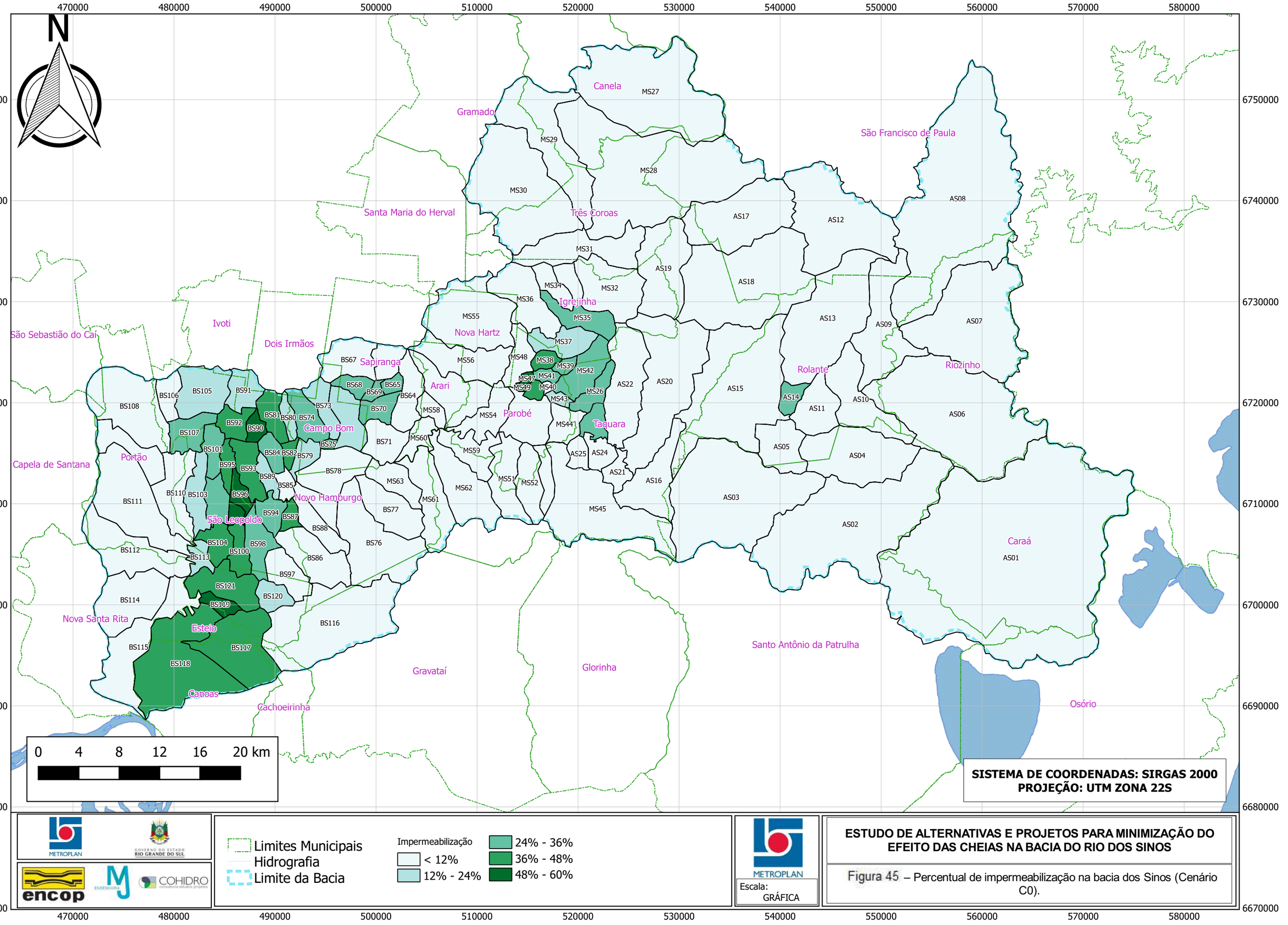
Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia

CN
< 70
70 - 80
80 - 85
> 85

METROPLAN
Escala: GRÁFICA

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 44 – Classificação do coeficiente CN para as sub-bacias do modelo (cenário C0).



ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 45 – Percentual de impermeabilização na bacia dos Sinos (Cenário C0).

N

TR 5 ANOS (m³/s)
- 0 - 5
- 5 - 35
- 35 - 70
- 70 - 120
- 120 - 250
- 250 - 600
- 600 - 900
- 900 - 1200
- 1200 - 1600
- 1600 - 1943

Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
São Sebastião do Caí
Ivoti
Dois Irmãos
Nova Hartz
Sapiranga
Arari
Parobé
Taquara
Rolante
Riozinho
Capela de Santana
Portão
Novo Hamburgo
Nova Santa Rita
Esteio
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Caraá
Osório

0 4 8 12 16 20 km

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN | GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL | encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia

METROPLAN
Escala: GRÁFICA

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 46 – Vazões com TR 5 anos para o cenário C0

TR 10 ANOS (m³/s)

- 0 - 5
- 5 - 35
- 35 - 70
- 70 - 120
- 120 - 250
- 250 - 600
- 600 - 900
- 900 - 1200
- 1200 - 1600
- 1600 - 1943

Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
São Sebastião do Caí
Ivoti
Dois Irmãos
Nova Hartz
Sapiranga
Arari
Parobé
Taquara
Rolante
Riozinho
Capela de Santana
Portão
Novo Hamburgo
Caraá
Nova Santa Rita
Esteio
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Osório

0 4 8 12 16 20 km

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

METROPLAN
Escala: GRÁFICA

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 47 – Vazões com TR 10 anos para o cenário C0

TR 25 ANOS (m³/s)

- 0 - 5
- 5 - 35
- 35 - 70
- 70 - 120
- 120 - 250
- 250 - 600
- 600 - 900
- 900 - 1200
- 1200 - 1600
- 1600 - 1943

Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
São Sebastião do Caí
Ivoti
Dois Irmãos
Nova Hartz
Sapiranga
Arari
Parobé
Taquara
Rolante
Riozinho
Capela de Santana
Portão
Novo Hamburgo
Nova Santa Rita
Esteio
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Caraá
Osório

0 4 8 12 16 20 km

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

METROPLAN
Escala: GRÁFICA

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 48 – Vazões com TR 25 anos para o cenário C0

460000 470000 480000 490000 500000 510000 520000 530000 540000 550000 560000 570000 580000

6760000 6750000 6740000 6730000 6720000 6710000 6700000 6690000 6680000 6670000

N

TR 50 ANOS (m³/s)
- 0 - 5
- 5 - 35
- 35 - 70
- 70 - 120
- 120 - 250
- 250 - 600
- 600 - 900
- 900 - 1200
- 1200 - 1600
- 1600 - 1943

Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
São Sebastião do Caí
Ivoti
Dois Irmãos
Nova Hartz
Sapiranga
Arari
Parobé
Taquara
Rolante
Riozinho
Capela de Santana
Portão
Novo Hamburgo
Caraá
Nova Santa Rita
Esteio
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Osório

MS27 MS28 MS29 MS30 MS31 MS32 MS34 MS35 MS36 MS37 MS38 MS39 MS41 MS42 MS43 MS44 MS45 MS46 MS47 MS48 MS51 MS52 MS54 MS55 MS56 MS58 MS59 MS60 MS61 MS62 MS63

AS01 AS02 AS03 AS04 AS05 AS06 AS07 AS08 AS09 AS10 AS11 AS12 AS13 AS14 AS15 AS16 AS17 AS18 AS19 AS20 AS21 AS22 AS24 AS25 AS26

BS64 BS65 BS67 BS68 BS69 BS70 BS71 BS72 BS73 BS74 BS75 BS76 BS77 BS78 BS79 BS81 BS84 BS85 BS86 BS87 BS88 BS89 BS90 BS91 BS92 BS93 BS94 BS95 BS96 BS97 BS98 BS99 BS100 BS101 BS103 BS104 BS105 BS106 BS107 BS108 BS110 BS111 BS112 BS113 BS114 BS115 BS116 BS117 BS118 BS119 BS120 BS121

0 4 8 12 16 20 km

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

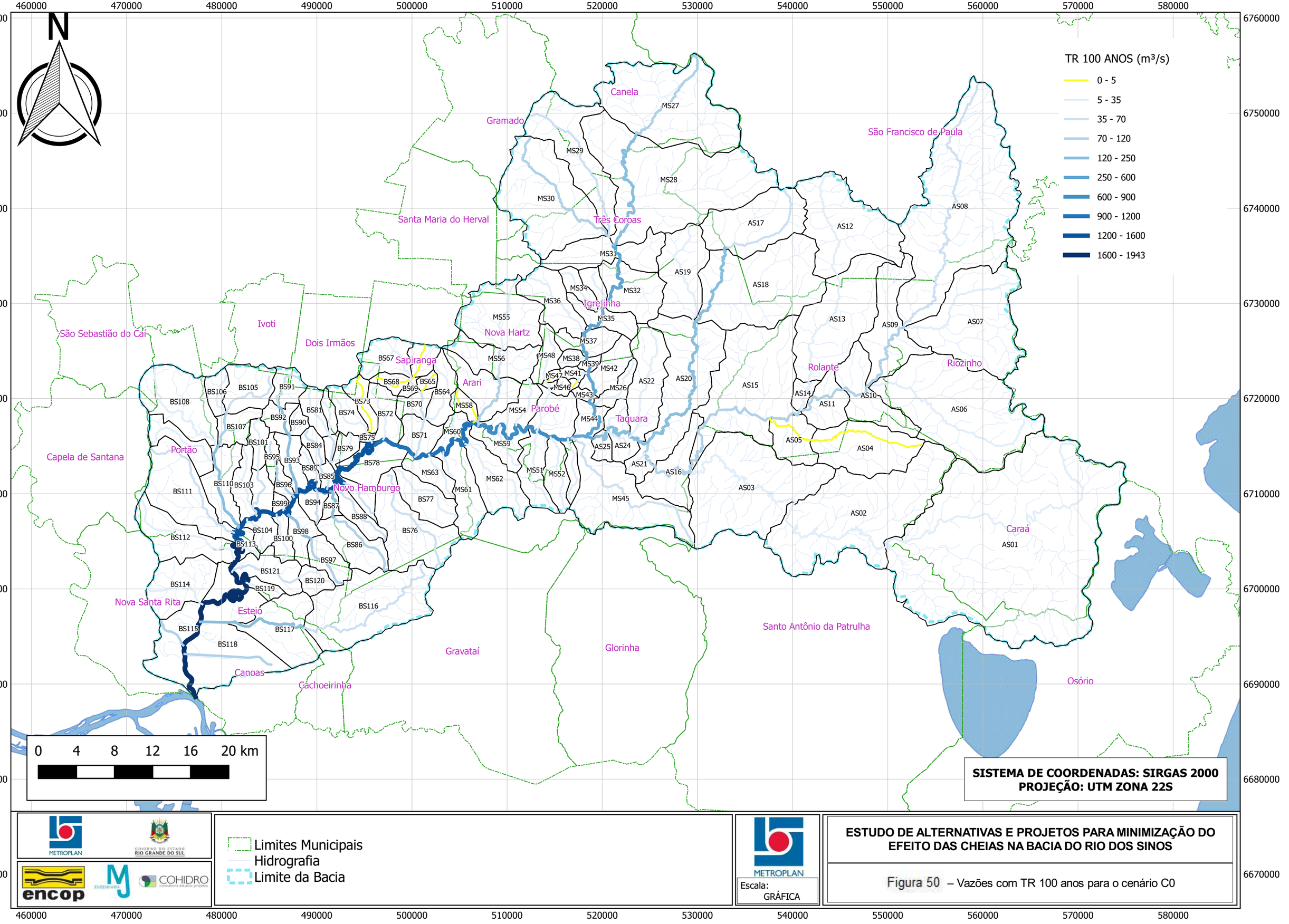
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia

METROPLAN
Escala: GRÁFICA

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 49 – Vazões com TR 50 anos para o cenário C0


TR 100 ANOS (m³/s)
0 - 5
5 - 35
35 - 70
70 - 120
120 - 250
250 - 600
600 - 900
900 - 1200
1200 - 1600
1600 - 1943
N
0 4 8 12 16 20 km
Limites Municipais
Hidrografia
Limite da Bacia
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Canela
Gramado
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
Igrejinha
Ivoti
São Sebastião do Caí
Dois Irmãos
Nova Hartz
Sapiranga
Arari
Parobé
Taquara
Rolante
Riozinho
Capela de Santana
Portão
Novo Hamburgo
Caraá
Nova Santa Rita
Esteio
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
Glorinha
Santo Antônio da Patrulha
Osório
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
METROPLAN
Escala: GRÁFICA
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 50 – Vazões com TR 100 anos para o cenário C0

5.3 Mapas de Inundação para Cenário Consolidado

Figura 51 - Escopo da área de modelagem hidrodinâmica

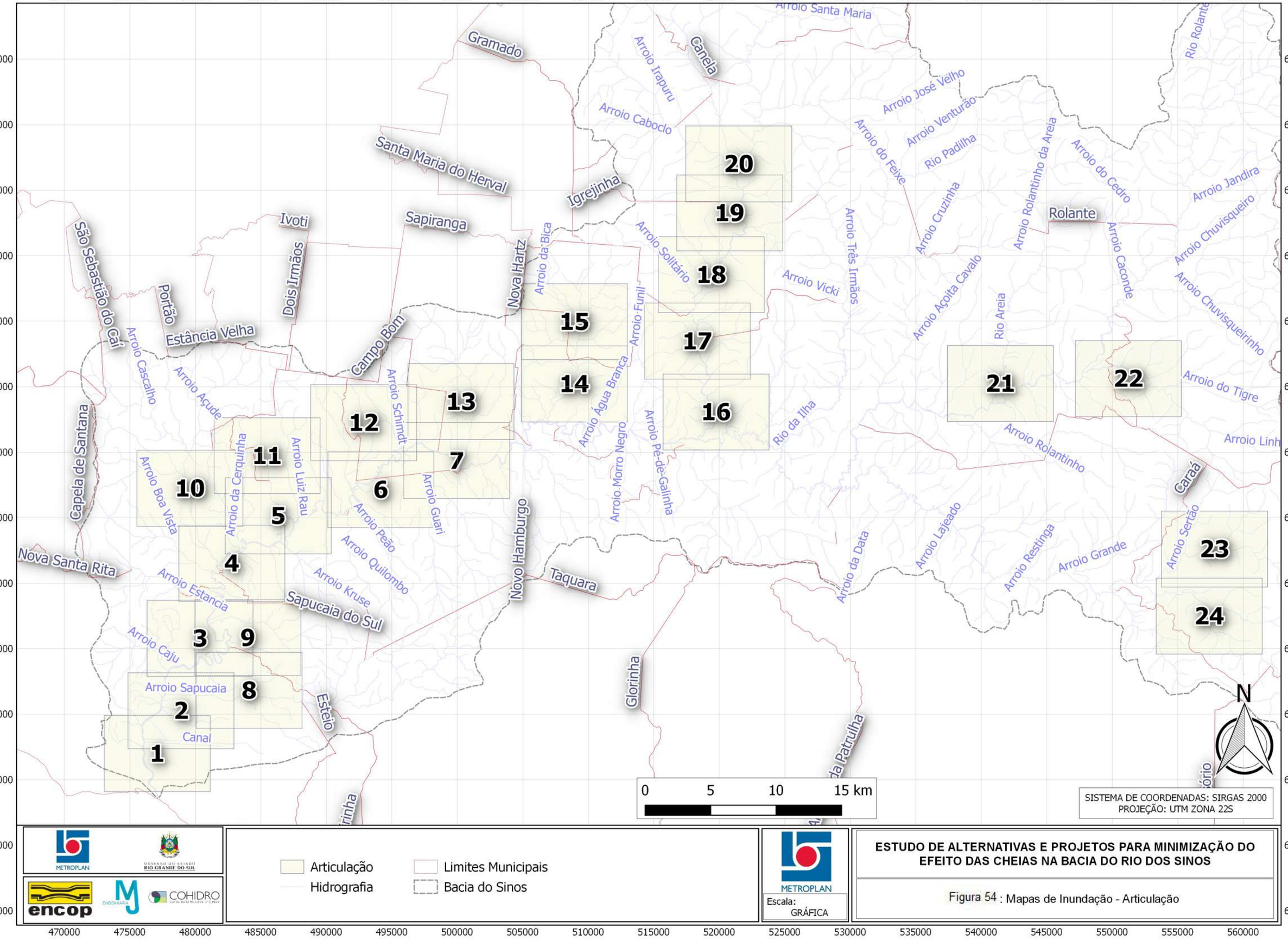
Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

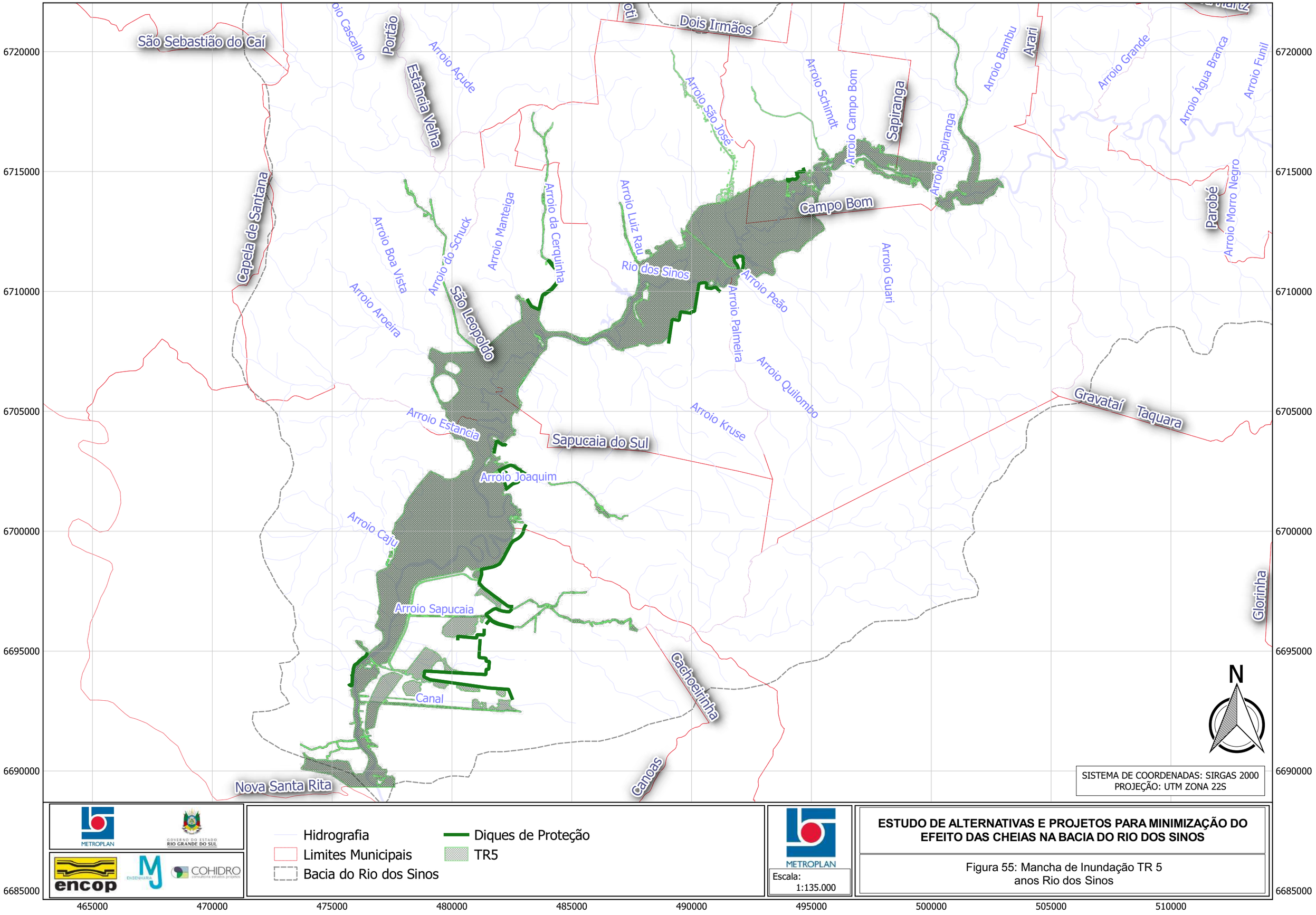
Figura 52 - Dados planialtimétricos utilizados

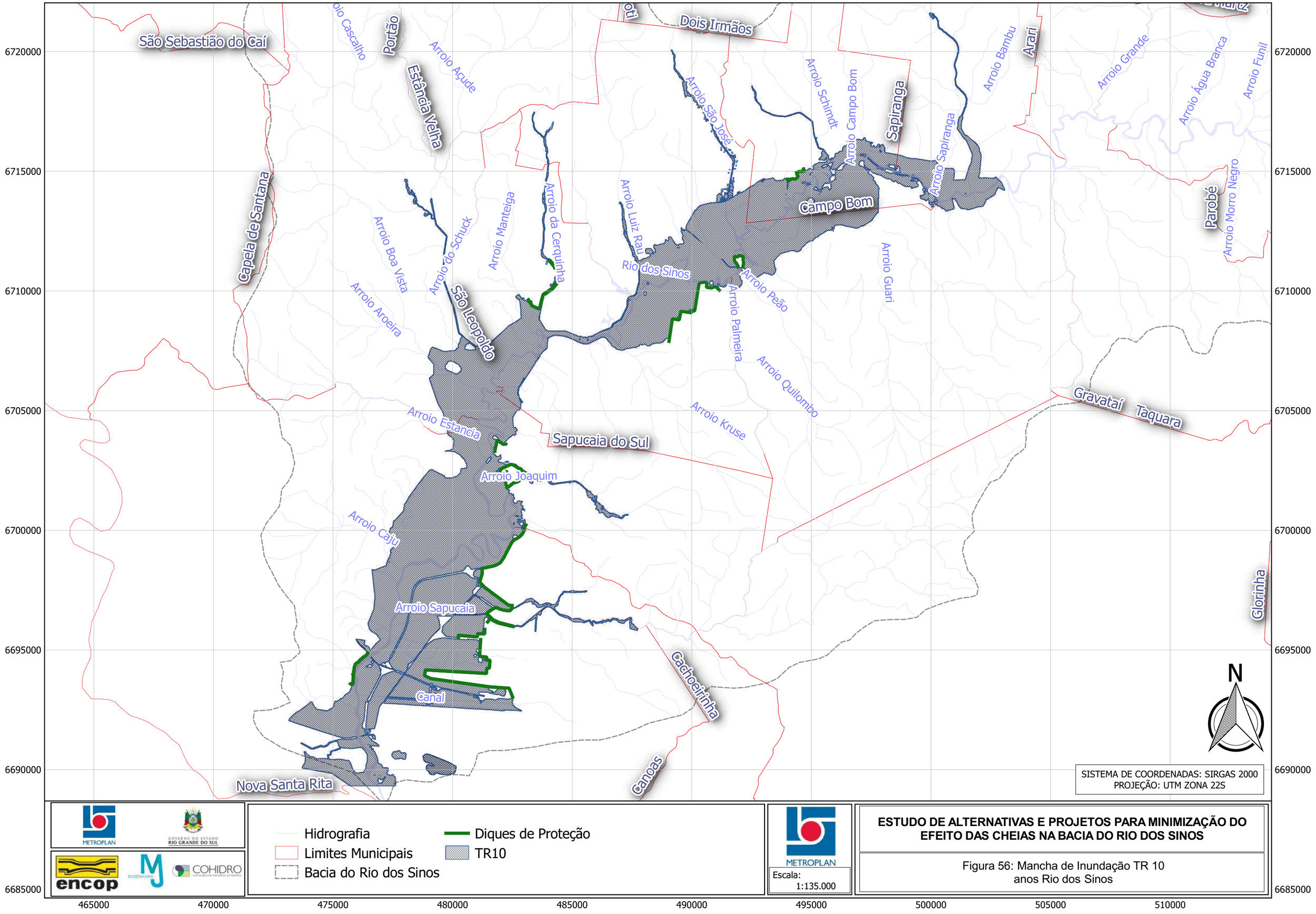
Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

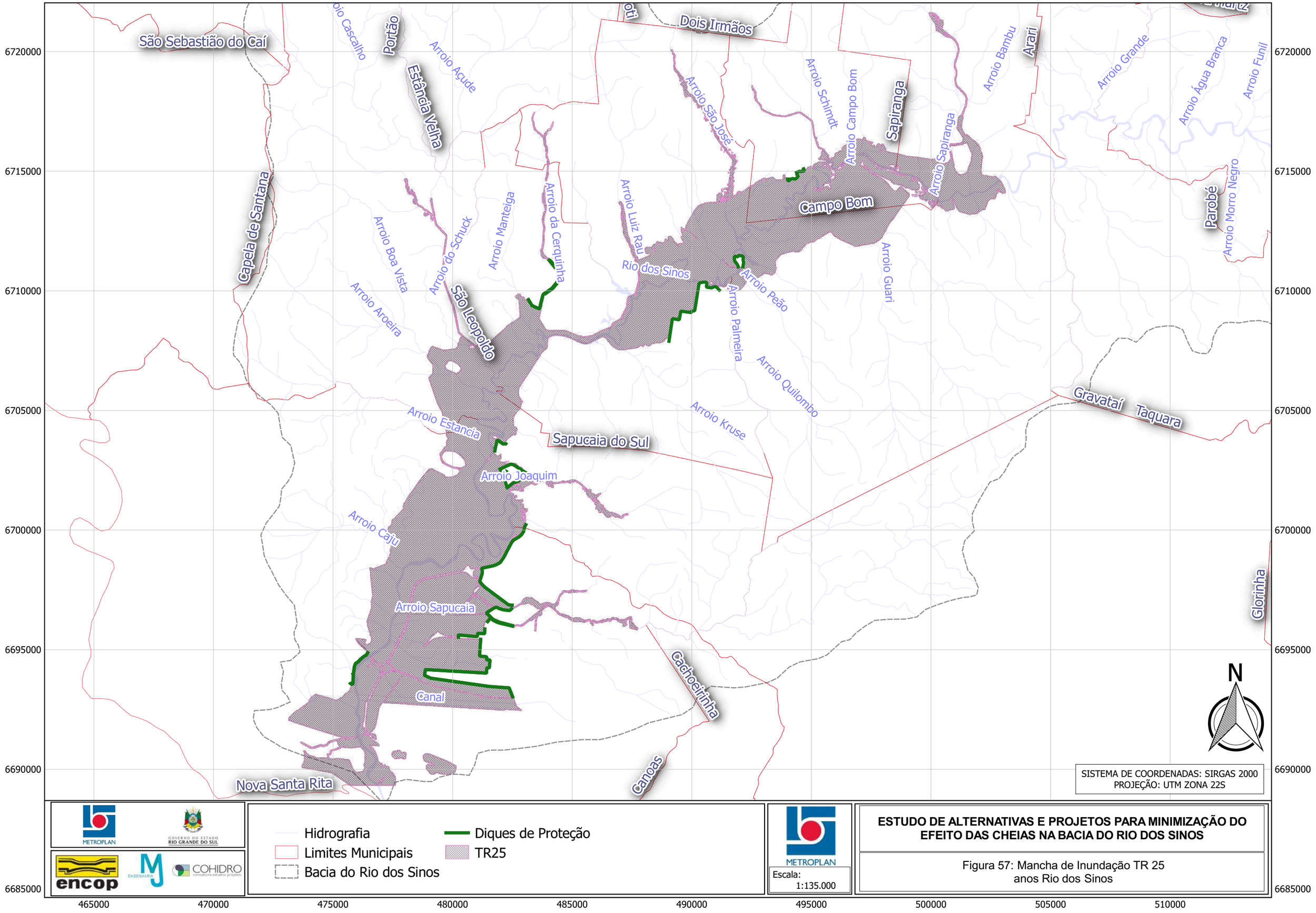
Figura 53 - Coeficiente de Rugosidade de Manning

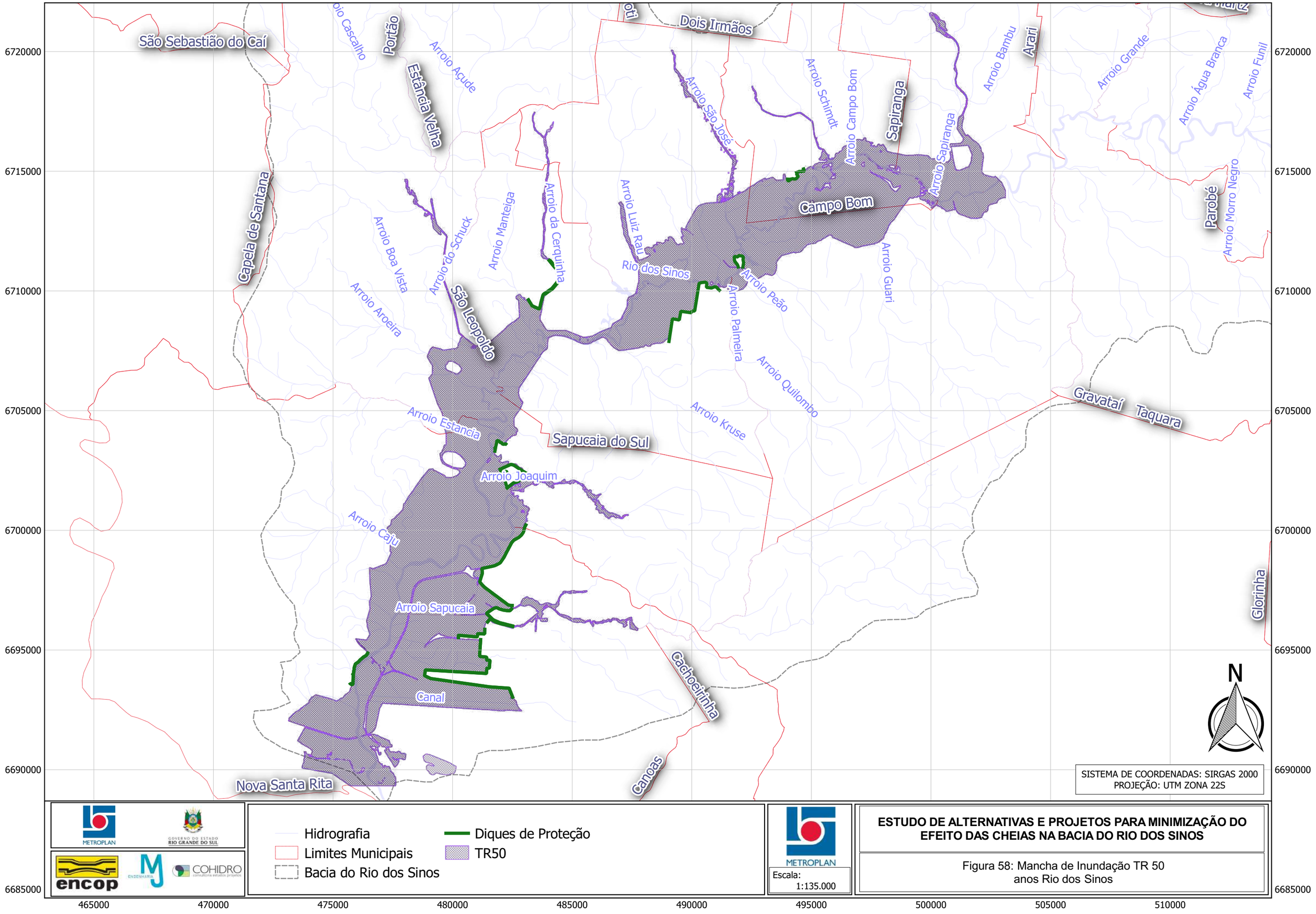
Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

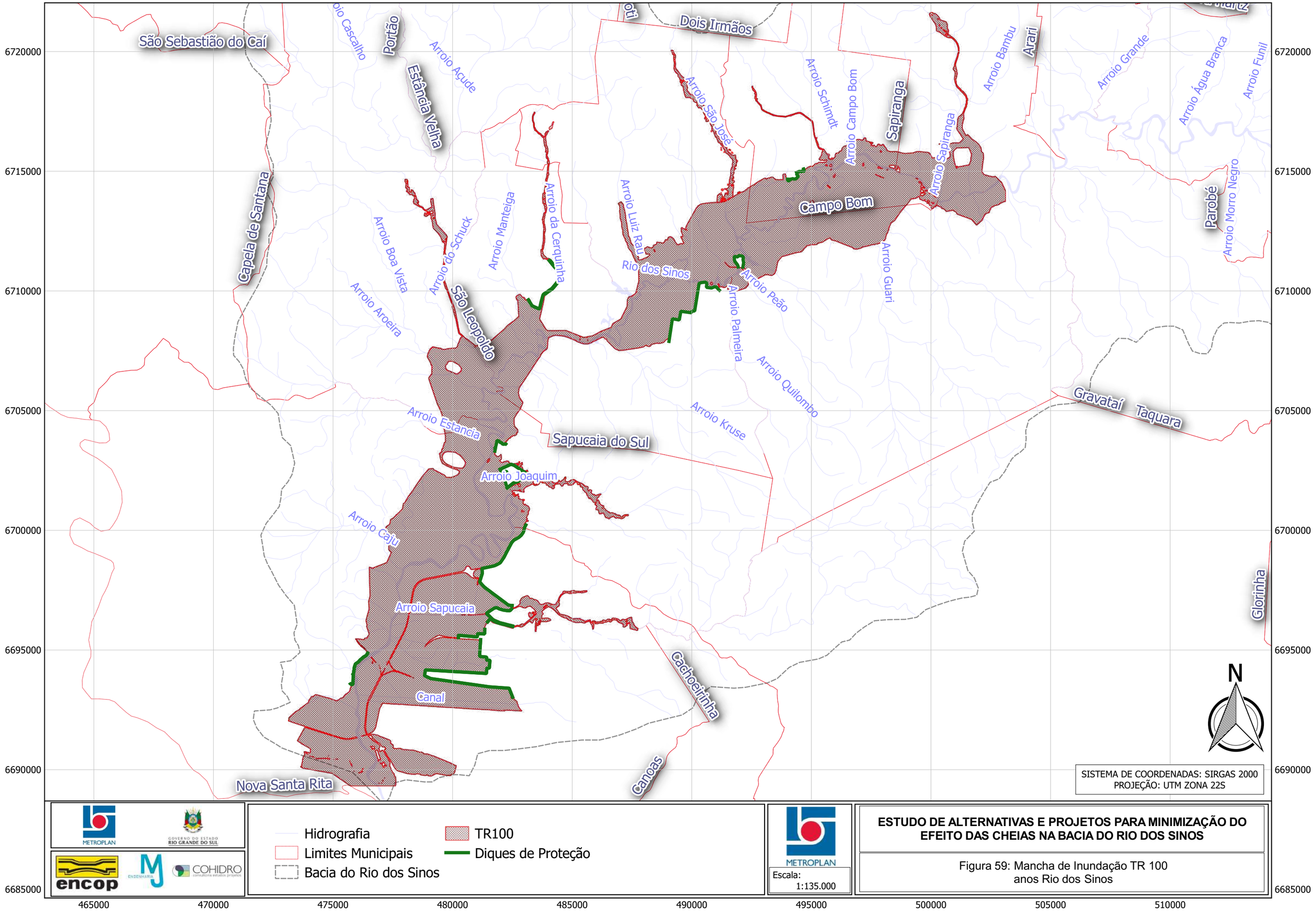

470000
475000
480000
485000
490000
495000
500000
505000
510000
515000
520000
525000
530000
535000
540000
545000
550000
555000
560000
6745000
6740000
6735000
6730000
6725000
6720000
6715000
6710000
6705000
6700000
6695000
6690000
6685000
6680000
Gramado
Canela
Arroio Santa Maria
Arroio Irapuru
Arroio Caboclo
Santa Maria do Herval
Igrejinha
Arroio José Velho
Arroio Venturão
Arroio do Feixe
Rio Padilha
Arroio Cruzinha
Arroio Rolantinho da Areia
Arroio do Cedro
Rio Rolante
Rolante
Arroio Jandira
Arroio Chuvisqueiro
Arroio Chuvisqueirinho
Arroio Caconde
Arroio Três Irmãos
Arroio Vicki
Arroio Açoita Cavalo
Rio Areia
Arroio do Tigre
Arroio Rolantinho
Arroio Linh
Caraá
Arroio Sertão
Arroio Restinga
Arroio Grande
Arroio Lajeado
Arroio da Data
Ivoti
Sapiranga
Dois Irmãos
São Sebastião do Caí
Portão
Estância Velha
Arroio Cascalho
Arroio Açude
Campo Bom
Nova Hartz
Arroio da Bica
Arroio Solitário
Arroio Funil
Arroio Água Branca
Arroio Morro Negro
Arroio Pé-de-Galinha
Rio da Ilha
Arroio Schimdt
Arroio Luiz Rau
Arroio da Cerquinha
Arroio Boa Vista
Arroio Guari
Arroio Peão
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Capela de Santana
Nova Santa Rita
Arroio Estancia
Arroio Caju
Sapucaia do Sul
Arroio Sapucaia
Canal
Esteio
Novo Hamburgo
Taquara
Gloriinha
Morro da Patrulha
20
19
18
15
17
14
16
13
12
11
10
7
6
5
4
3
9
8
2
1
21
22
23
24
N
0
5
10
15 km
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
Articulação
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Sinos
METROPLAN
Escala:
GRÁFICA
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 54 : Mapas de Inundação - Articulação


465000
470000
475000
480000
485000
490000
495000
500000
505000
510000
6720000
6715000
6710000
6705000
6700000
6695000
6690000
6685000
São Sebastião do Caí
Capela de Santana
Portão
Estância Velha
Dois Irmãos
Campo Bom
Sapiranga
Arari
Parobé
Gravataí
Taquara
São Leopoldo
Sapucaia do Sul
Nova Santa Rita
Canoas
Cachoeirinha
Glorinha
Arroio Cascalho
Arroio Açude
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Campo Bom
Arroio Sapiranga
Arroio Bambu
Arroio Grande
Arroio Água Branca
Arroio Funil
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio do Schuck
Arroio Manteiga
Arroio da Cerquinha
Arroio Luiz Rau
Rio dos Sinos
Arroio Peão
Arroio Palmeira
Arroio Guari
Arroio Aroeira
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Arroio Estância
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR5
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
consultoria estudos projetos
METROPLAN
Escala:
1:135.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 55: Mancha de Inundação TR 5 anos Rio dos Sinos


465000
470000
475000
480000
485000
490000
495000
500000
505000
510000
6720000
6715000
6710000
6705000
6700000
6695000
6690000
6685000
São Sebastião do Caí
Capela de Santana
Portão
Estância Velha
Arroio Açude
Arroio Cascalho
Dois Irmãos
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Campo Bom
Sapiranga
Arroio Sapiranga
Arroio Bambu
Arari
Arroio Grande
Arroio Água Branca
Arroio Funil
Campo Bom
Parobé
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio do Schuck
Arroio Manteiga
Arroio da Cerquinha
Arroio Luiz Rau
Rio dos Sinos
Arroio Peão
Arroio Palmeira
Arroio Guari
Arroio Aroeira
São Leopoldo
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Gravataí
Taquara
Arroio Estância
Sapucaia do Sul
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal
Cachoeirinha
Glorinha
Canoas
Nova Santa Rita
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR10
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
consultoria estudos projetos
METROPLAN
Escala:
1:135.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 56: Mancha de Inundação TR 10 anos Rio dos Sinos


465000
470000
475000
480000
485000
490000
495000
500000
505000
510000
6720000
6715000
6710000
6705000
6700000
6695000
6690000
6685000
São Sebastião do Caí
Capela de Santana
Portão
Estância Velha
Dois Irmãos
Campo Bom
Sapiranga
Arari
Parobé
São Leopoldo
Sapucaia do Sul
Gravataí
Taquara
Canoas
Nova Santa Rita
Cachoeirinha
Glorinha
Arroio Cascalho
Arroio Açude
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Campo Bom
Arroio Sapiranga
Arroio Bambu
Arroio Grande
Arroio Água Branca
Arroio Funil
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio do Schuck
Arroio Manteiga
Arroio da Cerquinha
Arroio Luiz Rau
Rio dos Sinos
Arroio Peão
Arroio Palmeira
Arroio Guari
Arroio Aroeira
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Arroio Estância
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR25
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO
Escala:
1:135.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 57: Mancha de Inundação TR 25 anos Rio dos Sinos


465000
470000
475000
480000
485000
490000
495000
500000
505000
510000
6720000
6715000
6710000
6705000
6700000
6695000
6690000
6685000
São Sebastião do Caí
Capela de Santana
Portão
Estância Velha
Arroio Açude
Arroio Cascalho
Dois Irmãos
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Campo Bom
Sapiranga
Arroio Sapiranga
Arroio Bambu
Arari
Arroio Grande
Arroio Água Branca
Arroio Funil
Campo Bom
Parobé
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio do Schuck
Arroio Manteiga
Arroio da Cerquinha
Arroio Luiz Rau
Rio dos Sinos
Arroio Peão
Arroio Palmeira
Arroio Guari
Arroio Aroeira
São Leopoldo
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Gravataí
Taquara
Arroio Estância
Sapucaia do Sul
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal
Cachoeirinha
Glorinha
Canoas
Nova Santa Rita
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR50
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
consultoria estudos projetos
METROPLAN
Escala:
1:135.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 58: Mancha de Inundação TR 50 anos Rio dos Sinos


São Sebastião do Caí
Dois Irmãos
Portão
Estância Velha
Capela de Santana
Campo Bom
Sapiranga
Parobé
São Leopoldo
Sapucaia do Sul
Gravataí
Taquara
Canoas
Nova Santa Rita
Glorinha
Cachoeirinha
Arroio Cascalho
Arroio Açude
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Campo Bom
Arroio Sapiranga
Arroio Bambu
Arari
Arroio Grande
Arroio Água Branca
Arroio Funil
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio do Schuck
Arroio Manteiga
Arroio da Cerquinha
Arroio Luiz Rau
Rio dos Sinos
Arroio Peão
Arroio Palmeira
Arroio Guari
Arroio Aroeira
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Arroio Estância
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal
6720000
6715000
6710000
6705000
6700000
6695000
6690000
6685000
465000
470000
475000
480000
485000
490000
495000
500000
505000
510000
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
TR100
Diques de Proteção
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
consultoria estudos projetos
METROPLAN
Escala: 1:135.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 59: Mancha de Inundação TR 100 anos Rio dos Sinos

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

510000 515000 520000 525000

Arari
Arroio da Bica
Arroio Grande
Santa Maria do Herval
Gramado
Nova Hartz
Parobé
Arroio Funil
Arroio Solitário
Igrejinha
Três Coroas
Arroio Caboclo
Rio dos Sinos
Arroio Água Branca
Morro Negro
Rio Paranhana
Arroio Nicolau
Arroio Lavrado
Arroio Irapuru
Arroio Angabei
Taquara
Canela
Arroio Águas Brancas
Arroio Kampf
Arroio José

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR5

METROPLAN
Escala: 1:75.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 60: Mancha de Inundação TR 5 anos
Rio Paranhana e Arroio Passo Grande

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

510000 515000 520000 525000

Arari
Arroio da Bica
Arroio Grande
Santa Maria do Herval
Gramado
Arroio Cabocio
Rio dos Sinos
Arroio Água Branca
Morro Negro
Nova Hartz
Parobé
Arroio Funil
Arroio Solitário
Três Coroas
Igrejinha
Arroio Lavrado
Arroio Irapuru
Arroio Angabei
Canela
Rio Paranhana
Arroio Nicolau
Taquara
Arroio Águas Brancas
Arroio Kampf
Arroio José

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR10

METROPLAN
Escala: 1:75.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 61: Mancha de Inundação TR 10 anos
Rio Paranhana e Arroio Passo Grande

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

510000 515000 520000 525000

Arari
Arroio da Bica
Arroio Grande
Santa Maria do Herval
Gramado
Arroio Cabocio
Rio dos Sinos
Arroio Água Branca
pio Morro Negro
-de-Galinha
Nova Hartz
Parobé
Arroio Funil
Arroio Solitário
Três Coroas
Igrejinha
Arroio Lavrado
Arroio Irapuru
Arroio Angabei
Rio Paranhana
Arroio Nicolau
Taquara
Canela
Arroio Águas Brancas
Arroio Kampf
Arroio José

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR25

METROPLAN
Escala: 1:75.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 62: Mancha de Inundação TR 25 anos
Rio Paranhana e Arroio Passo Grande

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

510000 515000 520000 525000

Arari
Arroio da Bica
Arroio Grande
Santa Maria do Herval
Gramado
Arroio Cabocio
Rio dos Sinos
Arroio Água Branca
pio Morro Negro
-de-Galinha
Nova Hartz
Parobé
Arroio Funil
Arroio Solitário
Três Coroas
Igrejinha
Arroio Lavrado
Arroio Trapuru
Arroio Angabei
Canela
Rio Paranhana
Arroio Nicolau
Taquara
Arroio Águas Brancas
Arroio Kampf
Arroio José

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Diques de Proteção
TR50

METROPLAN
Escala: 1:75.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 63: Mancha de Inundação TR 50 anos
Rio Paranhana e Arroio Passo Grande

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

510000 515000 520000 525000

Arari
Arroio da Bica
Arroio Grande
Santa Maria do Herval
Gramado
Arroio Cabocio
Rio dos Sinos
Arroio Água Branca
Morro Negro
Nova Hartz
Parobé
Arroio Funil
Arroio Solitário
Três Coroas
Igrejinha
Arroio Lavrado
Arroio Irapuru
Arroio Angabei
Canela
Rio Paranhana
Arroio Nicolau
Taquara
Arroio Águas Brancas
Arroio Kampf
Arroio José

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
TR100
Diques de Proteção

METROPLAN
Escala: 1:75.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 64: Mancha de Inundação TR 100 anos
Rio Paranhana e Arroio Passo Grande

6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

540000

541000

542000

543000

Rio Areia

Rolante

Rio Areia

Rio Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

encop

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR5

METROPLAN

Escala:
1:13.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 65: Mancha de Inundação TR 5 anos
Rio Rolante/Areia - Cenário C1

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

540000

541000

542000

543000

Rio Areia

Rolante

Rio Areia

Rio Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

encop

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR10

METROPLAN

Escala:
1:13.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 66: Mancha de Inundação TR 10 anos
Rio Rolante/Areia - Cenário C1

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

540000

541000

542000

543000

Rio Areia

Rolante

Rio Areia

Rio Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

encop

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR25

METROPLAN

Escala:
1:13.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 67: Mancha de Inundação TR 25 anos
Rio Rolante/Areia - Cenário C1

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

540000

541000

542000

543000

Rio Areia

Rolante

Rio Areia

Rio Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

encop

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR50

METROPLAN

Escala:
1:13.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 68: Mancha de Inundação TR 50 anos
Rio Rolante/Areia - Cenário C1

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

540000

541000

542000

543000

Rolante

Rio Areia

Rio Areia

Rio Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

encop

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR100

METROPLAN

Escala:
1:13.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 69: Mancha de Inundação TR 100 anos
Rio Rolante/Areia - Cenário C1

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

549000 550000 551000 552000 553000

6722000

6721000

6720000

Rio Rolante

Arroio Riozinho

Riozinho

Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

ENGENHARIA MJ

COHIDRO

Hidrografia

METROPLAN

Escala:
1:12.500

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 70: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 5 anos
Rio Riozinho

549000 550000 551000 552000 553000

549000 550000 551000 552000 553000

6722000

6721000

6720000

Rio Rolante

Arroio Riozinho

Riozinho

Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia

METROPLAN

Escala:
1:12.500

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 71: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 10 anos
Rio Riozinho

549000 550000 551000 552000 553000

549000 550000 551000 552000 553000

6722000

6721000

6720000

Rio Rolante

Arroio Riozinho

Riozinho

Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia

METROPLAN

Escala:
1:12.500

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 72: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 25 anos
Rio Riozinho

549000 550000 551000 552000 553000

549000 550000 551000 552000 553000

6722000

6721000

6720000

Rio Rolante

Arroio Riozinho

Riozinho

Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

ENGENHARIA MJ

COHIDRO

Hidrografia

METROPLAN

Escala:
1:12.500

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 73: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 50 anos
Rio Riozinho

549000 550000 551000 552000 553000

549000 550000 551000 552000 553000

6722000

6721000

6720000

Rio Rolante

Arroio Riozinho

Riozinho

Rolante

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

ENGENHARIA

COHIDRO

Hidrografia

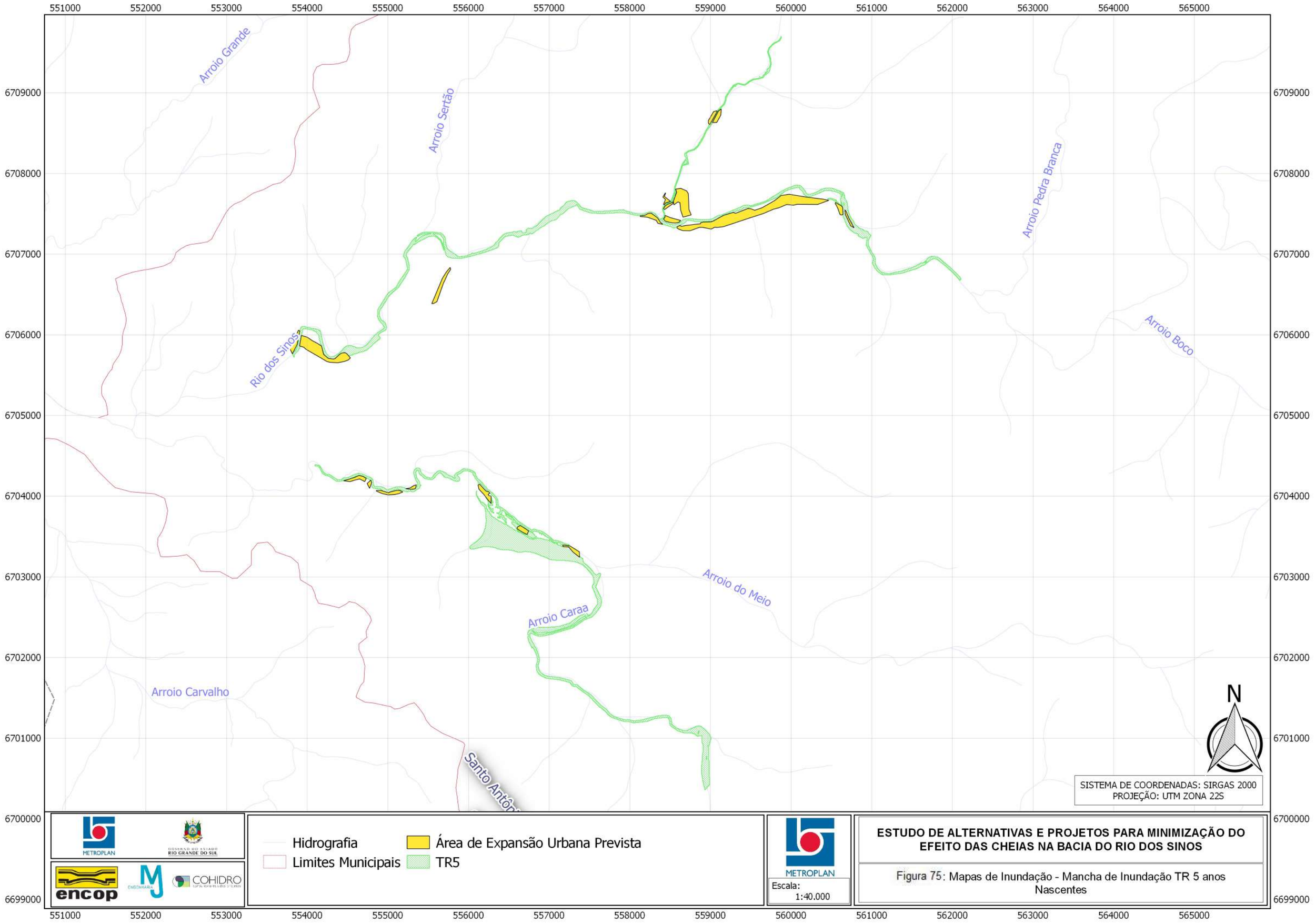
METROPLAN

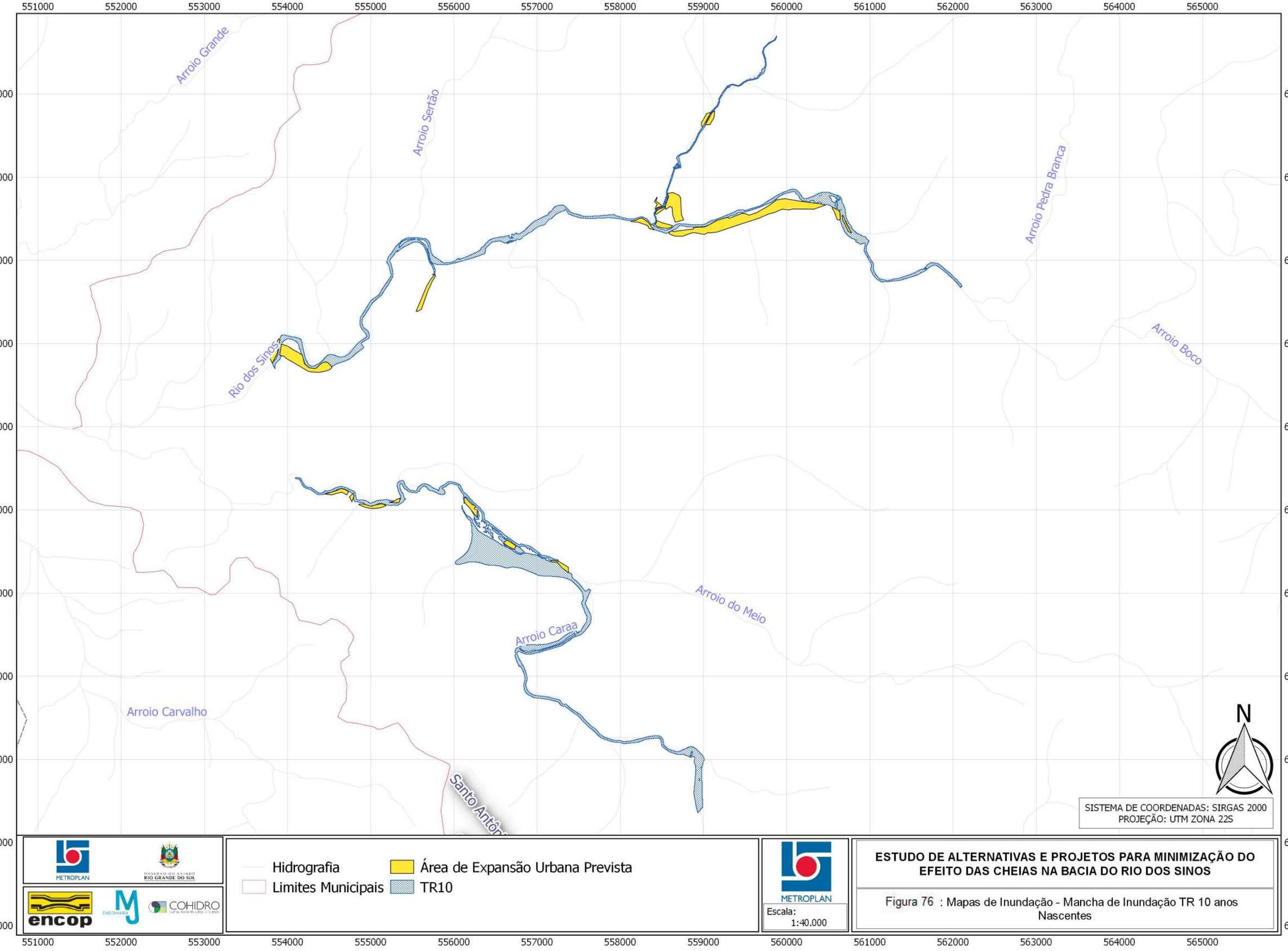
Escala:
1:12.500

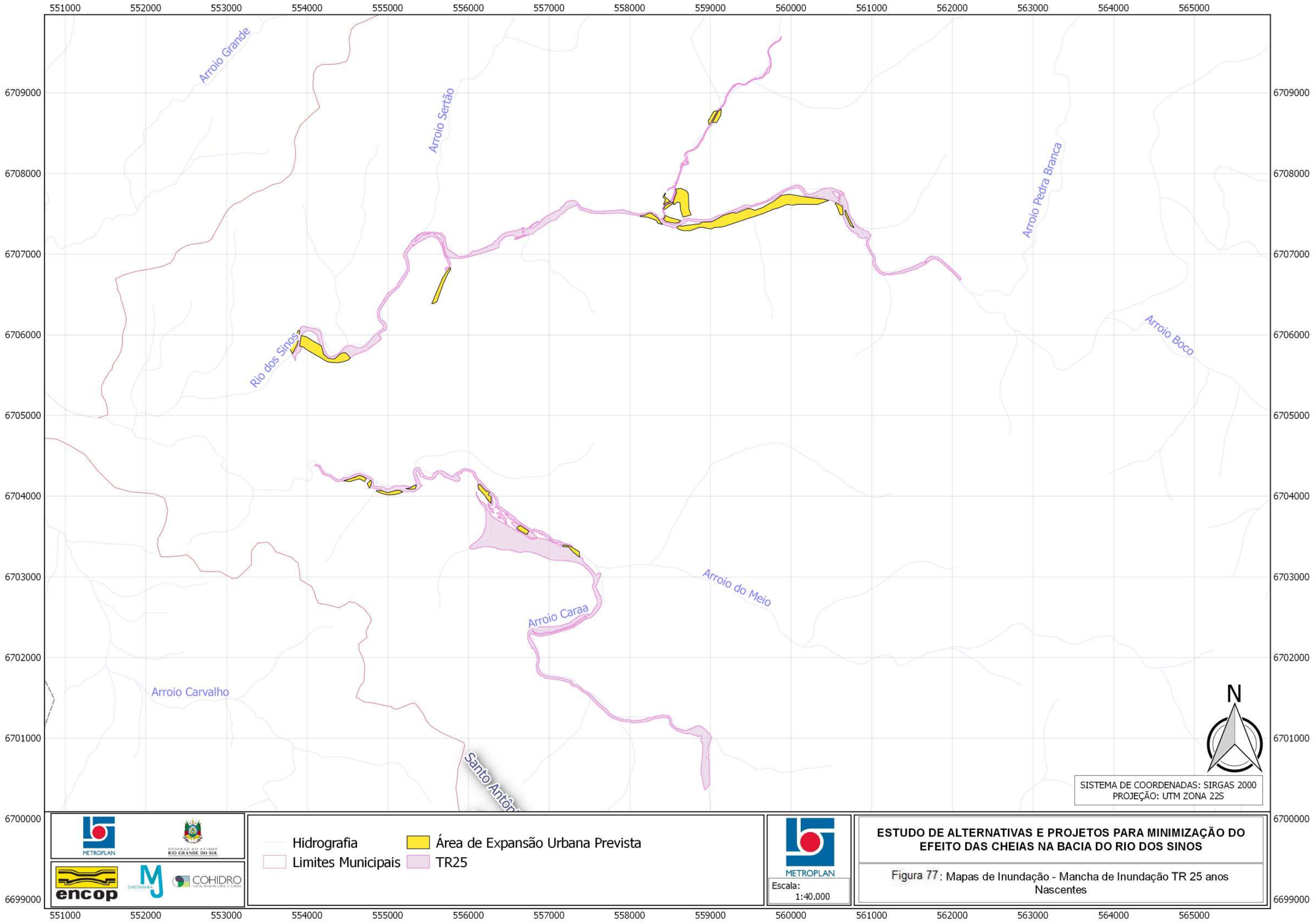
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 74: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 100 anos
Rio Riozinho

549000 550000 551000 552000 553000


551000
552000
553000
554000
555000
556000
557000
558000
559000
560000
561000
562000
563000
564000
565000
6709000
6708000
6707000
6706000
6705000
6704000
6703000
6702000
6701000
6700000
6699000
Arroio Grande
Arroio Sertão
Arroio Pedra Branca
Arroio Boco
Rio dos Sinos
Arroio do Meio
Arroio Caraa
Arroio Carvalho
Santo Antônio
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR5
METROPLAN
Escala:
1:40.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 75: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 5 anos
Nascentes


551000
552000
553000
554000
555000
556000
557000
558000
559000
560000
561000
562000
563000
564000
565000
6709000
6708000
6707000
6706000
6705000
6704000
6703000
6702000
6701000
6700000
6699000
Arroio Grande
Arroio Sertão
Arroio Pedra Branca
Arroio Boco
Rio dos Sinos
Arroio do Meio
Arroio Caraa
Arroio Carvalho
Santo Antônio
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR10
METROPLAN
Escala:
1:40.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 76 : Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 10 anos
Nascentes


551000
552000
553000
554000
555000
556000
557000
558000
559000
560000
561000
562000
563000
564000
565000
6709000
6708000
6707000
6706000
6705000
6704000
6703000
6702000
6701000
6700000
6699000
Arroio Grande
Arroio Sertão
Arroio Pedra Branca
Arroio Boco
Rio dos Sinos
Arroio do Meio
Arroio Caraa
Arroio Carvalho
Santo Antônio
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO
Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR25
METROPLAN
Escala:
1:40.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 77: Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 25 anos
Nascentes

Arroio Grande
Arroio Sertão
Arroio Pedra Branca
Arroio Boco
Rio dos Sinos
Arroio do Meio
Arroio Caraa
Arroio Carvalho
Santo Antônio

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR50

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO

METROPLAN
Escala: 1:40.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 78 : Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 50 anos
Nascentes

551000 552000 553000 554000 555000 556000 557000 558000 559000 560000 561000 562000 563000 564000 565000

6709000 6708000 6707000 6706000 6705000 6704000 6703000 6702000 6701000 6700000 6699000

Arroio Grande
Arroio Sertão
Arroio Pedra Branca
Arroio Boco
Rio dos Sinos
Arroio do Meio
Arroio Caraa
Arroio Carvalho
Santo Antônio

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO CONSULTORIA E ESTUDOS DE PROJETOS

Hidrografia
Limites Municipais
Área de Expansão Urbana Prevista
TR100

METROPLAN
Escala: 1:40.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 79 : Mapas de Inundação - Mancha de Inundação TR 100 anos
Nascentes

Figura 80 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 81 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 82 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 83 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 4

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 84 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 5

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 85 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 6

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 86 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 7

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 87 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 88 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 89 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 10

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 90 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 11

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 91 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 12

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 92 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 13

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 93 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 14

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 94 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 15

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 95 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 96 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 97 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 98 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 99 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 100 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 21

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 101 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 22

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

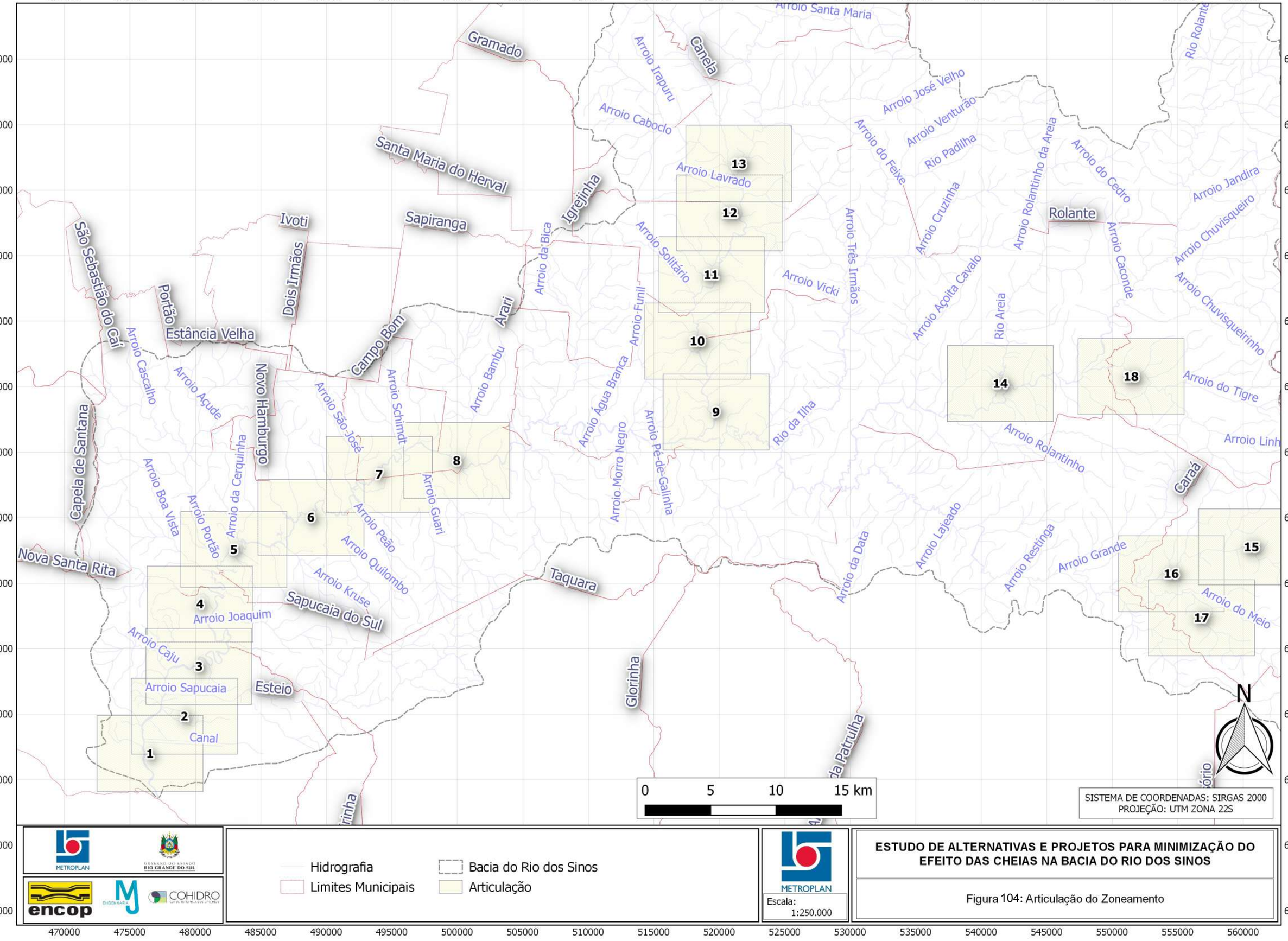
Figura 102 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 23

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 103 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 24

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

5.4 Zoneamento Consolidado


Gramado
Canela
Santa Maria do Herval
Ivoti
Sapiranga
Igrejinha
São Sebastião do Caí
Portão
Estância Velha
Dois Irmãos
Arari
Campo Bom
Novo Hamburgo
Capela de Santana
Rolante
Nova Santa Rita
Taquara
Sapucaia do Sul
Esteio
Glorinha
Canoas
Caraá
Arroio Santa Maria
Arroio Irapuru
Arroio Caboclo
Arroio José Velho
Arroio Venturão
Rio Padilha
Arroio do Feixe
Arroio Rolantinho da Areia
Arroio do Cedro
Arroio Jandira
Arroio Chuvisqueiro
Arroio Chuvisqueirinho
Arroio Cruzinha
Arroio Três Irmãos
Arroio Vicki
Arroio Açoita Cavalo
Arroio Caconde
Rio Areia
Arroio Lavrado
Arroio Solitário
Arroio Funil
Arroio da Bica
Arroio Bambu
Arroio Água Branca
Arroio Pé-de-Galinha
Rio da Ilha
Arroio Rolantinho
Arroio do Tigre
Arroio Linh
Arroio Cascalho
Arroio Açude
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio Portão
Arroio da Cerquinha
Arroio Guari
Arroio Peão
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal
Arroio da Data
Arroio Lajeado
Arroio Restinga
Arroio Grande
Arroio do Meio
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
14
18
15
16
17
N
0 5 10 15 km
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Articulação
METROPLAN
Escala: 1:250.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 104: Articulação do Zoneamento

465000 470000 475000 480000 485000 490000 495000 500000 505000 510000

6720000 6715000 6710000 6705000 6700000 6695000 6690000 6685000

São Sebastião do Caí
Capela de Santana
Portão
Dois Irmãos
Campo Bom
Sapiranga
Parobé
Gravataí
Taquara
Sapucaia do Sul
Nova Santa Rita
Canoas
Cachoeirinha
Glorinha

Arroio Cascalho
Arroio Açude
Arroio São José
Arroio Schimdt
Arroio Campo Bom
Arroio Sapiranga
Arroio Bambu
Arari
Arroio Grande
Arroio Água Branca
Arroio Funil
Arroio Morro Negro
Arroio Boa Vista
Arroio Aroeira
Arroio Portão
Arroio Manteiga
Arroio da Cerquinha
Arroio Luiz Rau
Rio dos Sinos
Arroio Peão
Arroio Palmeira
Arroio Guari
Arroio Quilombo
Arroio Kruse
Arroio Estância
Arroio Joaquim
Arroio Caju
Arroio Sapucaia
Canal

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Zona com Restrição de Ocupação
Zona de Passagem de Cheias
Afluentes (Sem Zoneamento)
Diques de Proteção

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

METROPLAN
Escala: 1:135.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 105: Zoneamento do Rio dos Sinos - Cenário Consolidado

6715000 6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

515000 520000 525000 530000

Rio dos Sinos
Arroio Água Branca
roio Morro Negro
Nova Hartz
Parobé
Gramado
Arroio Caboclo
Arroio Funil
rroio Pé-de-Galinha
Arroio Solitário
Igrejinha
Rio Paranhana
Arroio Nicolau
Arroio Lavrado
Arroio Irapuru
Arroio Angabei
Rio Paranhana
Arroio Águas Brancas
Arroio Kampf
Três Coroas
Taquara
Arroio Vicki
Arroio José Velho
Rio da Ilha
Três Irmãos

N

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

Hidrografia
Limites Municipais
Bacia do Rio dos Sinos
Zona com Restrição de Ocupação
Zona de Passagem de Cheias
Diques de Proteção

METROPLAN
Escala: 1:75.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 106: Zoneamento do Rio Paranhana - Cenário Consolidado

6715000 6720000 6725000 6730000 6735000 6740000

6718000 6719000 6720000 6721000 6722000

540000 541000 542000 543000

Rua Francisco Feil
Rua João Alfredo
Rua Guido Krupp
Rua 31 de Outubro
Rua Alcino Trindade
Rua Santo Antônio
Rua Reinaldo Schenckel
Rua 21 de Abril
Rua Carlos Osthen
Rua Coronel João Linck
Rua Vereador Arthur Fiesch
Rua Alberto Ostjen
Rua Feliciano C. dos Reis
Rua Engenheiro Alberto Pasqualini
Rua Martinho Lutero
Rua Isabel Peres Maserá
Rua Theobaldo Voltz
Rua Philipp Sperb
Rua Índio Sepé Tiaraju
Rua José Correia de Andrade
Rua Vereador Benjamin Konrath
Rio Areia
Rio Rolante

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S

METROPLAN · GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL · encop · MJ ENGENHARIA · COHIDRO consultoria estudos projetos

Hidrografia
Limites Municipais
Zona de Passagem de Cheias
Zona com Restrição de Ocupação

METROPLAN

Escala: 1:13.000

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 107: Zoneamento dos Rios Areia e Rolante - Cenário Consolidado

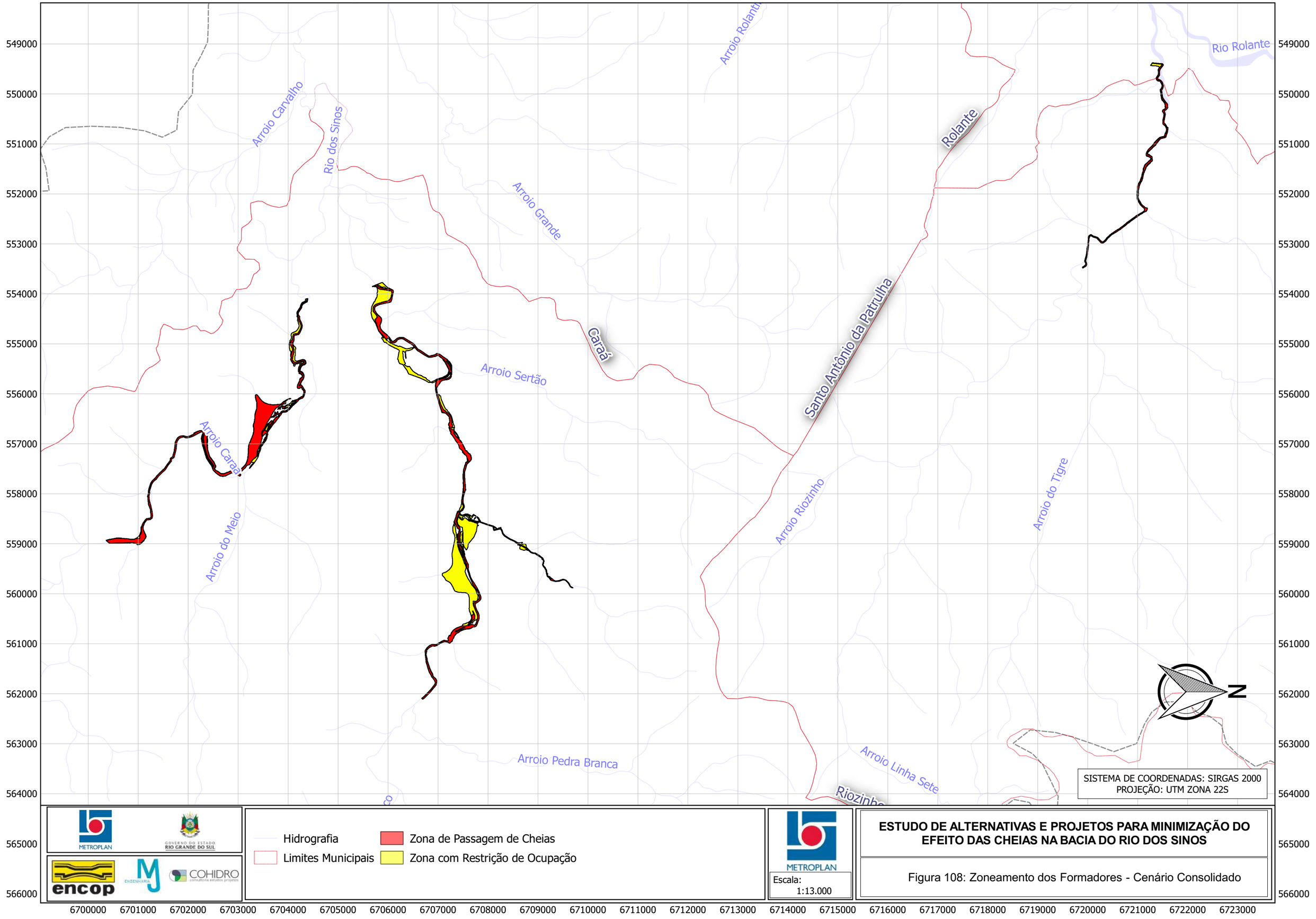

6700000 6701000 6702000 6703000 6704000 6705000 6706000 6707000 6708000 6709000 6710000 6711000 6712000 6713000 6714000 6715000 6716000 6717000 6718000 6719000 6720000 6721000 6722000 6723000
549000 550000 551000 552000 553000 554000 555000 556000 557000 558000 559000 560000 561000 562000 563000 564000 565000 566000
Arroio Carvalho
Rio dos Sinos
Arroio Grande
Arroio Rolante
Rio Rolante
Rolante
Caraá
Arroio Sertão
Santo Antônio da Patrulha
Arroio Caraá
Arroio do Meio
Arroio Riozinho
Arroio do Tigre
Arroio Pedra Branca
Arroio Linha Sete
Riozinho
N
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S
METROPLAN
GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
encop
ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos
Hidrografia
Limites Municipais
Zona de Passagem de Cheias
Zona com Restrição de Ocupação
METROPLAN
Escala: 1:13.000
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS
Figura 108: Zoneamento dos Formadores - Cenário Consolidado

Figura 109 - Zoneamento - Detalhe Área 1

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 110 - Zoneamento - Detalhe Área 2

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 111 - Zoneamento - Detalhe Área 3

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 112 - Zoneamento - Detalhe Área 4

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 113 - Zoneamento - Detalhe Área 5

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 114 - Zoneamento - Detalhe Área 6

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 115 - Zoneamento - Detalhe Área 7

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 116 - Zoneamento - Detalhe Área 8

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 117 - Zoneamento - Detalhe Área 9

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 118 - Zoneamento - Detalhe Área 10

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 119 - Zoneamento - Detalhe Área 11

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 120 - Zoneamento - Detalhe Área 12

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 121 - Zoneamento - Detalhe Área 13

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 122 - Zoneamento - Detalhe Área 14

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 123 - Zoneamento - Detalhe Área 15

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 124 - Zoneamento - Detalhe Área 16

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 125 - Zoneamento - Detalhe Área 17

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

Figura 126 - Zoneamento - Detalhe Área 18

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

5.5 Anteprojetos

Anteprojetos - Lista de peças gráficas

Seq.	Código	Rio	Obra	Título	Sub-título
01	004_2015-SIN-GER-01-00	SINOS	GERAL BAIXO	Localização das intervenções consolidadas Baixo Sinos	Planta Baixa
02	004_2015-SIN-GER-02-00	SINOS	GERAL MÉDIO	Localização das intervenções consolidadas Médio Sinos	Planta Baixa
OBRAS SISTEMA DE PROTEÇAO DA REGIÃO LESTE DA BR-448 - CANOAS/ESTEIO					
01	003_2015-SIN-448-01-00	SINOS	BR-448	Obras região da BR-448	Planta Geral
02	003_2015-SIN-448-02-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Planta Baixa
03	003_2015-SIN-448-03-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 1/17
04	003_2015-SIN-448-04-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 2/17
05	003_2015-SIN-448-05-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 3/17
06	003_2015-SIN-448-06-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 4/17
07	003_2015-SIN-448-07-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 5/17
08	003_2015-SIN-448-08-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 6/17
09	003_2015-SIN-448-09-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 7/17
10	003_2015-SIN-448-10-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 8/17
11	003_2015-SIN-448-11-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 9/17
12	003_2015-SIN-448-12-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 10/17
13	003_2015-SIN-448-13-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 11/17
14	003_2015-SIN-448-14-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 12/17
15	003_2015-SIN-448-15-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 13/17
16	003_2015-SIN-448-16-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 14/17
17	003_2015-SIN-448-17-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 15/17
18	003_2015-SIN-448-18-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 16/17
19	003_2015-SIN-448-19-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seções Transversais - 17/17
20	003_2015-SIN-448-20-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Seção Tipo
21	003_2015-SIN-448-21-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
22	003_2015-SIN-448-22-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Planta Baixa

Seq.	Código	Rio	Obra	Título	Sub-título
23	003_2015-SIN-448-23-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Seções Transversais - 1/5
24	003_2015-SIN-448-24-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Seções Transversais - 2/5
25	003_2015-SIN-448-25-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Seções Transversais - 3/5
26	003_2015-SIN-448-26-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Seções Transversais - 4/5
27	003_2015-SIN-448-27-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Seções Transversais - 5/5
28	003_2015-SIN-448-28-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Seção Tipo
29	003_2015-SIN-448-29-00	SINOS	BR-448	Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
30	003_2015-SIN-SAP-30-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Planta Baixa
31	003_2015-SIN-SAP-31-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 1/11
32	003_2015-SIN-SAP-32-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 2/11
33	003_2015-SIN-SAP-33-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 3/11
34	003_2015-SIN-SAP-34-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 4/11
35	003_2015-SIN-SAP-35-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 5/11
36	003_2015-SIN-SAP-36-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 6/11
37	003_2015-SIN-SAP-37-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 7/11
38	003_2015-SIN-SAP-38-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 8/11
39	003_2015-SIN-SAP-39-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 9/11
40	003_2015-SIN-SAP-40-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 10/11
41	003_2015-SIN-SAP-41-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seções Transversais - 11/11
42	003_2015-SIN-SAP-42-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Seção Tipo
43	003_2015-SIN-SAP-43-00	SINOS	SAPUCAIA - CANAL	Diques e Canal Sapucaia	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
44	003_2015-SIN-EST-44-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Planta Baixa
45	003_2015-SIN-EST-45-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seções Transversais - 1/6
46	003_2015-SIN-EST-46-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seções Transversais - 2/6
47	003_2015-SIN-EST-47-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seções Transversais - 3/6
48	003_2015-SIN-EST-48-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seções Transversais - 4/6

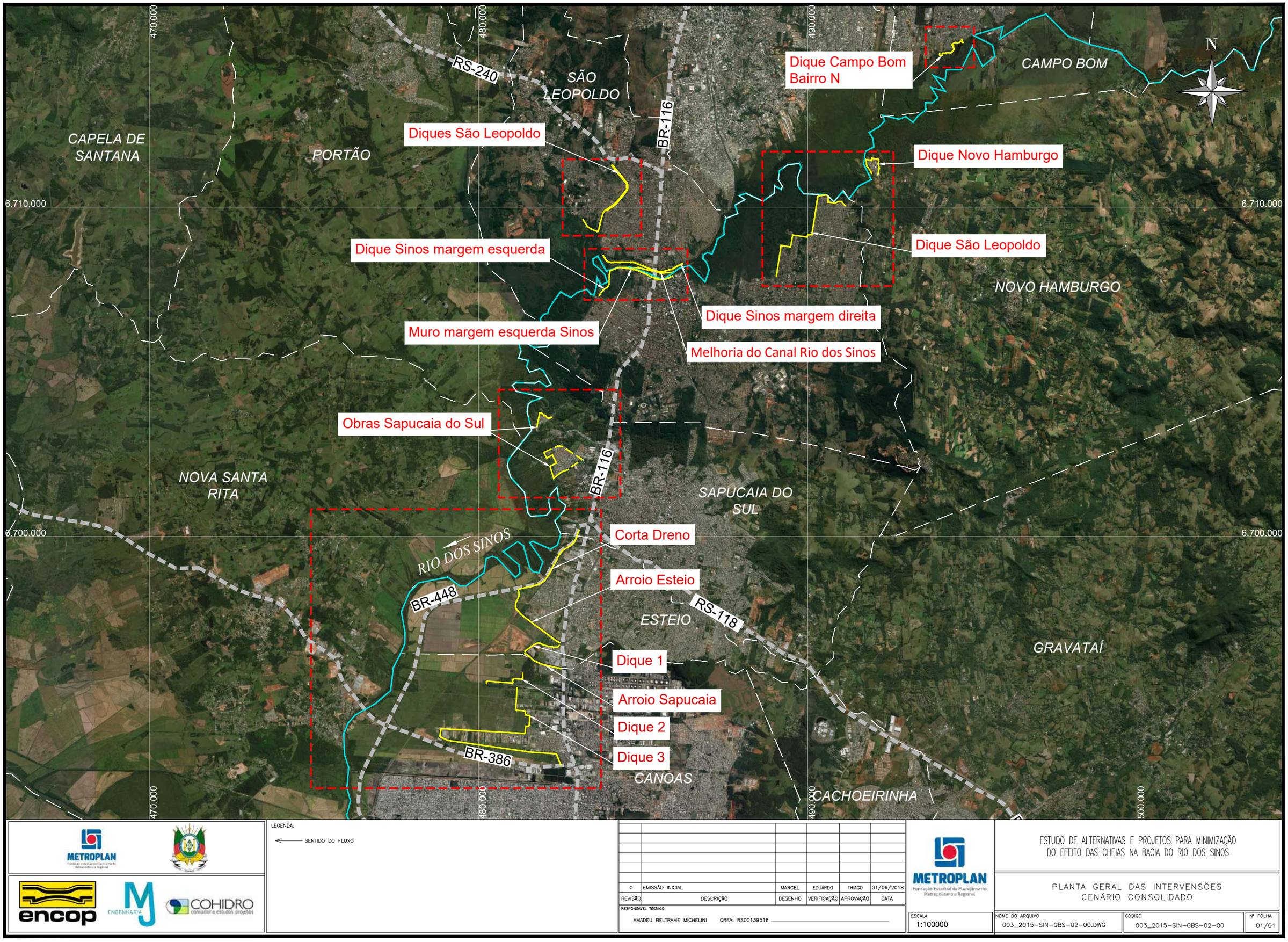
Seq.	Código	Rio	Obra	Título	Sub-título
49	003_2015-SIN-EST-49-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seções Transversais - 5/6
50	003_2015-SIN-EST-50-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seções Transversais - 6/6
51	003_2015-SIN-EST-51-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Seção Tipo
52	003_2015-SIN-EST-52-00	SINOS	ESTEIO - CANAL	Diques e Canal Esteio	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
53	003_2015-SIN-SUL-53-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Planta Baixa
54	003_2015-SIN-SUL-54-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 1/16
55	003_2015-SIN-SUL-55-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 2/16
56	003_2015-SIN-SUL-56-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 3/16
57	003_2015-SIN-SUL-57-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 4/16
58	003_2015-SIN-SUL-58-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 5/16
59	003_2015-SIN-SUL-59-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 6/16
60	003_2015-SIN-SUL-60-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 7/16
61	003_2015-SIN-SUL-61-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 8/16
62	003_2015-SIN-SUL-62-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 9/16
63	003_2015-SIN-SUL-63-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 10/16
64	003_2015-SIN-SUL-64-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 11/16
65	003_2015-SIN-SUL-65-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 12/16
66	003_2015-SIN-SUL-66-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 13/16
67	003_2015-SIN-SUL-67-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 14/16
68	003_2015-SIN-SUL-68-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 15/16
69	003_2015-SIN-SUL-69-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seções Transversais - 16/16
70	003_2015-SIN-SUL-70-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Seção Tipo
71	003_2015-SIN-SUL-71-00	SINOS	DIQUE SUL	Dique Sul da BR-386	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
72	003_2015-SIN-JAZ-72-00	SINOS	JAZIDAS	Planta de Localização das Jazidas	Obras Região BR-448

Seq.	Código	Rio	Obra	Título	Sub-título
OBRAS MELHORIA DO CANAL SECUNDÁRIO DO SINOS - SÃO LEOPOLDO					
01	003_2015-SIN-APR-01-00	SINOS	APROFUNDAMENTO CANAL	Melhoria do Canal Secundário do Sinos	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-APR-02-00	SINOS	APROFUNDAMENTO CANAL	Melhoria do Canal Secundário do Sinos	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-APR-03-00	SINOS	APROFUNDAMENTO CANAL	Melhoria do Canal Secundário do Sinos	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
NOVA SANTA RITA					
01	003_2015-SIN-NST-01-00	SINOS	NOVA SANTA RITA	Dique Nova Santa Rita	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-NST-02-00	SINOS	NOVA SANTA RITA	Dique Nova Santa Rita	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-NST-03-00	SINOS	NOVA SANTA RITA	Dique Nova Santa Rita	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
SAPUCAIA DO SUL					
01	003_2015-SIN-SAPU-01-00	SINOS	SAPUCAIA DO SUL	Dique Norte e Dique-Muro Sul	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-SAPU-02-00	SINOS	SAPUCAIA DO SUL	Dique Norte e Dique-Muro Sul	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-SAPU-03-00	SINOS	SAPUCAIA DO SUL	Dique Norte e Dique-Muro Sul	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
OBRAS DE PROTEÇÃO SINOS - PORTÃO/SÃO LEOPOLDO - ARROIO CERQUINHA					
01	003_2015-SIN-CER-01-00	SINOS	DIQUE CERQUINHA	Diques Cerquinha Margem Esquerda e Direita	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-CER-02-00	SINOS	DIQUE CERQUINHA	Diques Cerquinha Margem Esquerda e Direita	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-CER-03-00	SINOS	DIQUE CERQUINHA	Diques Cerquinha Margem Esquerda e Direita	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
OBRAS DE PROTEÇÃO - SÃO LEOPOLDO - BAIRRO FEITORIA					
01	003_2015-SIN-SLF-01-00	SINOS	DIQUE FEITORIA	Dique São Leopoldo - Bairro Feitoria	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-SLF-02-00	SINOS	DIQUE FEITORIA	Dique São Leopoldo - Bairro Feitoria	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-SLF-03-00	SINOS	DIQUE FEITORIA	Dique São Leopoldo - Bairro Feitoria	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
OBRAS DE PROTEÇÃO - NOVO HAMBURGO - BAIRRO LOMBA GRANDE					
01	003_2015-SIN-NHS-01-00	SINOS	DIQUE LOMBA GRANDE	Dique Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-NHS-02-00	SINOS	DIQUE LOMBA GRANDE	Dique Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-NHS-03-00	SINOS	DIQUE LOMBA GRANDE	Dique Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas

Seq.	Código	Rio	Obra	Título	Sub-título
OBRAS DE PROTEÇÃO SINOS - CAMPO BOM - BAIRRO N					
01	003_2015-SIN-CBN-01-00	SINOS	DIQUE CAMPO BOM	Dique Campo Bom - Bairro N	Planta Baixa
02	003_2015-SIN-CBN-02-00	SINOS	DIQUE CAMPO BOM	Dique Campo Bom - Bairro N	Seção Tipo
03	003_2015-SIN-CBN-03-00	SINOS	DIQUE CAMPO BOM	Dique Campo Bom - Bairro N	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
OBRAS DE PROTEÇÃO PARANHANA - IGREJINHA NORTE					
01	003_2015-PAR-IGN-01-00	PARANHANA	IGREJINHA ME NORTE	Dique Igrejinha - Norte	Planta Baixa
02	003_2015-PAR-IGN-02-00	PARANHANA	IGREJINHA ME NORTE	Dique Igrejinha - Norte	Seção Tipo
03	003_2015-PAR-IGN-03-00	PARANHANA	IGREJINHA ME NORTE	Dique Igrejinha - Norte	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas
OBRAS DE PROTEÇÃO PARANHANA - IGREJINHA SUL					
01	003_2015-PAR-IGS-01-00	PARANHANA	IGREJINHA ME SUL	Dique Igrejinha - Sul	Planta Baixa
02	003_2015-PAR-IGS-02-00	PARANHANA	IGREJINHA ME SUL	Dique Igrejinha - Sul	Seção Tipo
03	003_2015-PAR-IGS-03-00	PARANHANA	IGREJINHA ME SUL	Dique Igrejinha - Sul	Esquema Gráfico - Volumes e Áreas

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

5.5.1 Geral



METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	01/06/2018

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

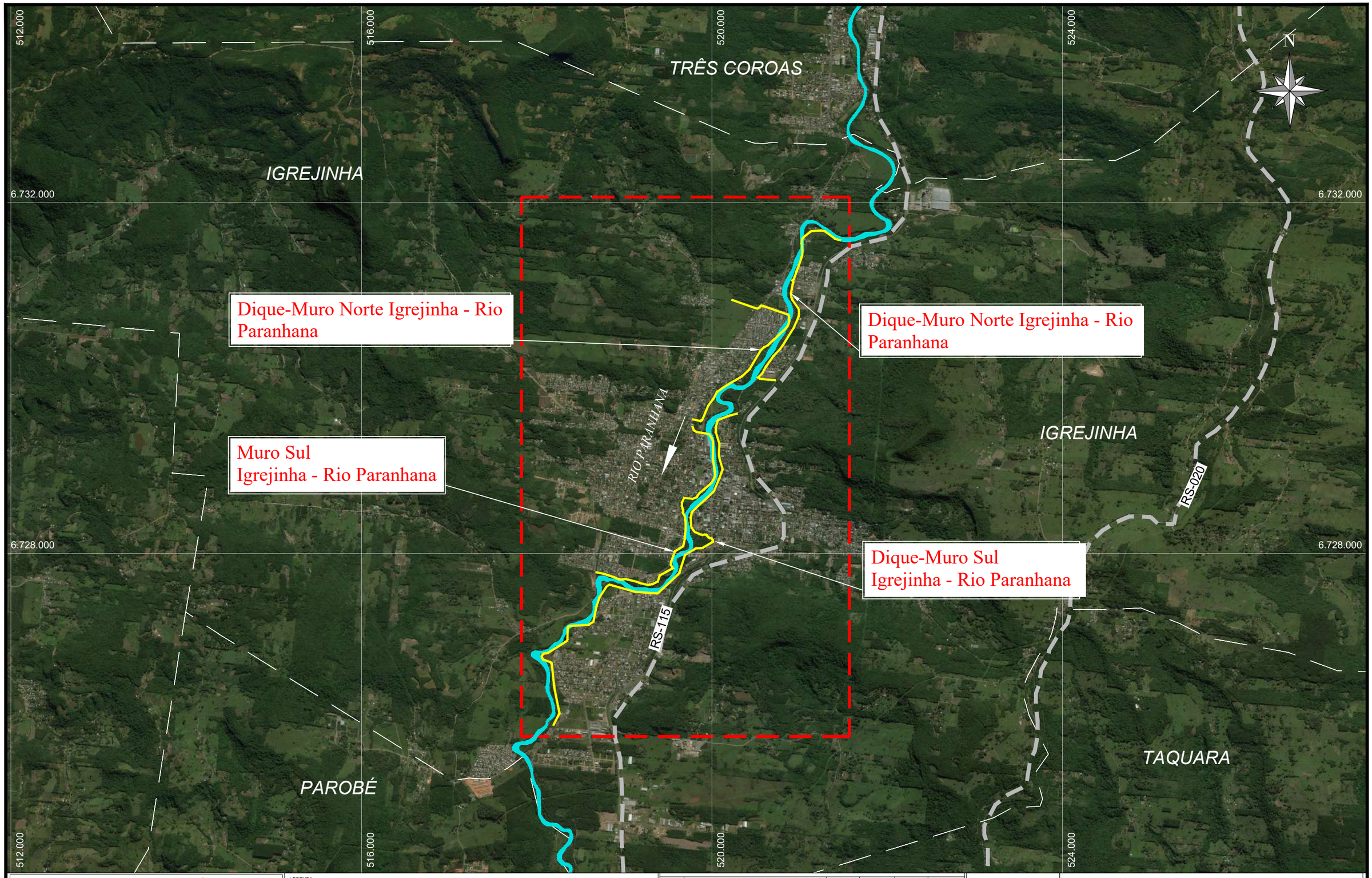
METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

PLANTA GERAL DAS INTERVENSÕES CENÁRIO CONSOLIDADO

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:100000	003_2015-SIN-GBS-02-00.DWG	003_2015-SIN-GBS-02-00	01/01

A3: 420x297cm



METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	01/06/2018

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

PLANTA GERAL DAS INTERVENSÕES CENÁRIO CONSOLIDADO

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:40000	003_2015-SIN-GMS-01-00.DWG	003_2015-SIN-GMS-01-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.2 Sistema de Proteção Canoas/Esteio Proteção às Ocupações já Existentes



METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | ENGENHARIA MJ | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

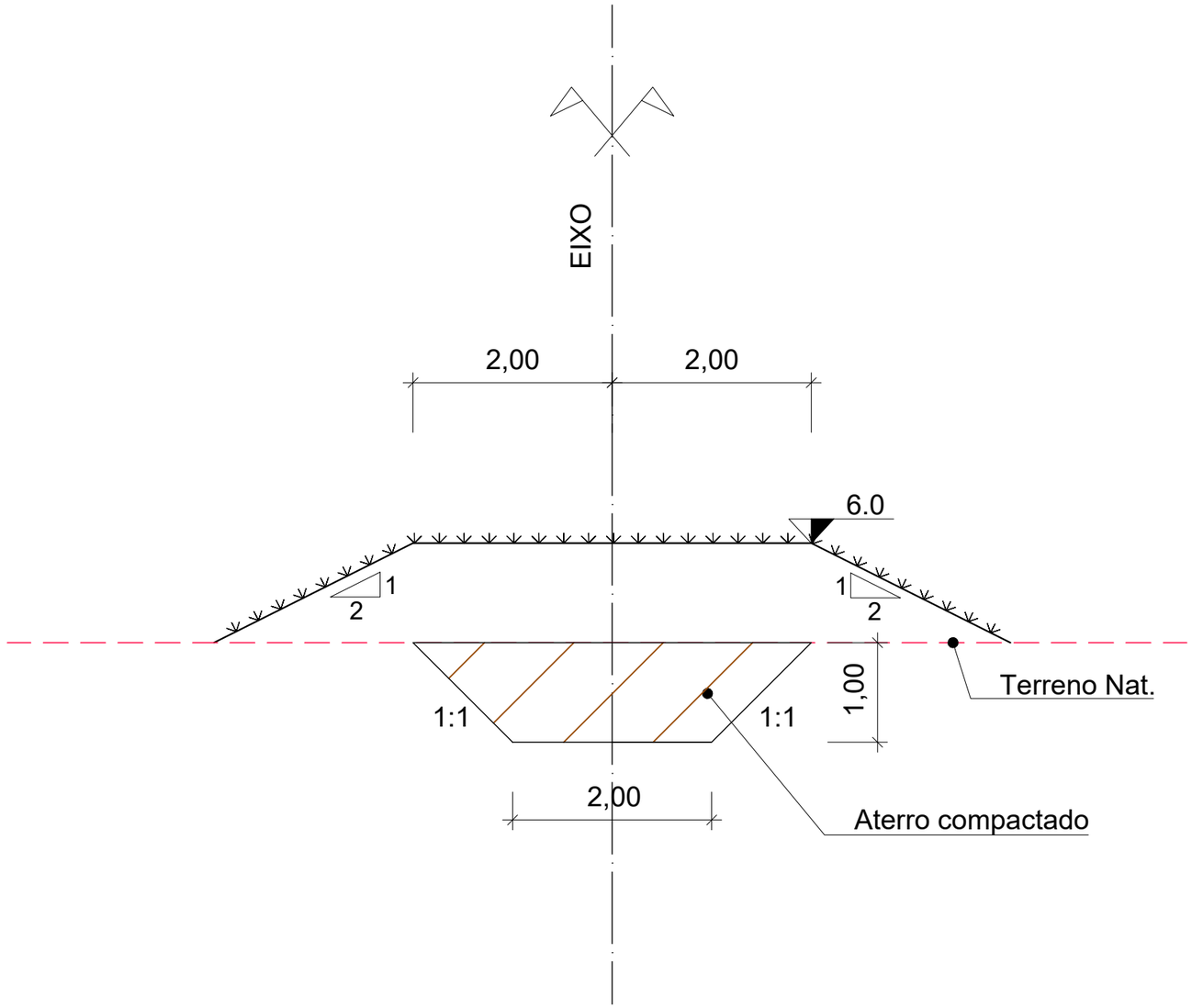
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Planta Baixa

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:30000	003_2015-SIN-448-01-00.DWG	003_2015-SIN-448-01-00	01/01

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO
DIQUES 01,02,03



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

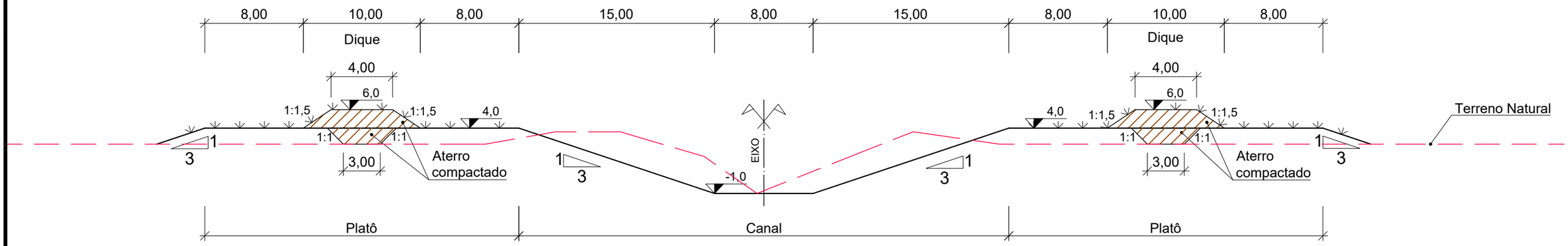
Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-02-00.DWG	003_2015-SIN-448-02-00	01/04

A3: 420x297cm

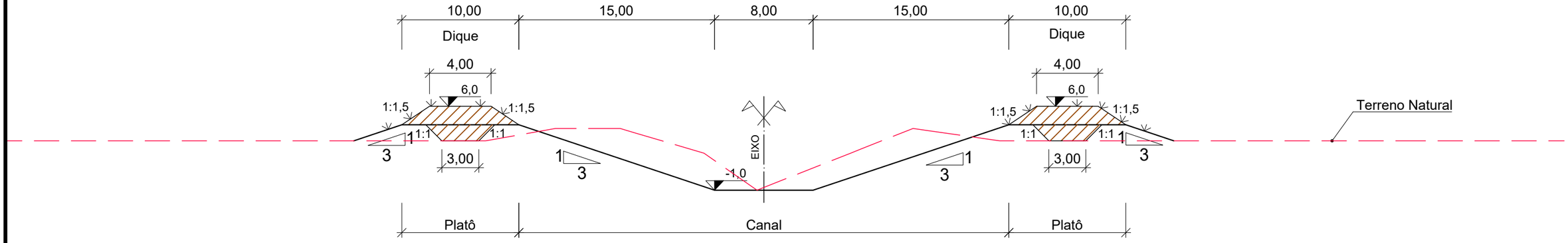
DIQUES E CANAL SAPUCAIA
SEÇÃO-TIPO 01

Km 0+000 ao Km 0+540



SEÇÃO-TIPO 02

Km 0+540 ao Km 1+237



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

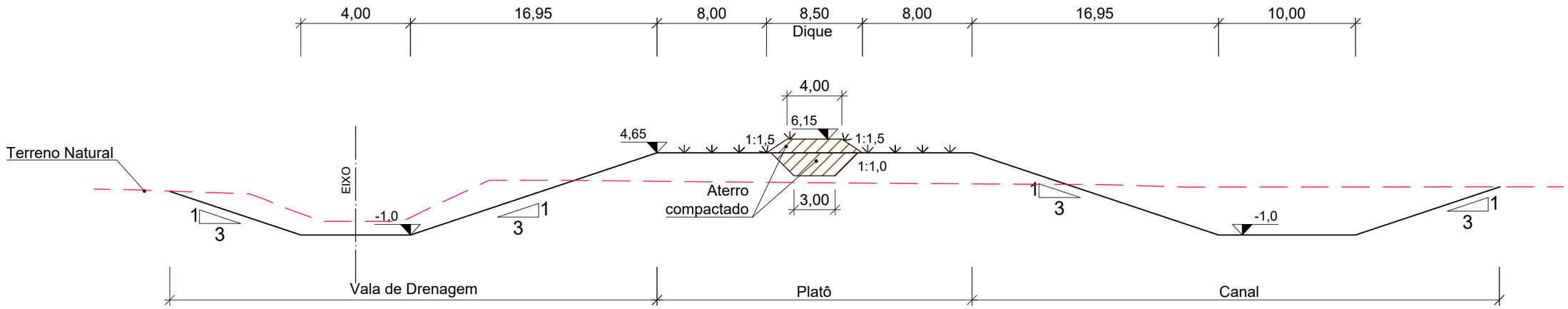
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-02-00.DWG	003_2015-SIN-448-03-00	02/04

A3: 420x297cm

DIQUE E CANAL ESTEIO
SEÇÃO-TIPO



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

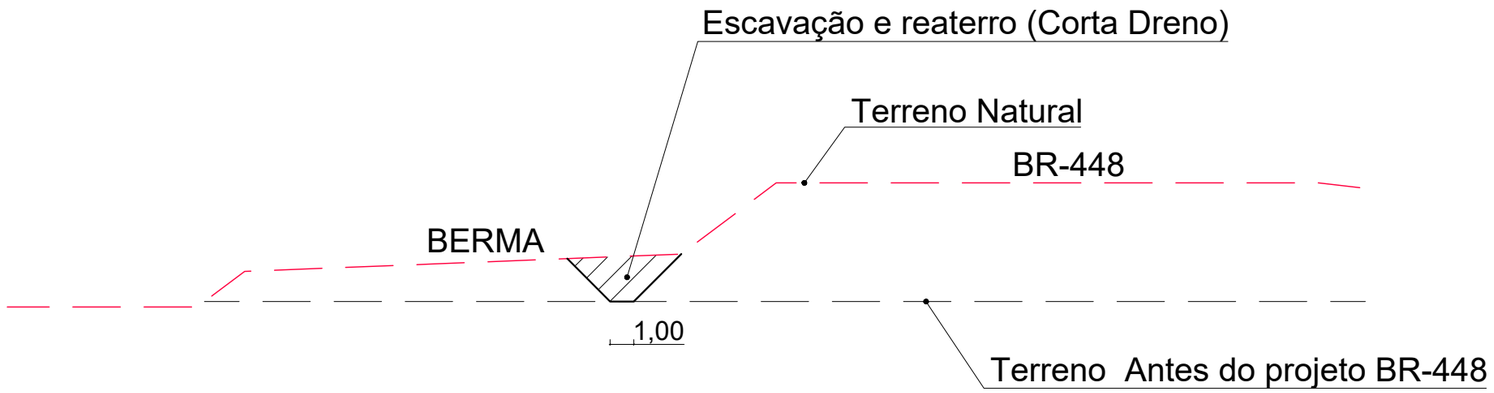
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-02-00.DWG	003_2015-SIN-448-04-00	03/04

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO
CORTA DRENO



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

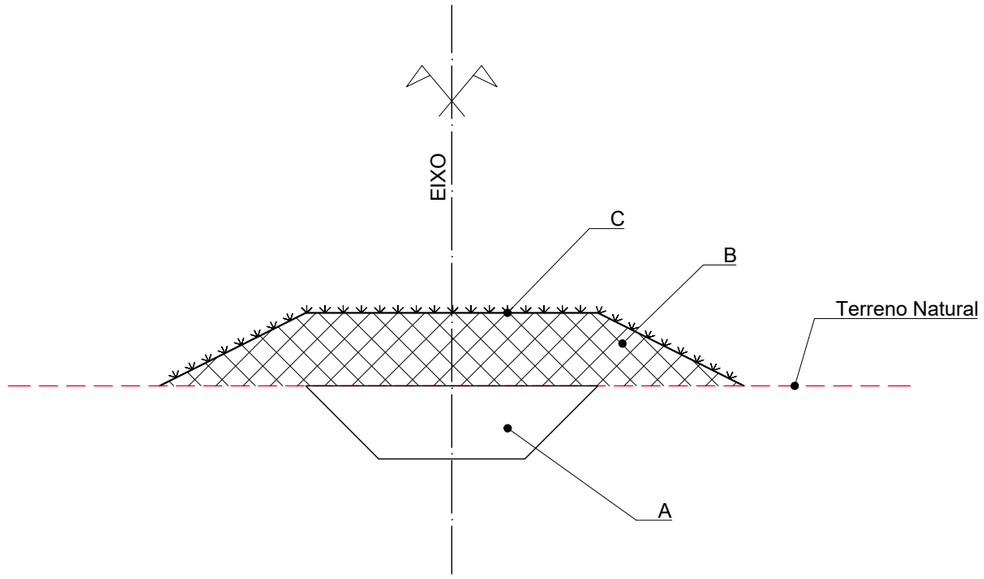
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-02-00.DWG	003_2015-SIN-448-05-00	04/04

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:
DIQUE 01:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 3.452 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 31.485 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 19.386 m²

DIQUE 02:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 3.843 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 45.414m³
C = ENLEIVAMENTO..... 25.594 m²

DIQUE 03:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 25.728 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 358.882 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 172.758 m²

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop ENGENHARIA MJ COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

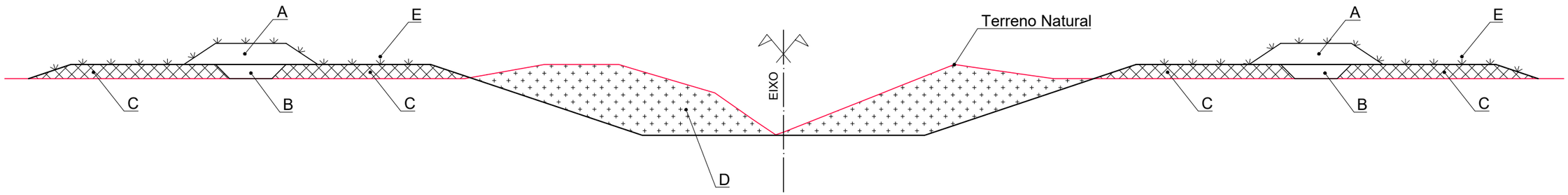
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-05-00.DWG	003_2015-SIN-448-06-00	01/04

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUES E CANAL SAPUCAIA



LEGENDA

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE DE CONTENÇÃO)..... 34.160 m³
B = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 7.400 m³
C = ATERRO LANÇADO E ESPALHADO (BERMAS LATERAIS)..... 51.600 m³
D = ESCAVAÇÃO ..... 71.800 m³

ÁREA 3D:

E = ENLEIVAMENTO..... 35.700 m²

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop ENGENHARIA MJ COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

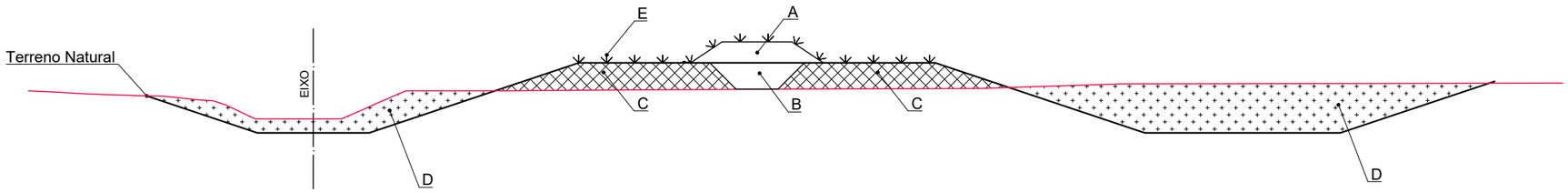
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-05-00.DWG	003_2015-SIN-448-07-00	02/04

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO - ESTEIO



LEGENDA

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE DE CONTENÇÃO)..... 21.784 m³
B = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 26.548 m³
C = ATERRO LANÇADO E ESPALHADO (BERMAS LATERAIS)..... 135.054m³
D = ESCAVAÇÃO ..... 251.554 m³

ÁREA 3D:

E = ENLEIVAMENTO..... 154.504 m²

METROPLAN
encop
ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

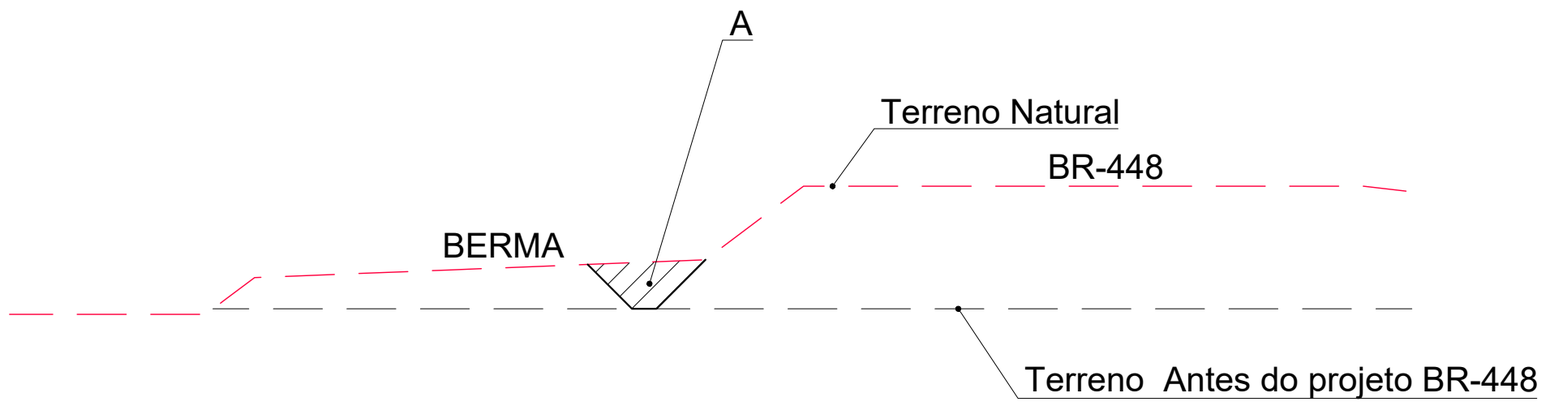
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-05-00.DWG	003_2015-SIN-448-08-00	03/04

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO
CORTA DRENO



LEGENDA

VOLUMES:

A = ESCAVAÇÃO E REATERRO..... 15.000 m³

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS001139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

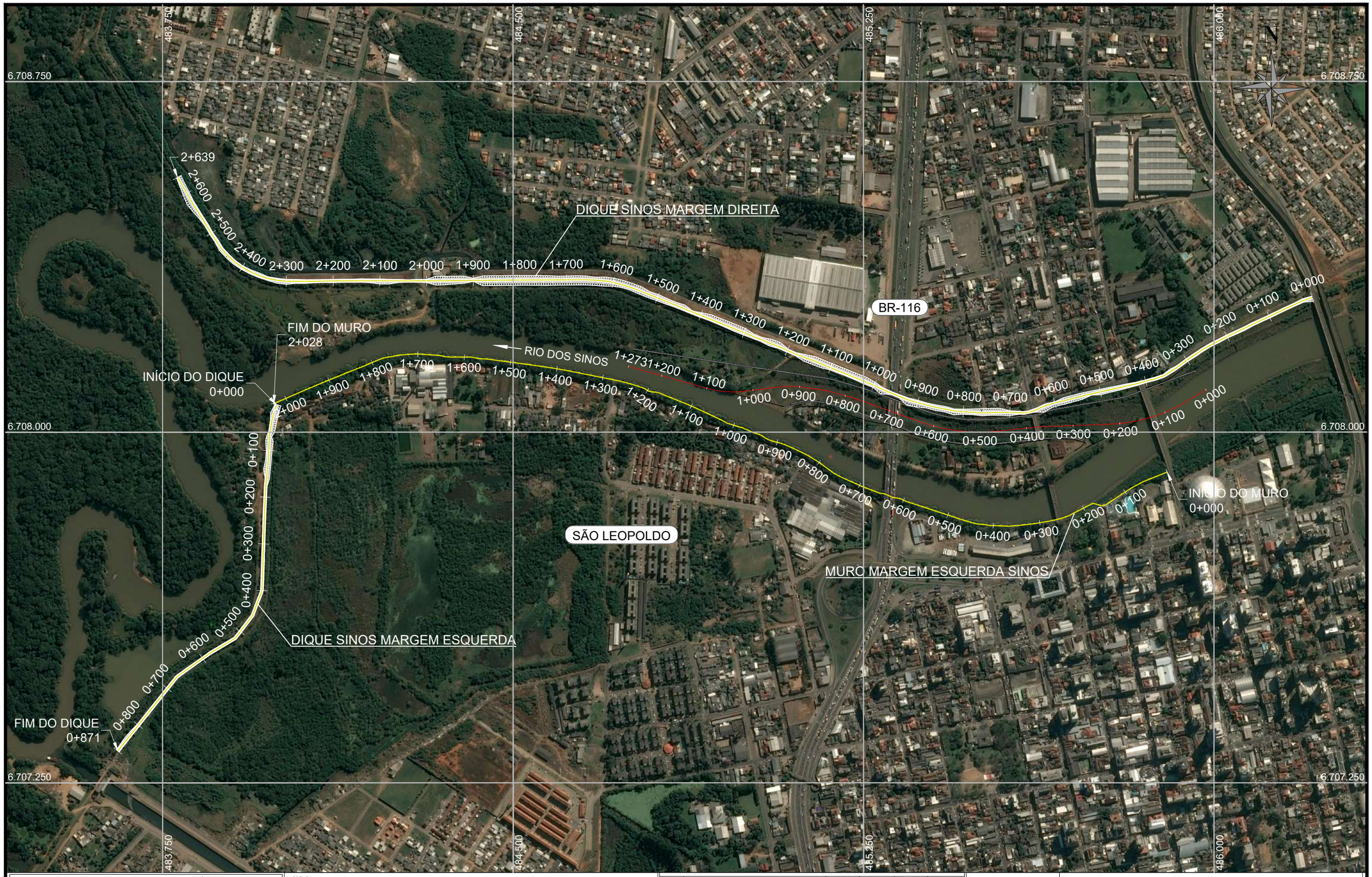
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Obras Região da BR-448
CENÁRIO 2B
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-448-05-00.DWG	003_2015-SIN-448-09-00	04/04

A3: 420x297cm

5.5.3 Sistema de Proteção São Leopoldo sob a BR-116



METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop — ENGENHARIA MJ — COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

- SENTIDO DO FLUXO
- LIMITE MUNICIPAL
- ALARGAMENTO E APROFUNDAMENTO
- ATERRO
- GABIÃO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	26/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

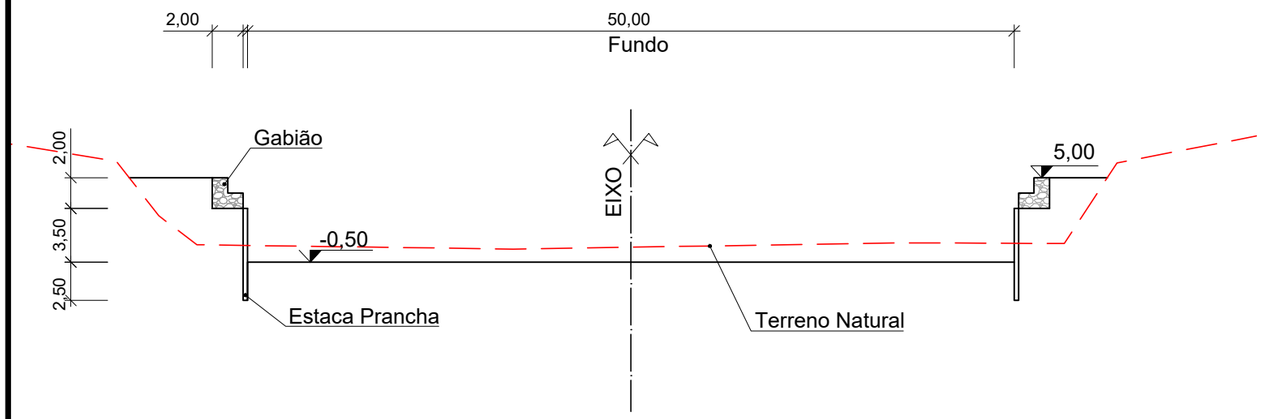
OBRAS BR-116
Melhoria do Canal Secundário do Sinos
Planta Baixa

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:7500	003_2015-SIN-APR-01-00.DWG	003_2015-SIN-APR-01-00	01/01

A3: 420x297cm

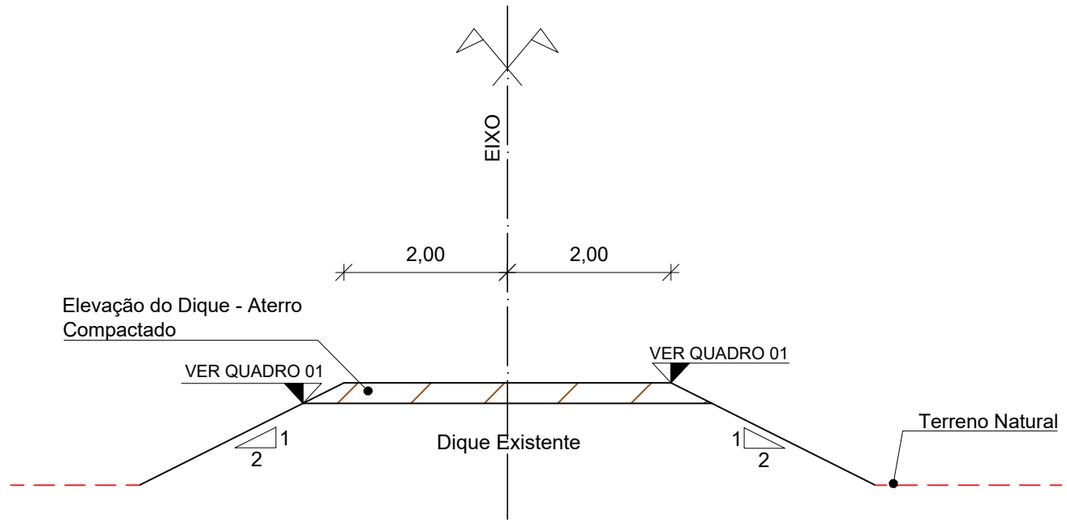
SEÇÃO-TIPO

APROFUNDAMENTO DO CANAL DO SINOS
Escala:1:400



SEÇÃO-TIPO

DIQUE SINOS MARGEM LD
Escala:1:75



QUADRO 01		
QUILÔMETRO	COTA COROAMENTO	
	DIQUE EXISTENTE	DIQUE PROJETADO
Km 0+000 ao km 1+980	7,00	7,50
Km 2+000 ao km 2+640	6,00	6,50

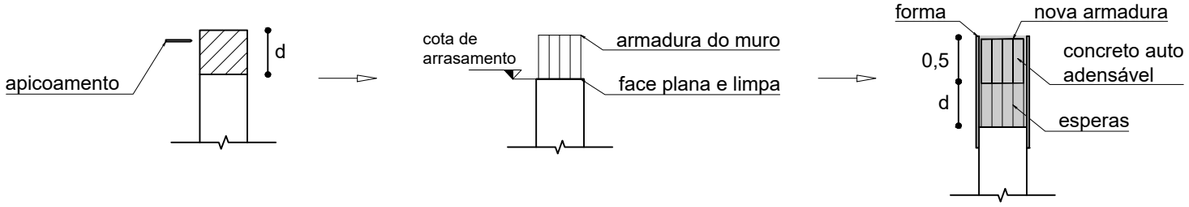
SEÇÃO-TIPO

Elevação dos muros existentes
Escala: s/escala

1 - PREPARO DO COROAMENTO EXISTENTE

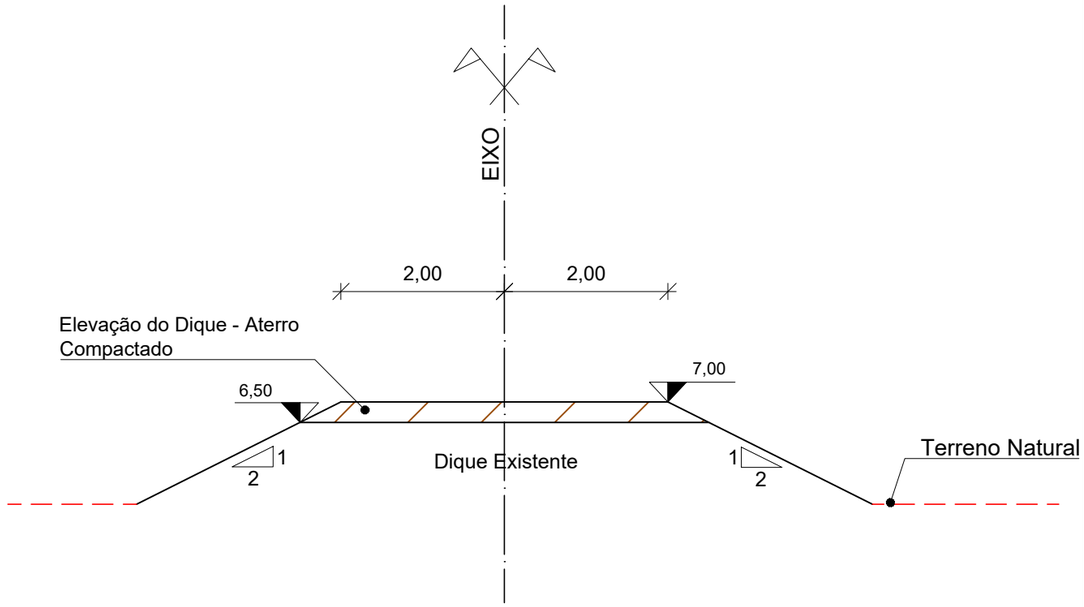
2 - EXPOSIÇÃO DA ARMADURA EXISTENTE

3 - CONCRETAGEM



SEÇÃO-TIPO

DIQUE SINOS MARGEM LE
Escala:1:75



METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

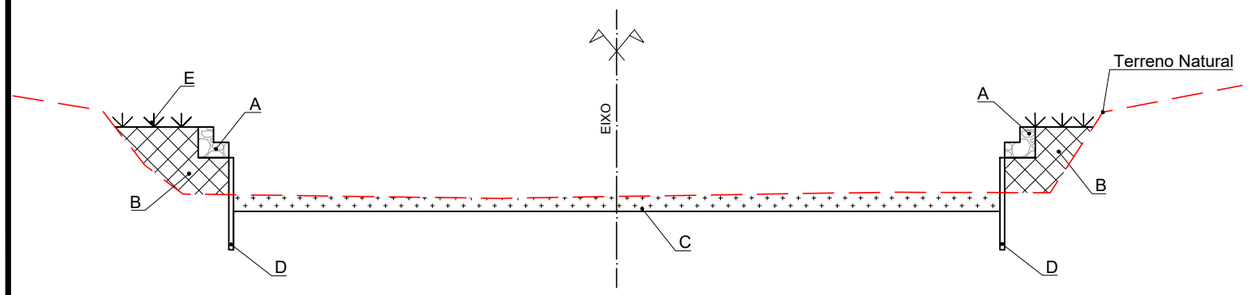
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

OBRAS BR-116
Melhoria do Canal Secundário do Sinos
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
INDICADA	003_2015-SIN-APR-02-00.DWG	003_2015-SIN-APR-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
APROFUNDAMENTO DO CANAL DO SINOS



LEGENDA

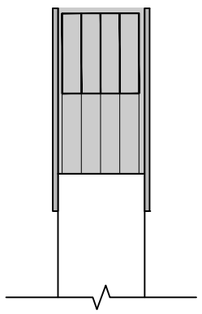
VOLUMES E ÁREAS:

A = GABIÃO.....5887,80 m³
B = ATERRO LANÇADO ESPALHADO.....65807,00 m³
C = ESCAVAÇÃO.....132118,00 m³

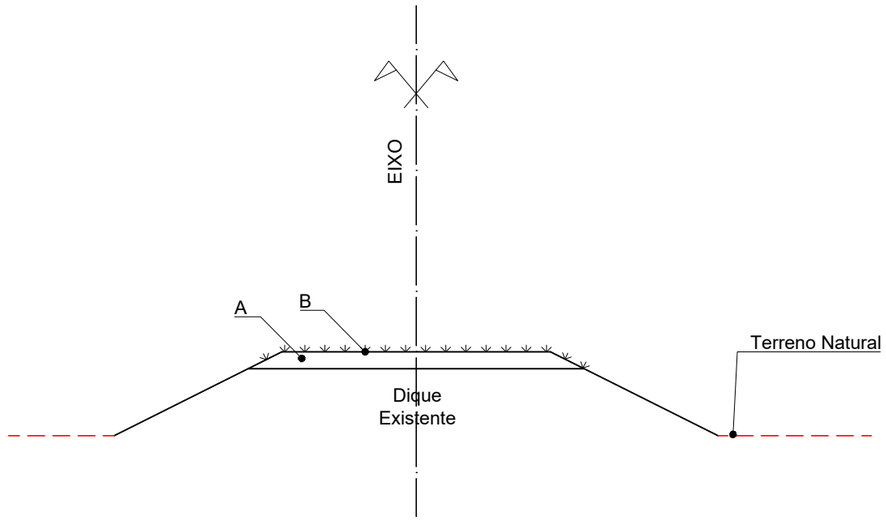
D = ESTACA PRANCHA.....11451,42 m²
E = ENLEIVAMENTO.....31909,23 m²

ELEVAÇÃO DO MURO MARGEN ESQUERDA SINOS

EXTENSÃO DO MURO.....2028,00 m



ESQUEMA GRÁFICO
DIQUES SINOS



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

DIQUE SINOS MARGEM DIREITA

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....12656,30 m³
B = ENLEIVAMENTO.....31963,58 m³

DIQUE SINOS MARGEM ESQUERDA

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....3629,80 m³
B = ENLEIVAMENTO.....6853,47 m²

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop
MJ ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

OBRAS BR-116
Melhoria do Canal Secundário do Sinos
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-APR-03-00.DWG	003_2015-SIN-APR-03-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.4 Sistema de Proteção Nova Santa Rita



METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

LIMITE MUNICIPAL

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

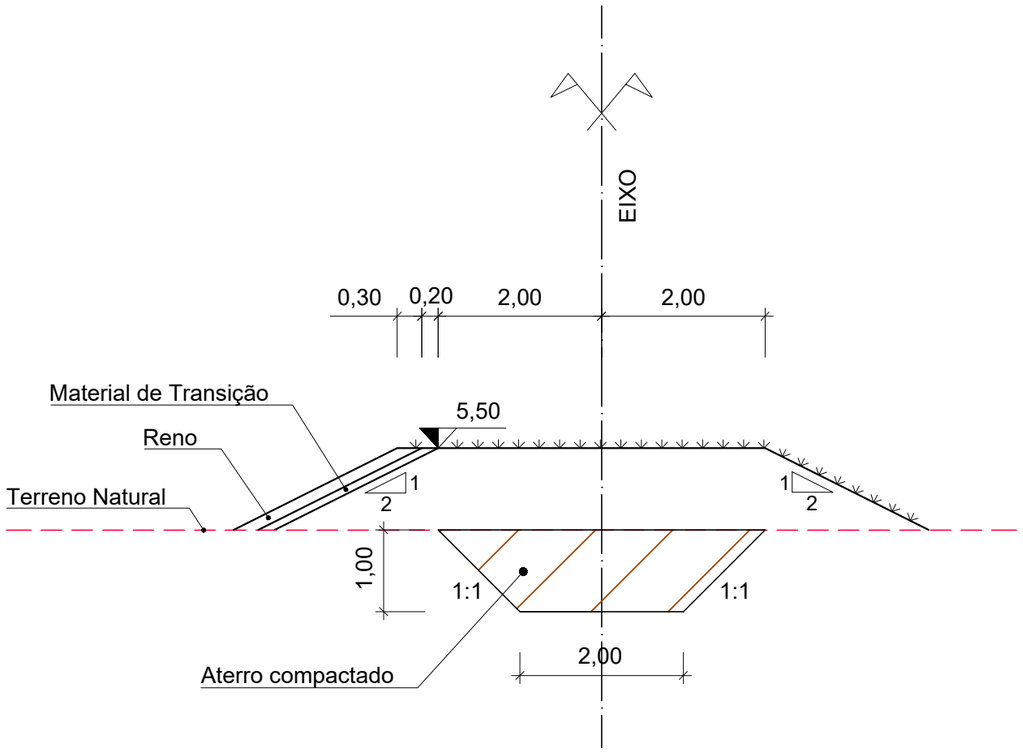
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE NOVA SANTA RITA
Planta Baixa

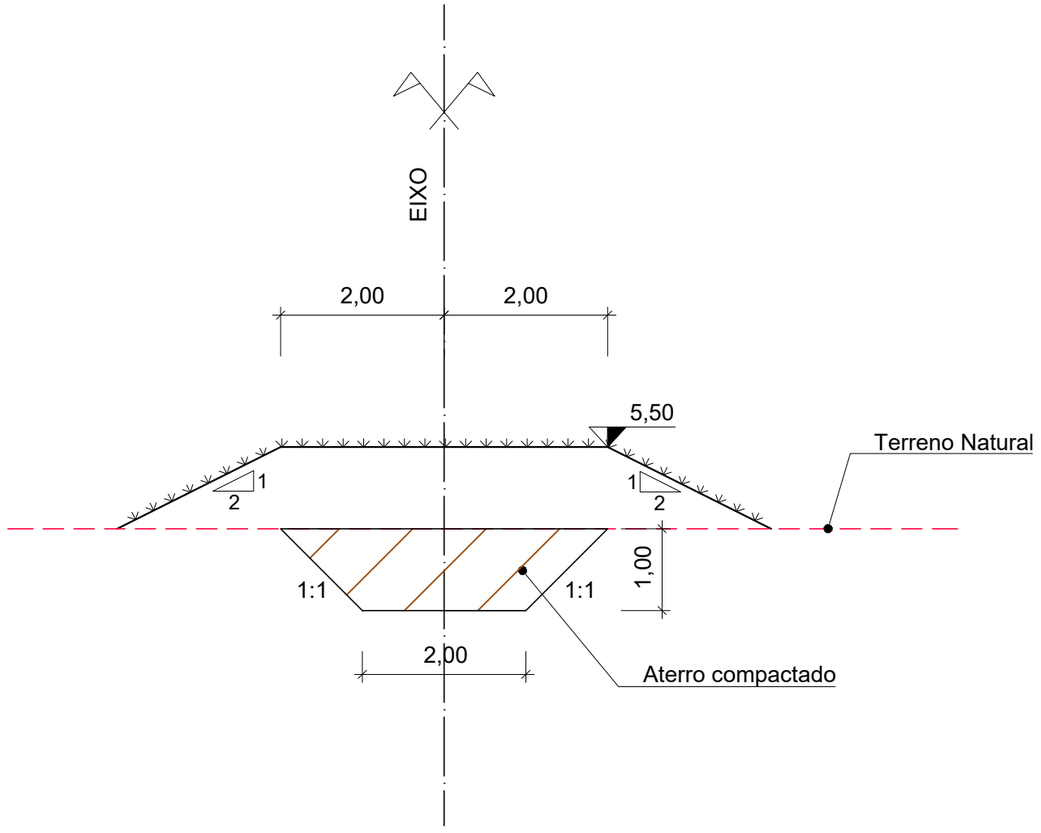
ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:7500	003_2015-SIN-NST-01-00.DWG	003_2015-SIN-NST-01-00	01/01

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO 01
Km 0+000 ao Km 0+600



SEÇÃO-TIPO 02
Km 0+600 ao Km 1+698



METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop
ENGENHARIA MJ
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

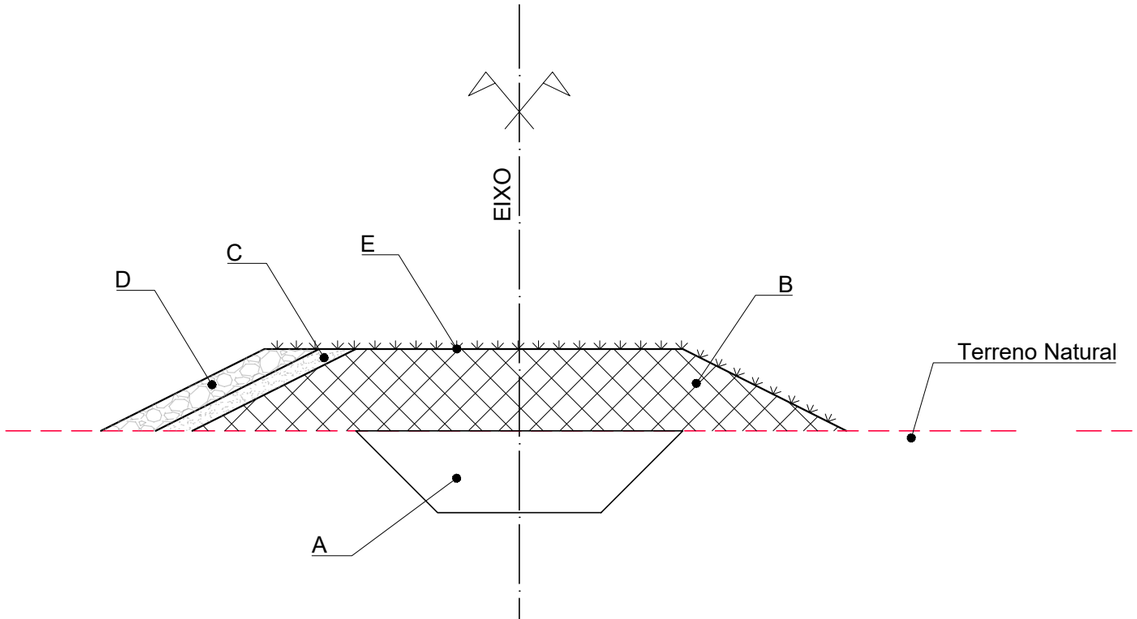
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE NOVA SANTA RITA
Seção-Tipo

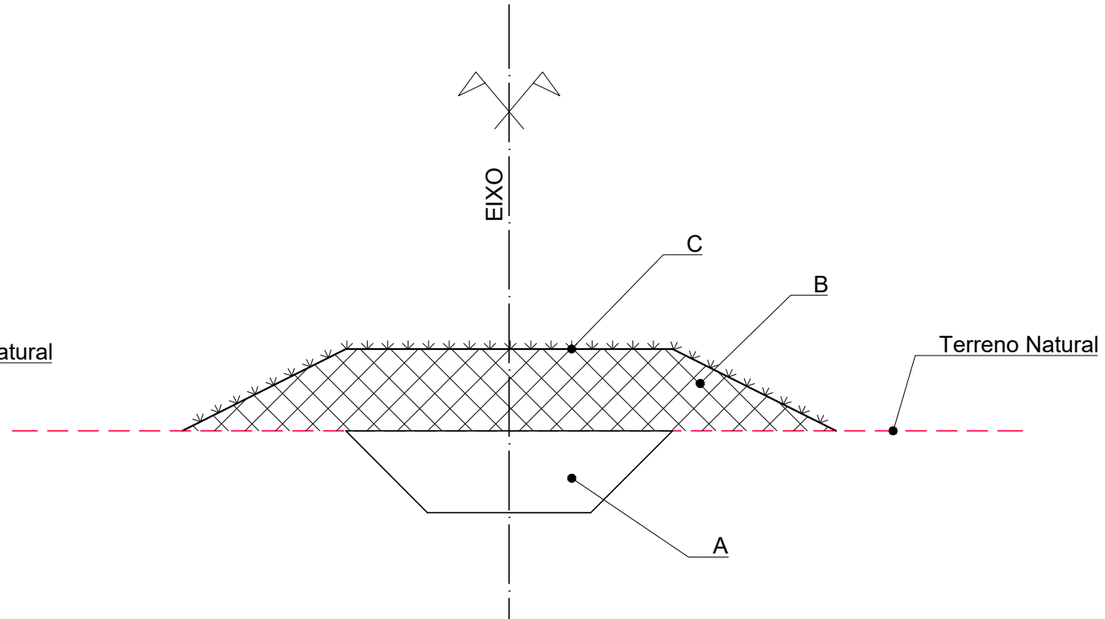
ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:75	003_2015-SIN-NST-02-00.DWG	003_2015-SIN-NST-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO 02
Km 0+600 ao Km 1+698



ESQUEMA GRÁFICO 01
Km 0+000 ao Km 0+600



LEGENDA

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 5065,00 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 48800,00 m³
C = MATERIAL DE TRANSIÇÃO..... 425,85 m³
D = RENO..... 639,19 m³

ÁREA 3D:

E = ENLEIVAMENTO..... 28735,02 m²

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE NOVA SANTA RITA
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-NST-03-00.DWG	003_2015-SIN-NST-03-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.5 Sistema de Proteção Sapucaia do Sul



LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

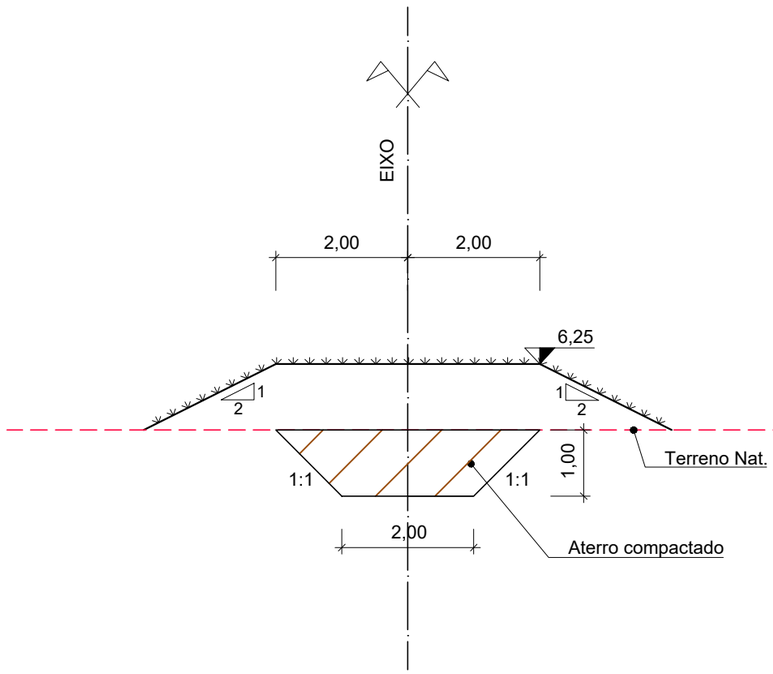
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

OBRAS SAPUCAIA DO SUL
Dique Norte e Dique–Muro Sul
Planta Baixa

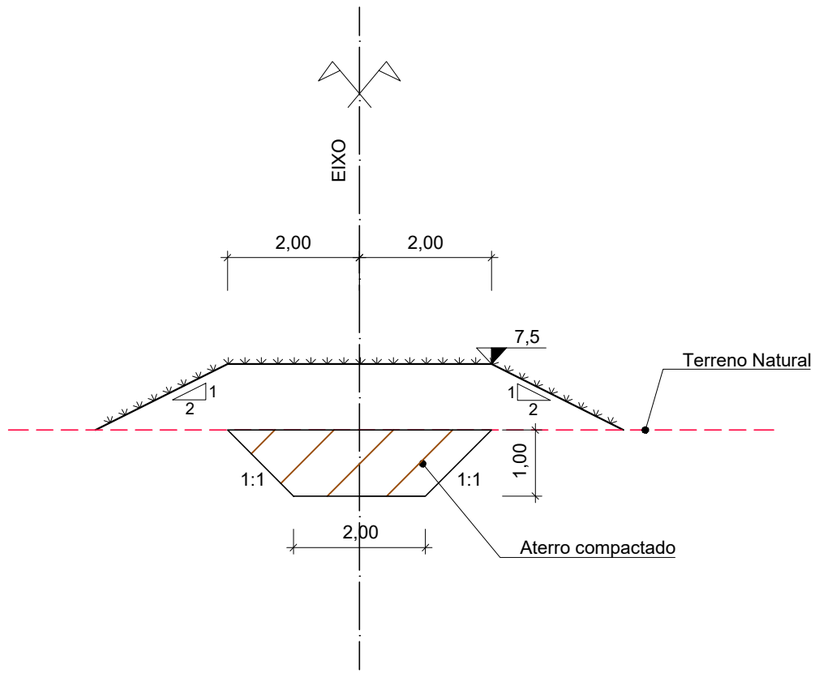
ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:10000	003_2015–SIN–SAPU–01–00.DWG	003_2015–SIN–SAPU–01–00	01/01

A3: 420x297cm

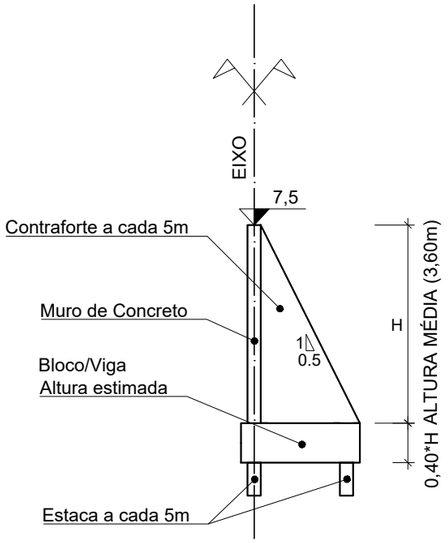
SEÇÃO-TIPO - DIQUE NORTE



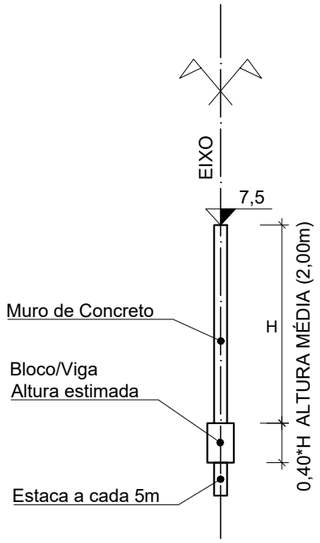
SEÇÃO-TIPO - DIQUE E MURO SUL



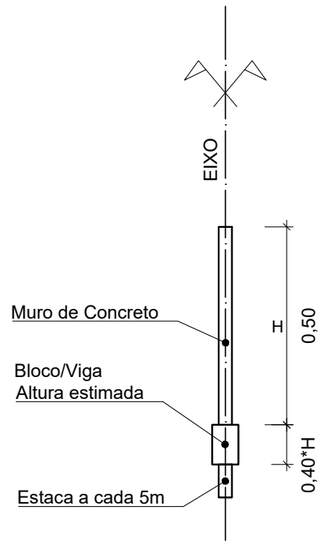
SEÇÃO-TIPO MURO >3,0m



SEÇÃO-TIPO MURO <3,0m



SEÇÃO-TIPO COTA DO TERRENO >7,5



METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop
ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

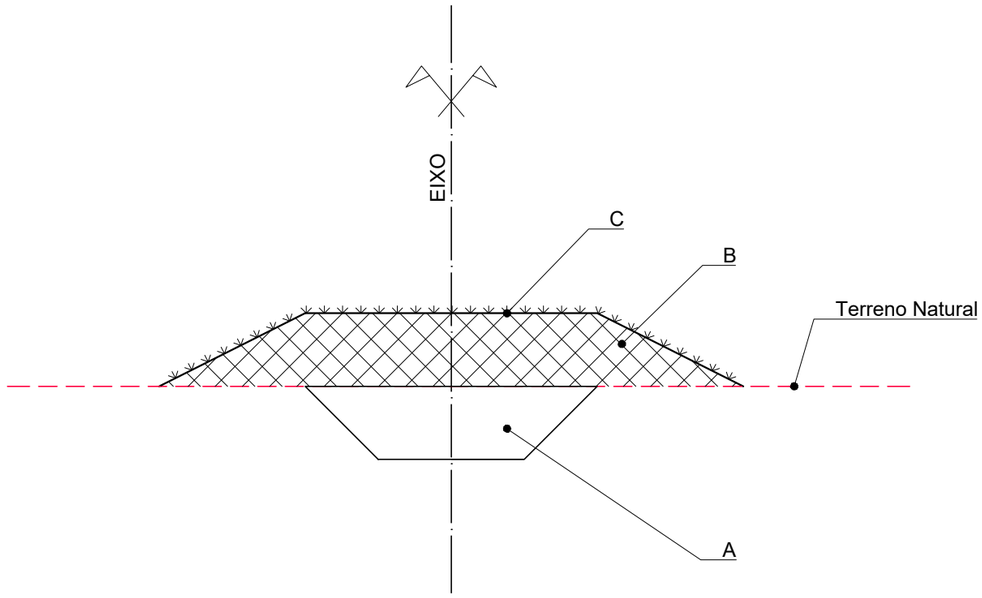
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

OBRAS SAPUCAIA DO SUL
Dique Norte e Dique-Muro Sul
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-SAPU-02-00.DWG	003_2015-SIN-SAPU-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

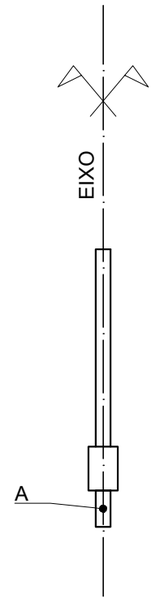
DIQUE NORTE
EXTENSÃO TOTAL: 909 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 2787,26 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 23782,88 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 14134,00 m²

DIQUE SUL
EXTENSÃO TOTAL: 1220 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 3763,96m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 47795,02m³
C = ENLEIVAMENTO..... 23943,37 m²

ESQUEMA GRÁFICO
MURO <3,00m E TERRENO NATURAL >7,50m



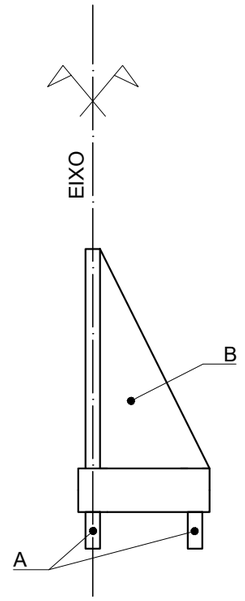
LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

DIQUE SUL
EXTENSÃO TOTAL: 1510 m

A = ESTACAS..... 302 Un

SEÇÃO-TIPO
MURO >3,0m



LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

DIQUE SUL
EXTENSÃO TOTAL: 840 m

A = ESTACAS..... 336 Un
B = CONTRAFORTE..... 168 Un

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

OBRAS SAPUCAIA DO SUL
Dique Norte e Dique–Muro Sul
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015–SIN–SAPU–03–00.DWG	003_2015–SIN–SAPU–03–00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.6 Sistema de Proteção do Arroio Cerquinha - São Leopoldo



LEGENDA:

<— SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

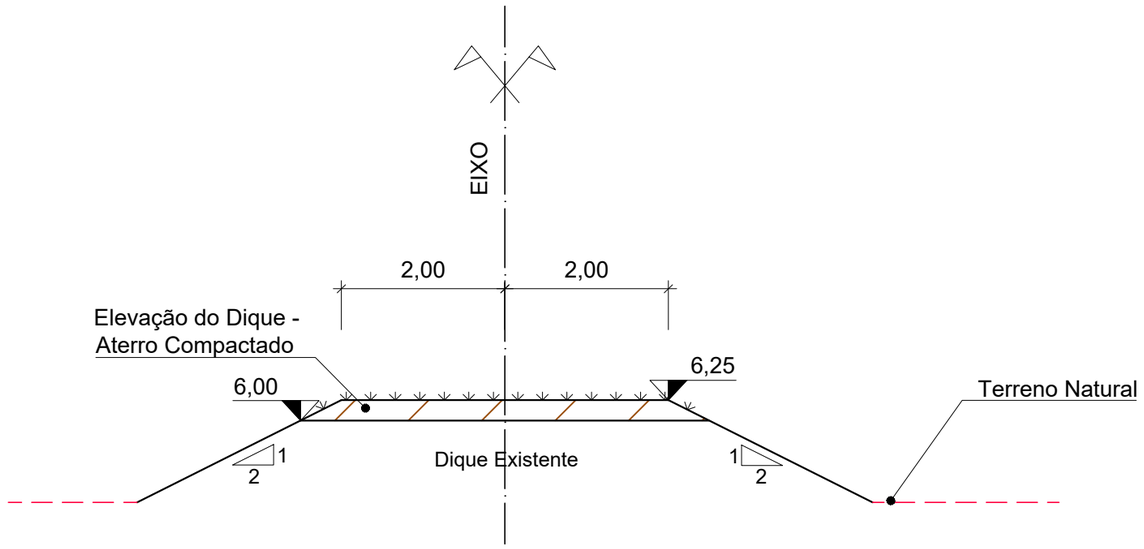
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE CERQUINHA
Diques Cerquinha Margem Esquerda e Direita
Planta Baixa

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:10000	003_2015-SIN-CER-01-00 .DWG	003_2015-SIN-CER-01-00	01/01

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO



LEGENDA:

0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS001.39518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

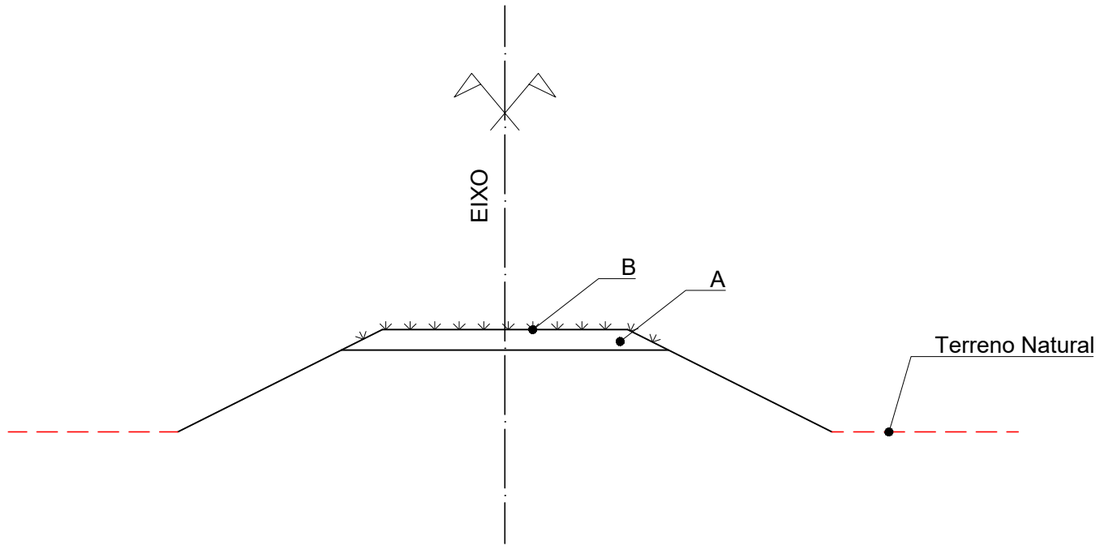
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE CERQUINHA
Diques Cerquinha Margem Esquerda e Direita
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:75	003_2015-SIN-CER-02-00.DWG	003_2015-SIN-CER-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

DIQUE MARGEM DIREITA:

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....28484,39 m³
B = ENLEIVAMENTO.....28597,88 m²

DIQUE MARGEM ESQUERDA:

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....9224,54 m³
B= ENLEIVAMENTO.....13272,11 m²

METROPLAN
encop
ENGENHARIA MJ
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE CERQUINHA
Diques Cerquinha Margem Esquerda e Direita
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-CER-03-00 .DWG	003_2015-SIN-CER-03-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.7 Sistema de Proteção São Leopoldo - Feitoria



LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

LIMITE MUNICIPAL

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

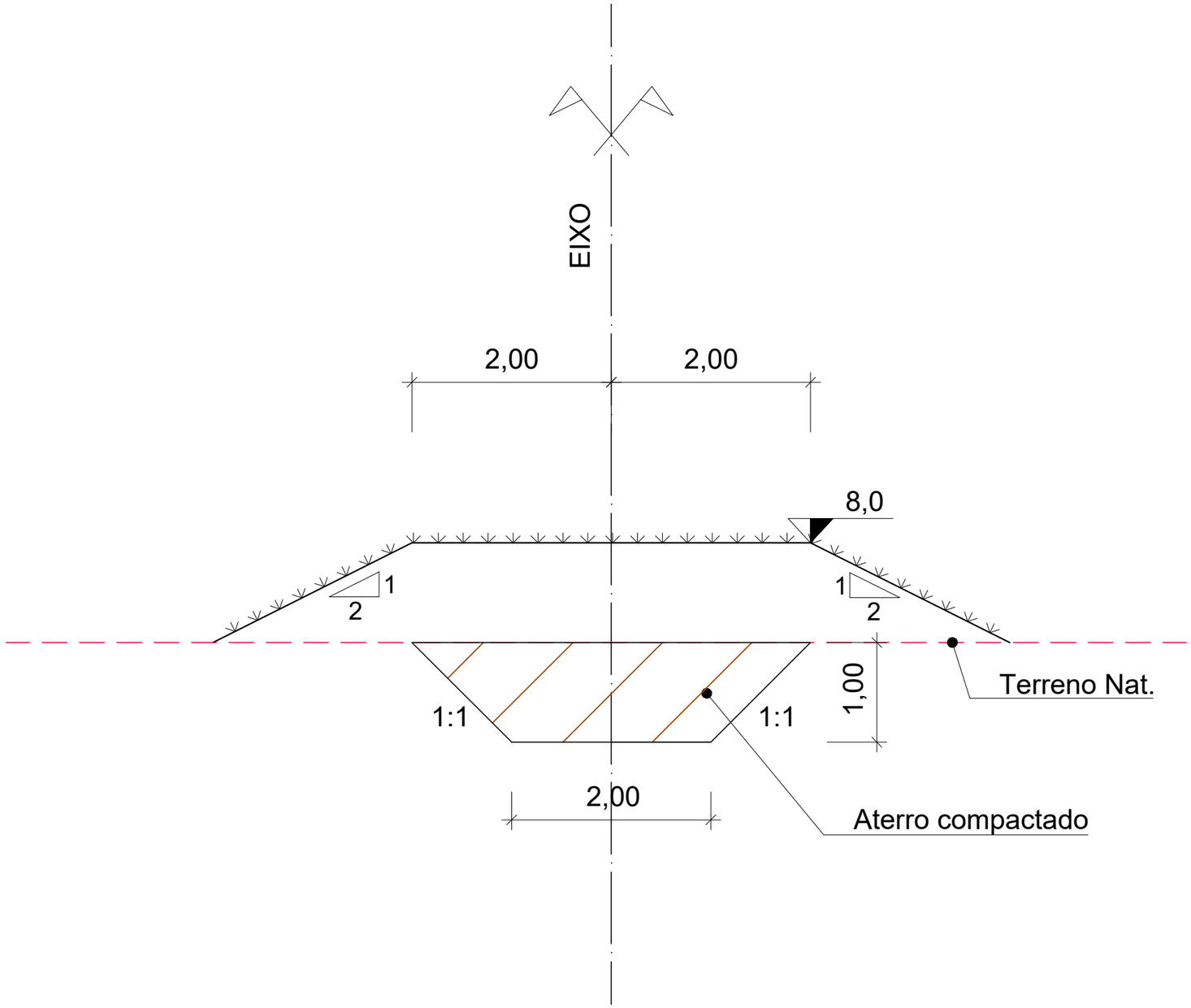
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Planta Baixa

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:7500	003_2015-SIN-SSL-01-00.DWG	003_2015-SIN-NHS-01-00	01/01

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

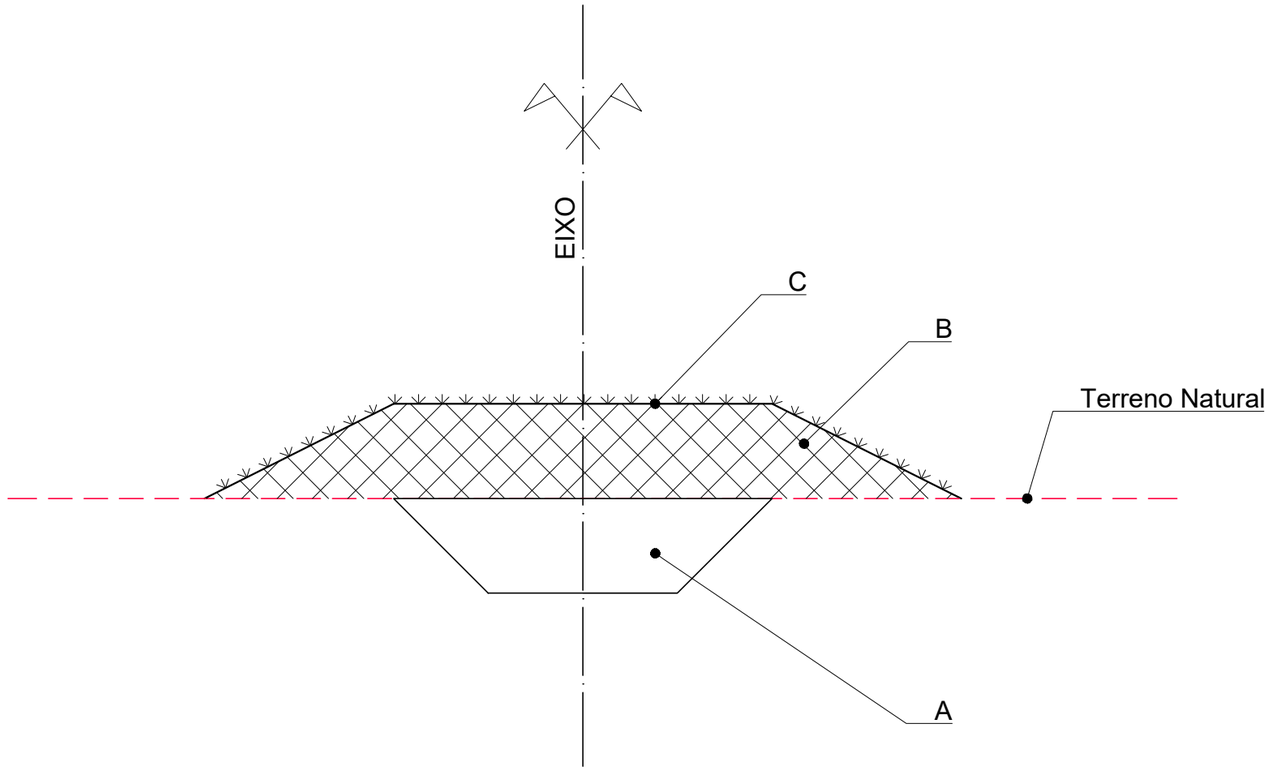
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE SINOS SÃO LEOPOLDO
Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:25	003_2015-SIN-SSL-02-00.DWG	003_2015-SIN-SAPU-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 12750,70 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 107195,80 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 65440,69 m²

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE SINOS SÃO LEOPOLDO
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-SSL-03-00.DWG	003_2015-SIN-SSL-03-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.8 Sistema de Proteção Novo Hamburgo / Lomba Grande

491.750
492.000
492.250
6.711.500
6.711.250
6.711.000
N
Rio dos Sinos
0+450
3+1R Q=780m³/h P=21CV
0+400
Final do Muro: Km 0+360
0+350
0+300
0+250
0+200
0+150
0+100
0+050
Início do Muro: Km 0+000
0+500
0+550
0+600
0+650
0+700
0+750
0+800
0+850
0+900
0+950
1+000
1+050
1+100
1+150
1+200
1+250
1+300
NOVO HAMBURGO
Estr. Leopoldo Petri

METROPLAN
encop
ENGENHARIA MJ
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:
SENTIDO DO FLUXO
LIMITE MUNICIPAL

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

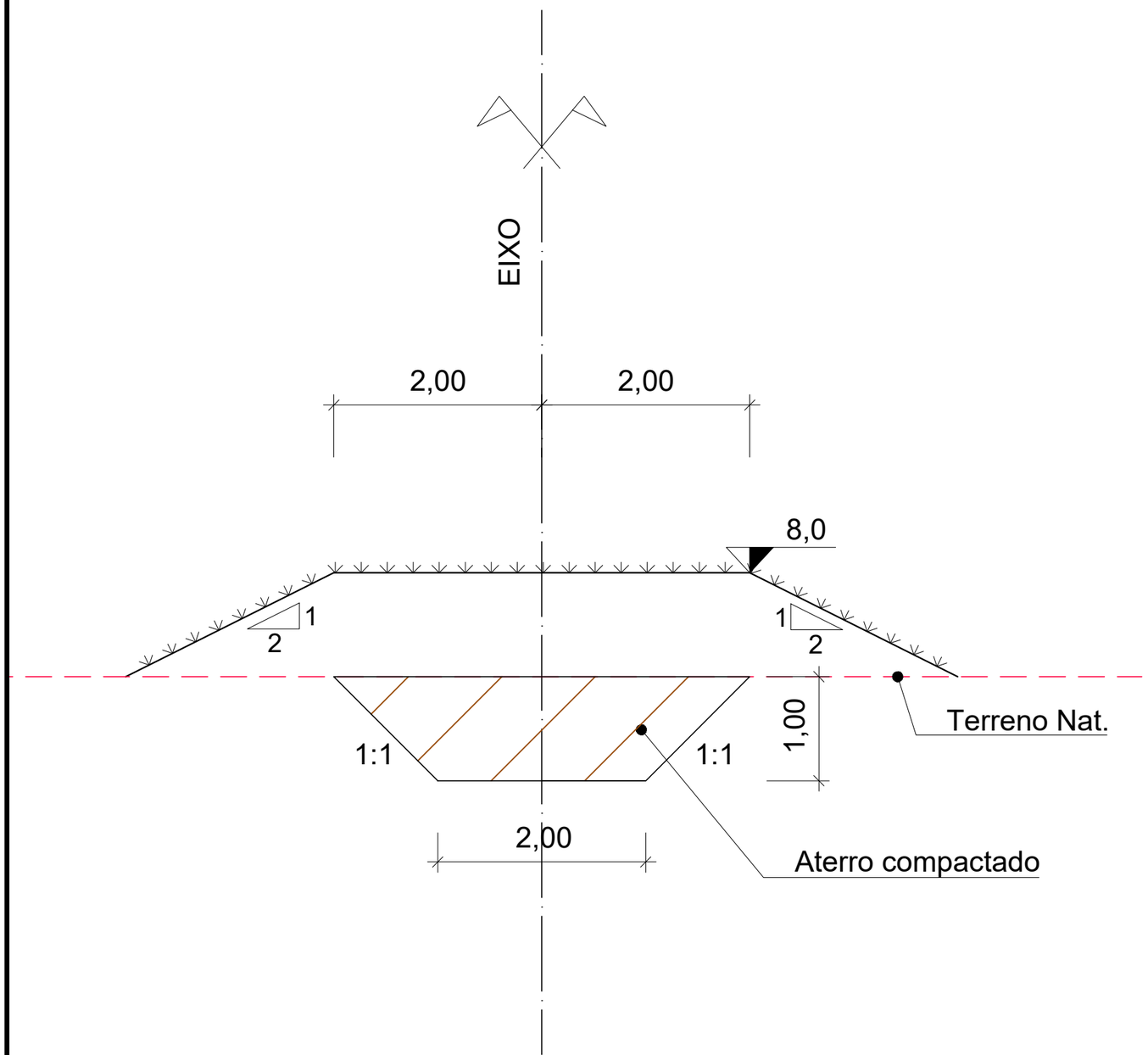
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE SINOS NOVO HAMBURGO
Planta Baixa

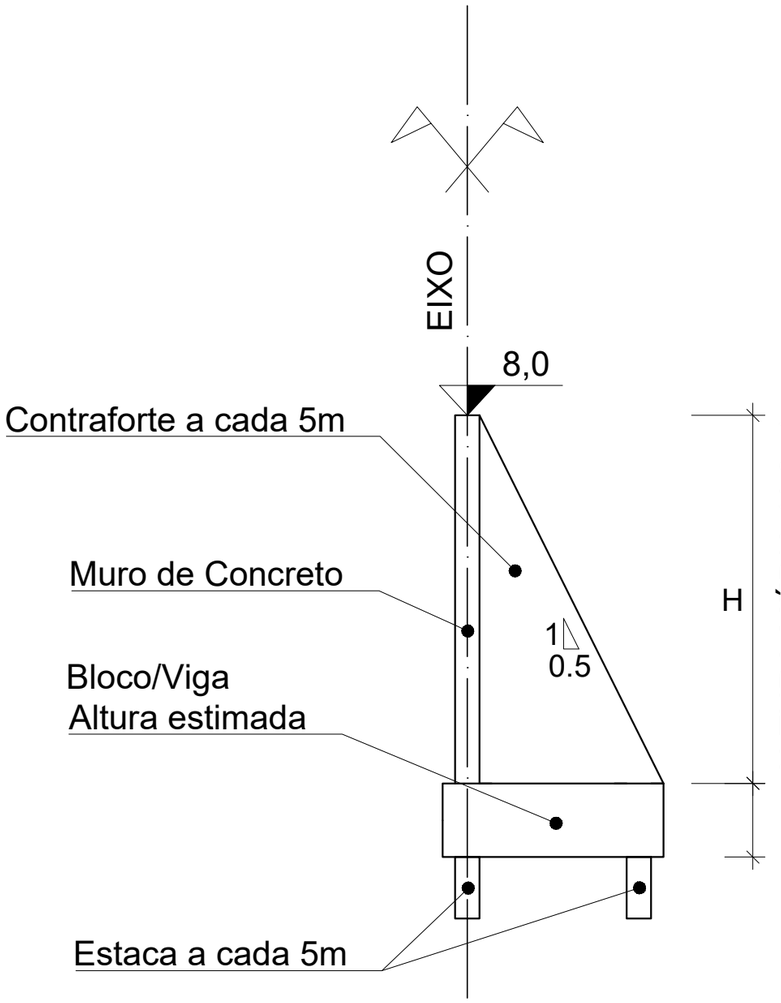
ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:2500	003_2015-SIN-SNH-01-00.DWG	003_2015-SIN-NHS-01-00	01/01

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO



SEÇÃO-TIPO
MURO >3,0m



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

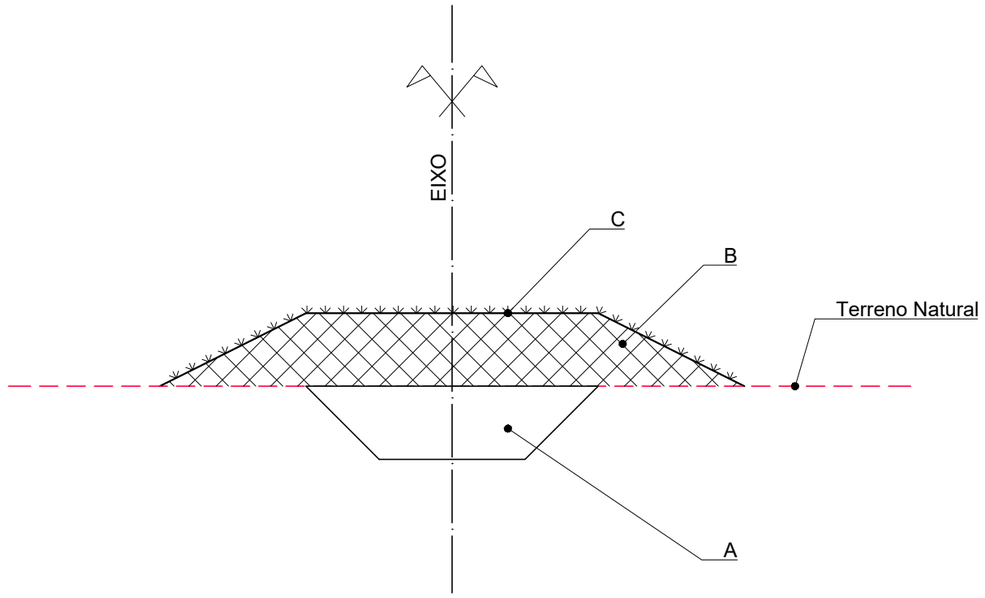
DIQUE SINOS NOVO HAMBURGO

Seção-Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:25	003_2015-SIN-SNH-02-00.DWG	003_2015-SIN-SAPU-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE



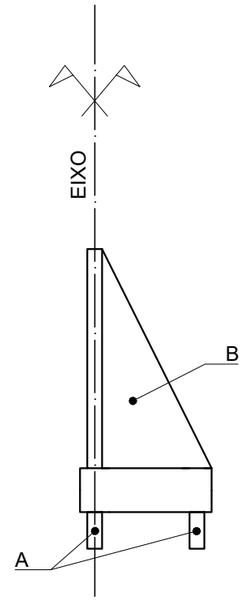
LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

EXTENSÃO TOTAL: 1020 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 2909,80 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 50472,10 m³
C = ENLEIVAMENTO..... 21844,25 m²

SEÇÃO-TIPO
MURO >3,0m



LEGENDA

UNIDADES

EXTENSÃO TOTAL: 360 m

A = ESTACAS..... 73 Un
B = CONTRAFORTE..... 146 Un

METROPLAN
encop
ENGENHARIA
COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE SINOS NOVO HAMBURGO
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-SNH-03-00.DWG	003_2015-SIN-SNH-03-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.9 Sistema de Proteção Campo Bom / Bairro N



LEGENDA:

SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

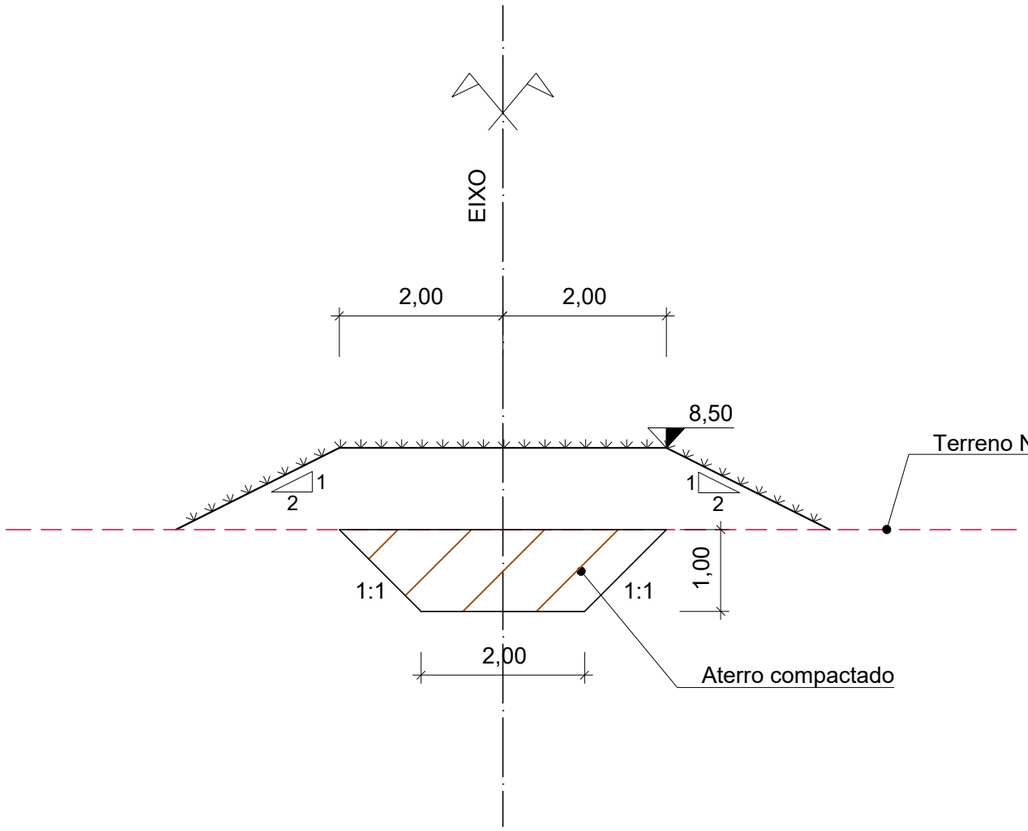
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE CAMPO BOM
Dique Campo Bom – Bairro N
Planta Baixa

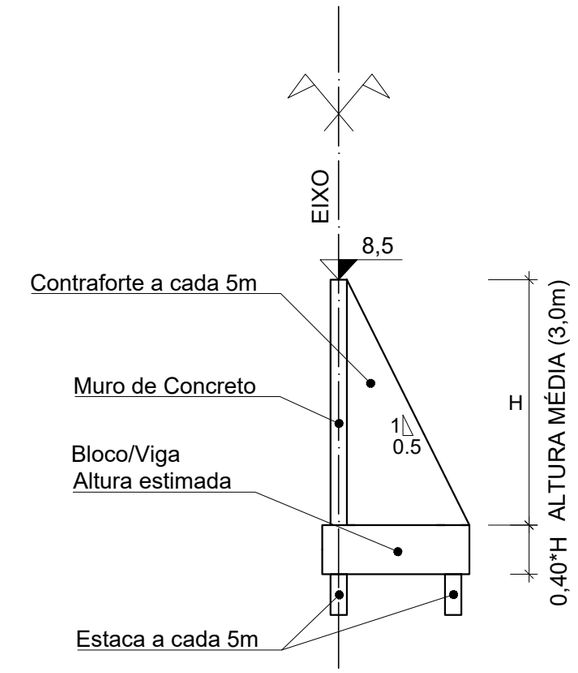
ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:2500	003_2015-SIN-CBN-01-00.DWG	003_2015-SIN-CBN-01-00	01/01

A3: 420x297cm

SEÇÃO-TIPO



SEÇÃO-TIPO
MURO >3,0m



LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

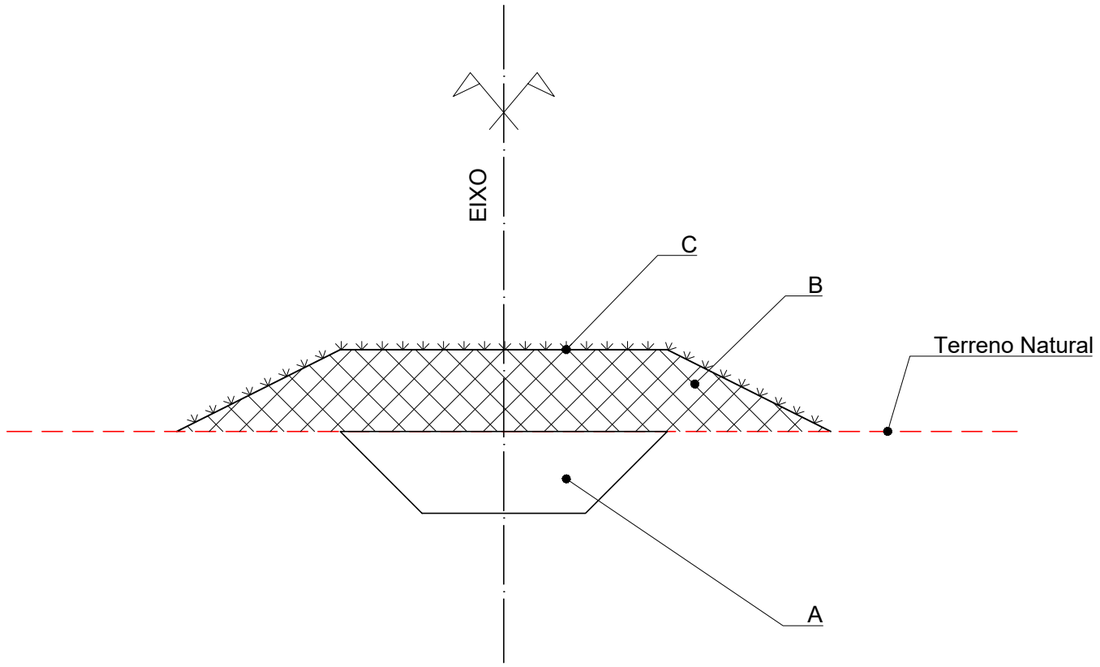
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE CAMPO BOM
Dique Campo Bom – Bairro N
Seção–Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:75	003_2015-SIN-CBN-02-00.DWG	003_2015-SIN-CBN-02-00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO



LEGENDA

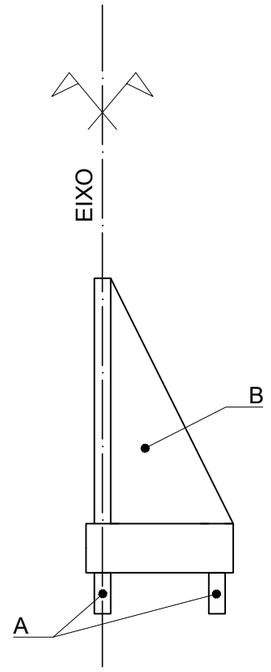
VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 3060,80 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 14055,60 m³

ÁREA 3D:

C = ENLEIVAMENTO..... 9361,16 m²

SEÇÃO-TIPO
MURO >3,0m



LEGENDA

UNIDADES

EXTENSÃO TOTAL: 280 m

A = ESTACAS..... 112 Un
B = CONTRAFORTE..... 56 Un

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | ENGENHARIA MJ | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS BACIA DO RIO DOS SINOS

DIQUE CAMPO BOM
Dique Campo Bom – Bairro N
Esquema Gráfico – Volumes e Áreas

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015-SIN-CBN-03-00.DWG	003_2015-SIN-CBN-03-00	01/01

A3: 420x297cm

5.5.10 Sistema de Proteção Igrejinha

519.000
520.000
521.000
522.000
6.731.000
6.730.000

N

Km 0+470
FIM DO DIQUE E INÍCIO DO MURO

0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 1+000 1+100 1+200 1+300 1+400 1+500 1+600 1+700 1+800 1+900 2+000 2+100 2+200 2+300 2+400 2+494

Rio Paranhana

Km 1+020
FIM DO MURO E INÍCIO DO DIQUE

RS-115

Km 0+700
FIM DO DIQUE E INÍCIO DO MURO

EB 2+1R 100CV

Igrejinha

1+200
FIM DO MURO E INÍCIO DO DIQUE

Km 1+785
FIM DO DIQUE E INÍCIO DO MURO

Km 1+955
FIM DO MURO E INÍCIO DO DIQUE

EB 4+2R 335CV 6369M3/H

LEGENDA:
SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	06/04/2018

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

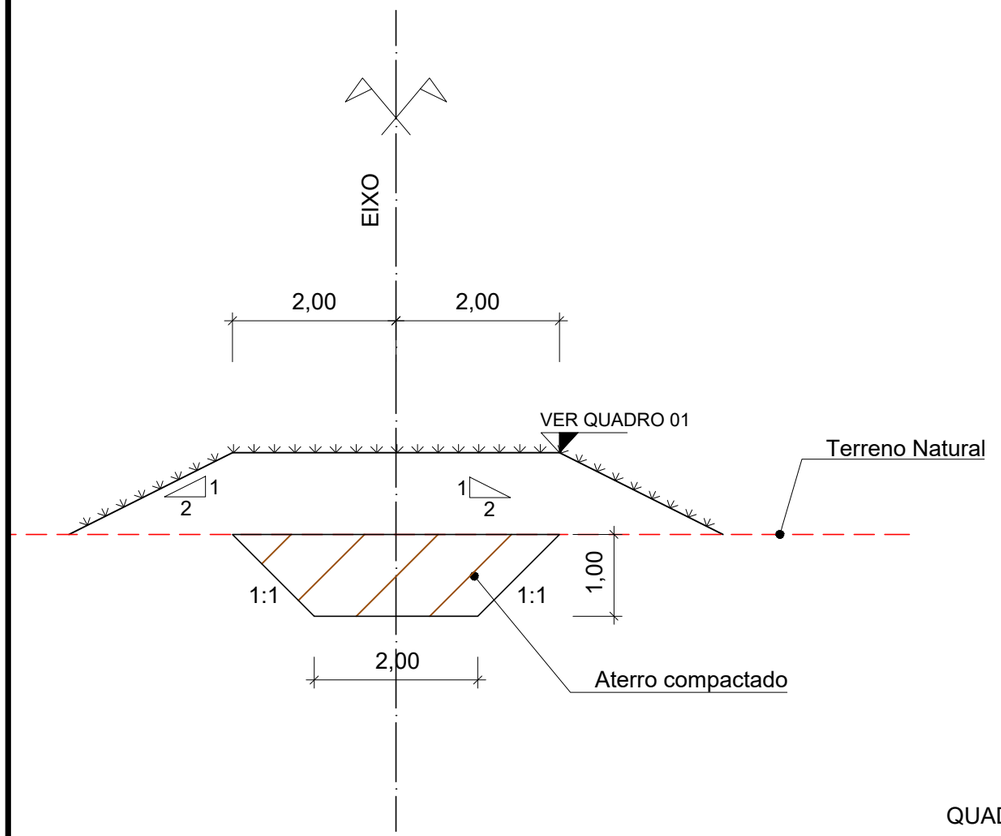
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

IGREJINHA NORTE
Diques–Muros Igrejinha – Margem Esquerda e Direita
Planta Baixa

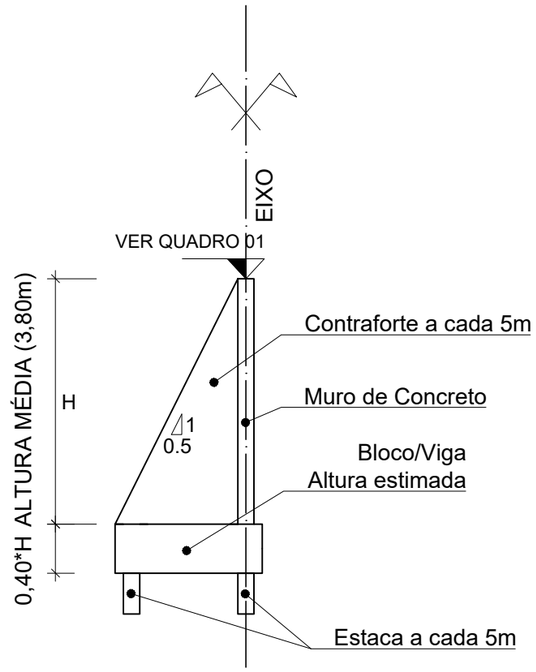
ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:10000	003_2015–PAR–IGNC2–01–00.DWG	003_2015–PAR–IGNC2–01–00	01/01

A3: 420x297cm

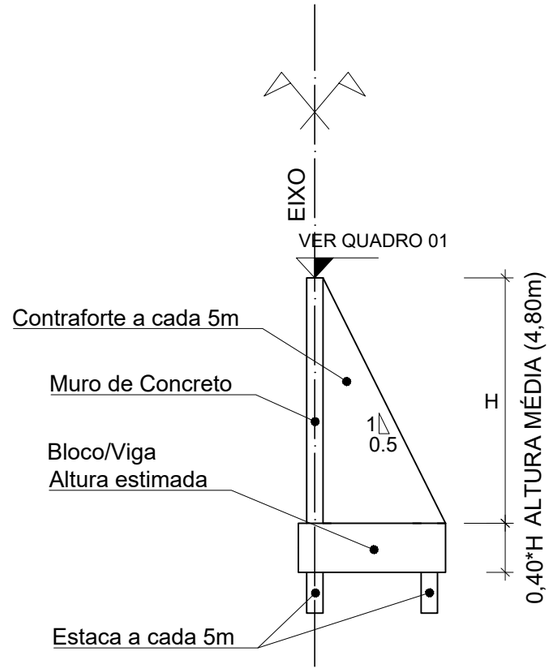
SEÇÃO-TIPO
DIQUE



SEÇÃO-TIPO
MURO MARGEM ESQUERDA



SEÇÃO-TIPO
MURO MARGEM DIREITA



QUADRO 01

MARGEM ESQUERDA		
	KM INICIAL	KM FINAL
	0+000	1+661
COTA	41,20	40,70
DECLIVIDADE	-0,03	
	1+661	2+407,02
COTA	40,70	40,30
DECLIVIDADE	-0,05	
MARGEM DIREITA		
COTA	40,00	

METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS0139518

METROPLAN — Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

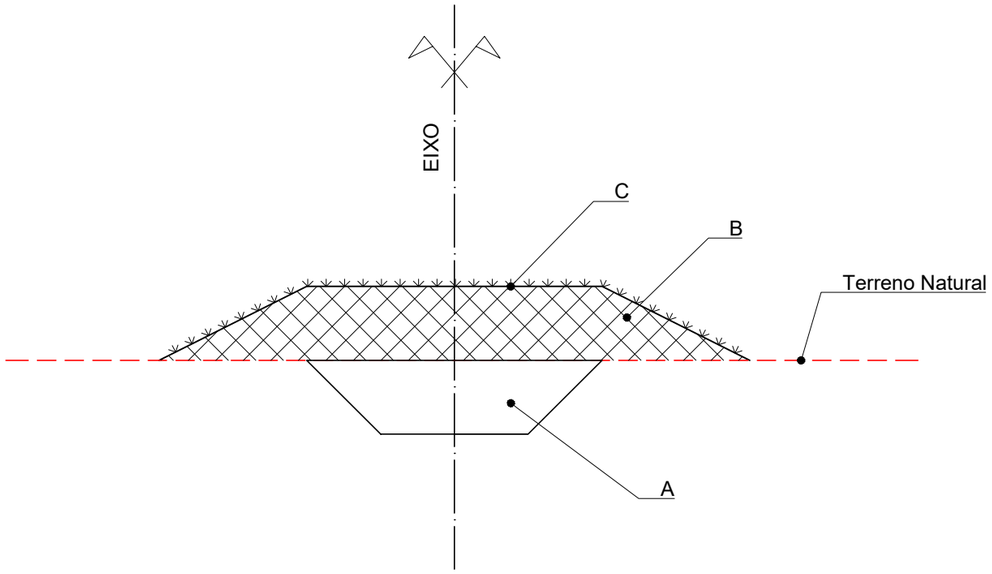
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

IGREJINHA NORTE
Diques–Muros Igrejinha – Margem Esquerda e Direita
Seção–Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:75	003_2015–PAR–IGNC2–02–00.DWG	003_2015–PAR–IGNC2–02–00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

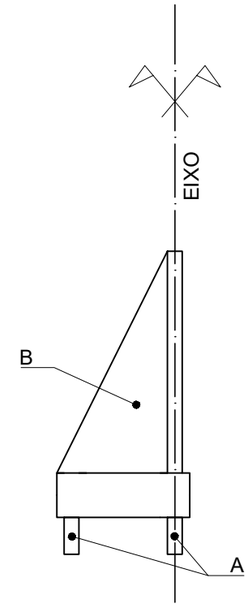
DIQUE MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 1246,42 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO).....3759,94 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....45144,07 m³
C = ENLEIVAMENTO.....23025,56 m²

DIQUE MARGEM DIREITA:
EXTENSÃO TOTAL: 1442,86m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO).....4287,02 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....79863,35 m³
C = ENLEIVAMENTO.....32976,37 m²

ESQUEMA GRÁFICO
MURO MARGEM ESQUERDA



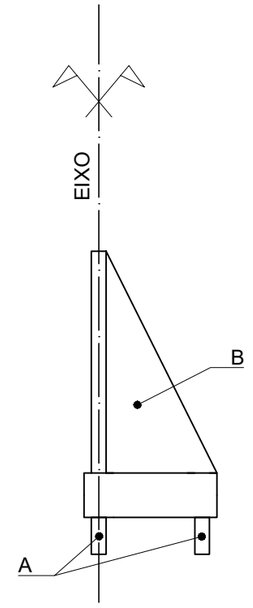
LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

MURO MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 1248,06m

A = ESTACAS..... 498 Un
B = CONTRAFORTES..... 249 Un

ESQUEMA GRÁFICO
MURO MARGEM DIREITA



LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES

MURO MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 987,13m

A = ESTACAS.....394 Un
B = CONTRAFORTES.....197 Un

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

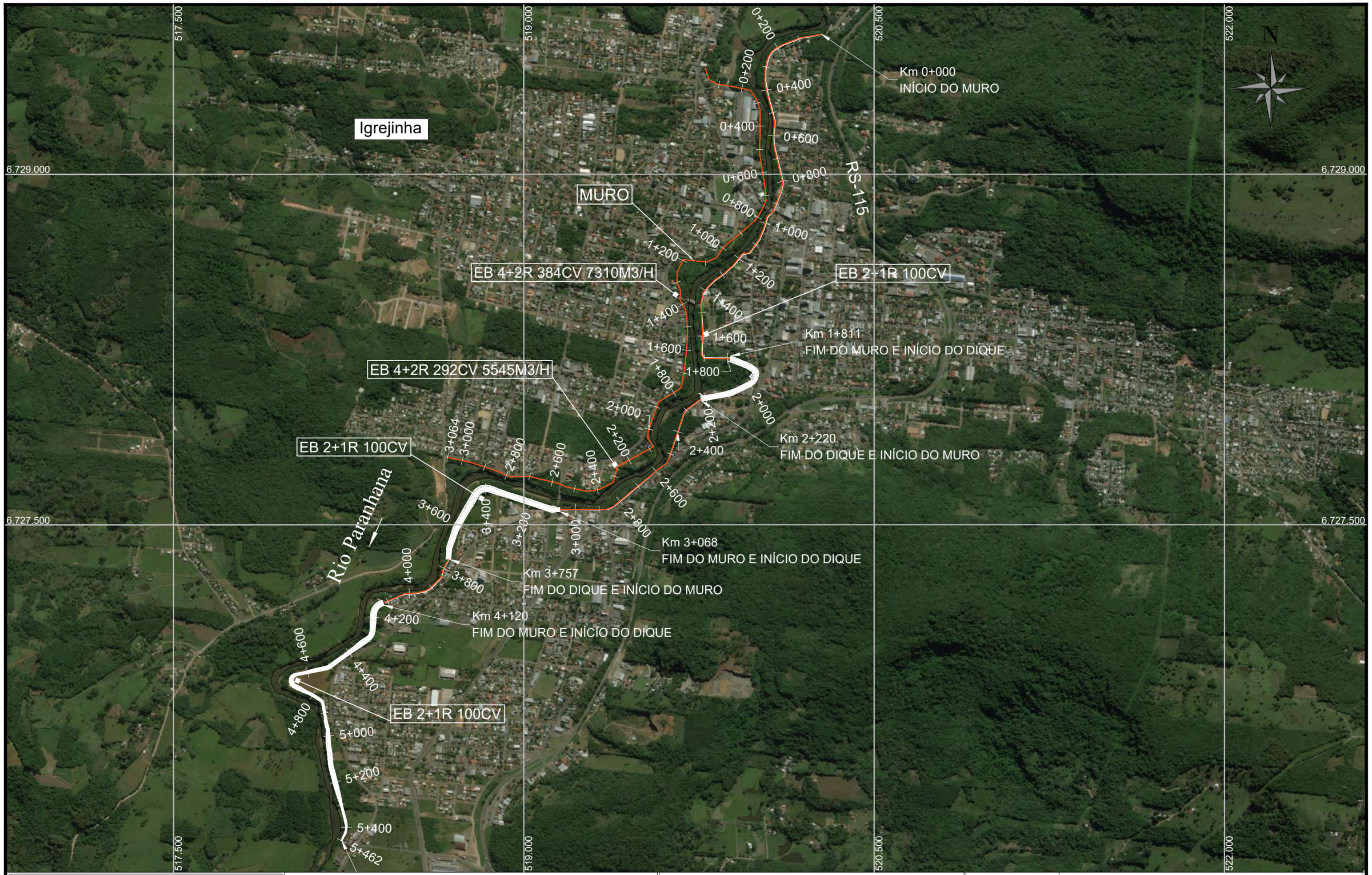
METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

IGREJINHA NORTE
Diques–Muros Igrejinha – Margem Esquerda
Esquema Gráfico – Volumes, Áreas e Unidades

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015–PAR–IGNC2–03–00.DWG	003_2015–PAR–IGNC2–03–00	01/01

A3: 420x297cm



LEGENDA:

← SENTIDO DO FLUXO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	06/04/2018

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN
Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

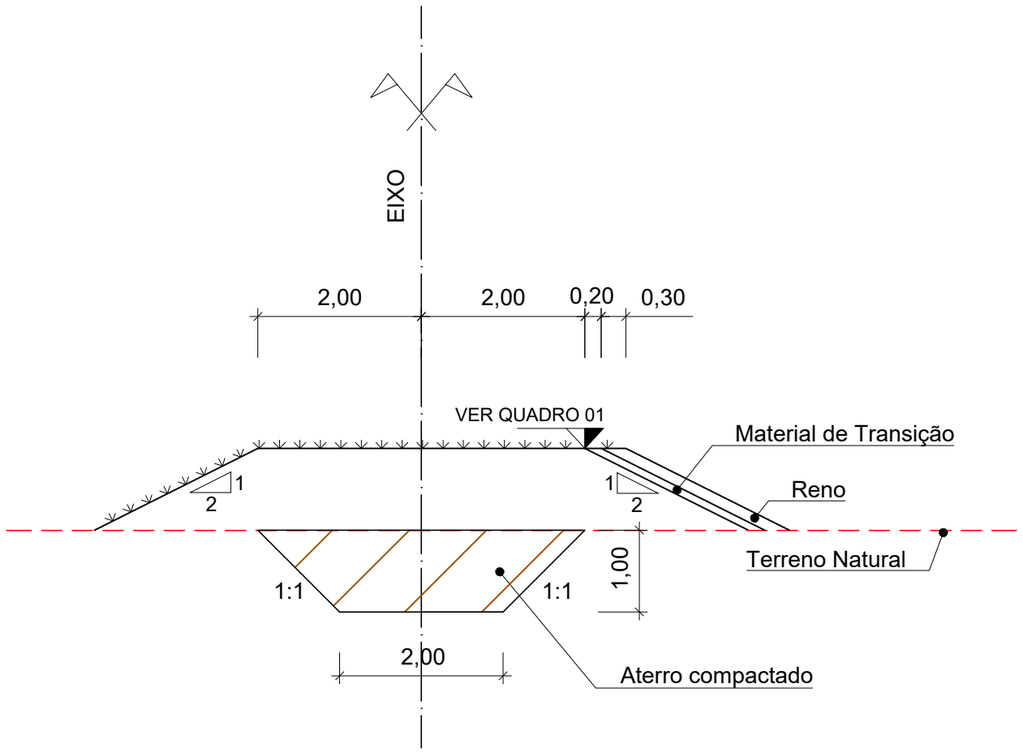
IGREJINHA SUL
Dique–Muros Igrejinha – Margem Esquerda e Direita
Planta Baixa

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:15000	003_2015–PAR–IGSC2–01–00.DWG	003_2015–PAR–IGNC2–01–00	01/01

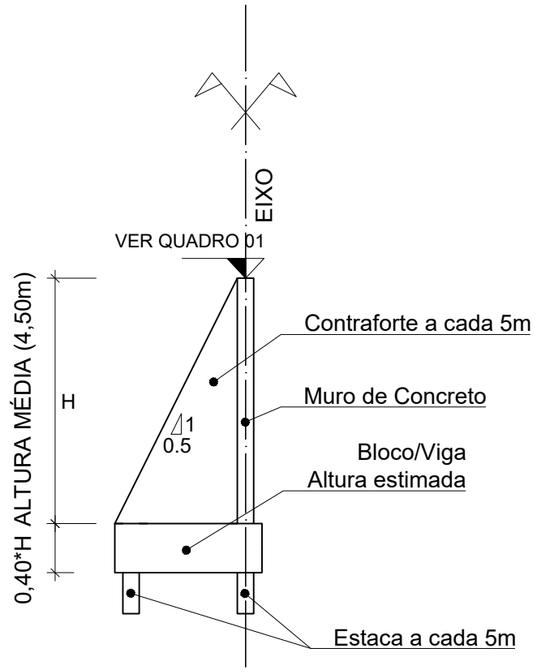
encop · MJ ENGENHARIA · COHIDRO consultoria estudos projetos

A3: 420x297cm

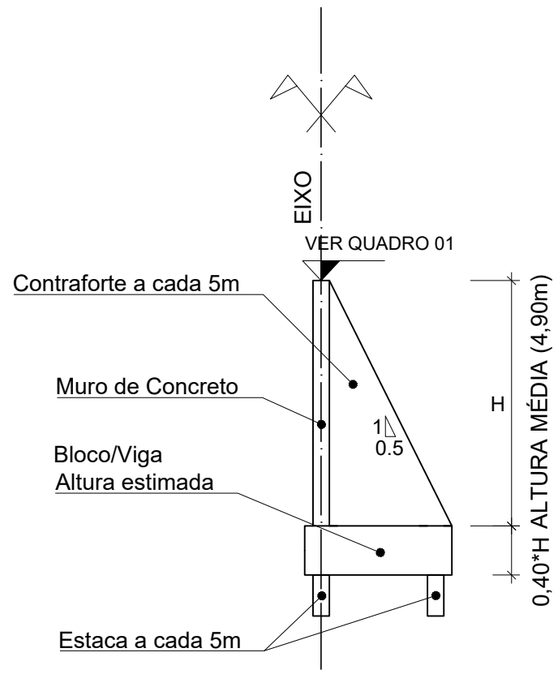
SEÇÃO-TIPO
DIQUE MARGEM ESQUERDA



SEÇÃO-TIPO
MURO MARGEM ESQUERDA



SEÇÃO-TIPO
MURO MARGEM DIREITA



QUADRO 01

MARGEM ESQUERDA		
	KM INICIAL	KM FINAL
	0+000	0+930
COTA	40,00	39,00
DECLIVIDADE	-0,11	
	930,00	2+555
COTA	39,00	35,00
DECLIVIDADE	-0,25	
	2+555	3+092
COTA	35,00	34,00
DECLIVIDADE	-0,19	
	3+092	4+150
COTA	34,00	31,50
DECLIVIDADE	-0,24	
	4+150	4+645
COTA	31,50	29,50
DECLIVIDADE	-0,4	
	4+645	5+522
COTA	29,50	25,30
DECLIVIDADE	-0,48	

MARGEM DIREITA		
	KM INICIAL	KM FINAL
	0+000	0+780
COTA	40,00	39,00
DECLIVIDADE	-0,13	
	0+780	1+420
COTA	39,00	37,00
DECLIVIDADE	-0,31	
	1+420	2+547
COTA	37,00	34,00
DECLIVIDADE	-0,27	
	2+547	3+082
COTA	34,00	32,50
DECLIVIDADE	-0,28	

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

encop | MJ ENGENHARIA | COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

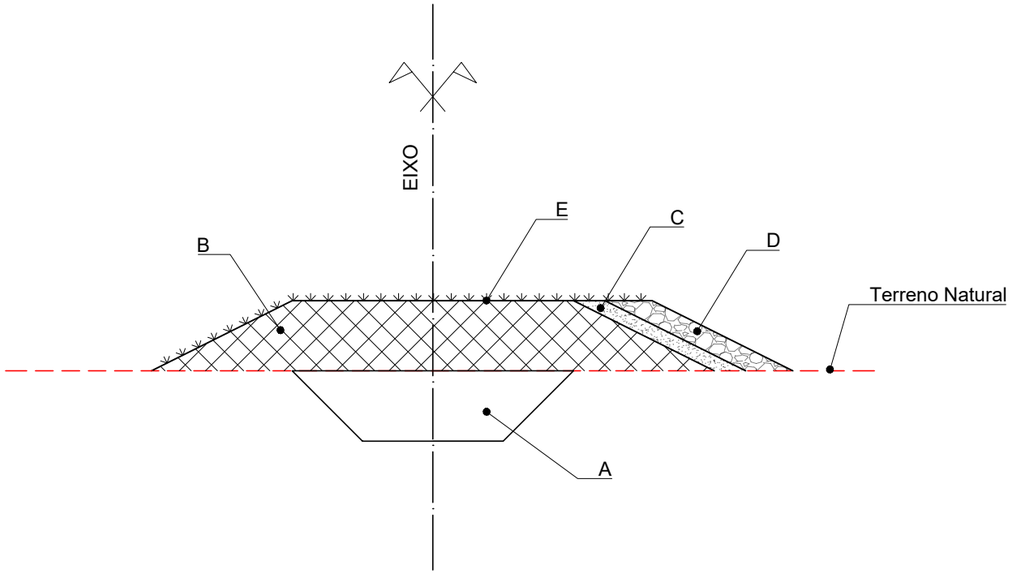
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIA NA BACIA DO RIO DOS SINOS

IGREJINHA SUL
Dique–Muros Igrejinha – Margem Esquerda e Direita
Seção–Tipo

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
1:75	003_2015–PAR–IGSC2–02–00.DWG	003_2015–PAR–IGNC2–02–00	01/01

A3: 420x297cm

ESQUEMA GRÁFICO
DIQUE MARGEM ESQUERDA



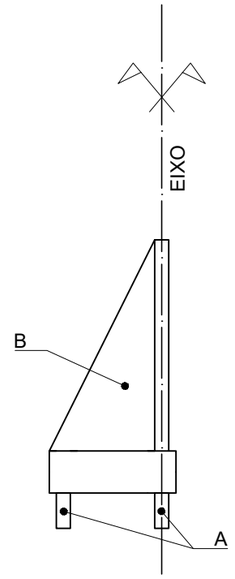
LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

DIQUE MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 2448,63 m

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 12119,23 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 104697,25 m³
C = MATERIAL DE TRANSIÇÃO..... 2079,46 m³
D = RENO..... 3113,42 m³
E = ENLEIVAMENTO..... 31209,42 m²

ESQUEMA GRÁFICO
MURO MARGEM ESQUERDA



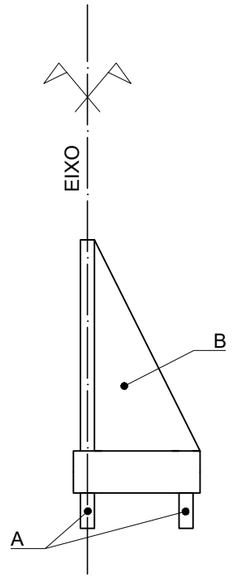
LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES:

MURO MARGEM ESQUERDA:
EXTENSÃO TOTAL: 3013,25 m

A = ESTACAS.....1204 Un
B = CONTRAFORTES.....602 Un

ESQUEMA GRÁFICO
MURO MARGEM DIREITA



LEGENDA

ÁREAS E UNIDADES:

MURO MARGEM DIREITA:
EXTENSÃO TOTAL: 3064,49 m

A = ESTACAS.....1225 Un
B = CONTRAFORTES..... 612 Un

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
encop ENGENHARIA MJ COHIDRO consultoria estudos projetos

LEGENDA:

0	EMISSÃO INICIAL	MARCEL	EDUARDO	THIAGO	15/12/2017
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DESENHO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
AMADEU BELTRAME MICHELINI CREA: RS00139518

METROPLAN Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

IGREJINHA SUL
Dique–Muros Igrejinha – Margem Esquerda e Direita
Esquema Gráfico – Volumes, Áreas e Unidades

ESCALA	NOME DO ARQUIVO	CÓDIGO	Nº FOLHA
S/ESCALA	003_2015–PAR–IGSC2–03–00 .DWG	003_2015–PAR–IGNC2–03–00	01/01

A3: 420x297cm

5.6 Mapa de Perigo

Na Figura 165 é apresentado o mapeamento da planície de inundação em termos de perigo hidráulico no Cenário consolidado. Com base na ilustração apresentada na Figura 2, pôde-se depreender que a combinação entre velocidade e profundidade na planície de inundação é fator de perigo, seja à vida de pessoas, seja às estruturas ou bens materiais.

Dessa forma, delimitou-se as regiões em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à 0,5 m²/s na ocorrência de um evento com Tempo de Retorno igual a 100 anos, o que representa um risco/perigo à vida. Além disso, o restante da Planície de Inundação foi separado em duas zonas, uma com profundidades inferiores à 1,0 m e outra com profundidades superiores. O que pode ser interpretado, que apesar do produto entre velocidade e profundidade ser inferior à 0,5 m²/s, profundidades superiores a 1,0 m podem representar riscos de afogamento e danos à bens materiais.

Figura 165 - Mapa de Perigo Consolidado

Este arquivo somente será apresentado em mídia digital (Formato A1).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brans, J. P., & Mareschal, B. (2005). **Multiple criteria decision analysis - state of the art**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, 2014, **Projeto executivo para recuperação, reforço e reabilitação de pontes rodoviárias na BR-116 - RS**, volumes I, II e III, Abril/2014.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, 2011, **Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental, e Projeto Executivo de Engenharia para implantação de rodovia federal - BR-448 - RS**, volumes I, II e III, Fevereiro/2011.

DIPNR - DEPARTMENT OF INFRASTRUCTURE, PLANNING AND NATURAL RESOURCES - NSW - AUSTRALIA. 2005, **Floodplain Development Manual**. Sydney, Australia, 149 p.

Saaty, T. L. (1991). **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Makron Books

Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). **Models, methods, concepts & applications of the analytic hirarchy process** (2 ed., International Series in Operations Research & Management Science, 175). New York: Springer. 345 p.

STEPHENSON, D. **Integrated flood plain management strategy for the Vaal**. Urban Water, v.4, p.425-430, December 2002.