

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

Contrato nº 003/2015



ETAPA - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

PRODUTO 12

PROJETOS DOS CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES



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-01-01		PRODUTOS 12 PROJETOS DOS CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES			
Revisão	Data	Descrição	Elaborado p/	Aprovado p/	Status
R00	15/06/2018	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. Lucas Rangel Martins;
- Eng. Thiago Araldi;
- Eng. Luiz Borges Costa;
- 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	24
2	INTRODUÇÃO	26
3	PROJETOS DOS CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES	27
3.1	Área de Estudo	27
3.2	Objetivos do Relatório	27
3.3	Planejamento Geral	28
3.3.1	Horizonte de Planejamento	29
3.3.2	Unidades de Análise Espacial	29
3.4	Estudo de Alternativas de Cenários de Intervenção	30
3.4.1	Premissas e Diretrizes	30
3.4.2	Diagnóstico por Unidade de Análise Espacial	33
3.4.3	Composição dos Cenários	46
3.4.4	Identificação de Projetos de Intervenções Existentes na Bacia	48
3.5	Conceito e Diretrizes do Zoneamento de Áreas Inundáveis	50
3.6	Cenário de Convivência com Cheias (C0)	54
3.6.1	Cenário Futuro de Desenvolvimento Urbano	56
3.6.2	Quantificação de Edificações Atingidas	70
3.7	Cenário de Alternativas 1 (C1)	76
3.7.1	Baixo Sinos - Cenário C1-BS	77
3.7.2	Médio Sinos - Cenário C1-MS	84
3.7.3	Alto Sinos - Cenário C1-AS	86
3.7.4	Resumo	89
3.7.5	Projetos de Engenharia das Intervenções Estruturais	89
3.7.6	Zoneamento das Áreas Inundáveis - Cenário 1	90
3.7.7	Orçamentos das Intervenções - Cenário 1	106
3.8	Cenário de Alternativas 2 (C2)	112
3.8.1	Baixo Sinos - Cenário C2-BS (A, B e C)	114
3.8.2	Médio Sinos - Cenário C2-MS (A e B)	119
3.8.3	Alto Sinos - Cenário C2-AS	122
3.8.4	Resumo	124
3.8.5	Propostas das Intervenções Estruturais Baixo Sinos - Cenário 2	125
3.8.6	Propostas das Intervenções Estruturais no Médio Sinos - Cenário 2	195
3.8.7	Intervenções Estruturais Alto Sinos - Cenário 2	216
3.8.8	Zoneamento das Áreas Inundáveis Cenário 2	222
3.8.9	Custos de Implantação, Operação e Manutenção das Intervenções	240
3.9	Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta - Alternativa Única	308
3.9.1	Diagnóstico do Sistema Atual	308
3.9.2	Proposição de Melhorias - Cenários 1 e 2	316
3.9.3	Melhorias no sistema de monitoramento, previsão e alerta de cheias	316

3.10 Seguros de Cobertura de Inundações - Alternativa Única	317
3.10.1 Revisão	317
3.10.2 Diagnóstico e Proposições - Cenários 1 e 2	328
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	329
5 ANEXOS	332
5.1 Cenário 0	332
5.1.1 Resultados Hidrológicos para Cenário 0	335
5.1.2 Mapas de Resultados Hidrológicos para o Cenário 0	350
5.1.3 Mapas de Inundação para Cenário 0	360
5.2 Cenário 1	414
5.2.1 Mapas de Inundação para o Cenário 1	417
5.2.2 Diferenças de elevação no nível d'água entre os Cenário 0 e 1	468
5.2.3 Zoneamento C1	487
5.3 Cenário 2	511
5.3.1 Mapas de Inundação para o Cenário 2	522
5.3.2 Diferenças de elevação no nível d'água entre os Cenário 0 e 2	603
5.3.3 Zoneamento C2	628
5.3.4 Geral	661
5.3.5 Anteprojetos - Canoas e Esteio C2A (Pôlder BR-448)	680
5.3.6 Anteprojetos - Canoas e Esteio C2B (Proteção às ocupações já existentes)	753
5.3.7 Anteprojetos - Canoas e Esteio C2C (Proteção no Eixo da Linha Férrea)	763
5.3.8 Anteprojetos - Melhoria do Sistema de Proteção São Leopoldo sob BR-116	773
5.3.9 Anteprojetos - Sistema de Proteção Nova Santa Rita	777
5.3.10 Anteprojetos - Sistema de Proteção Sapucaia do Sul	781
5.3.11 Anteprojetos - Melhoria do Sistema de Proteção do Arroio Cerquinha - São Leopoldo	785
5.3.12 Anteprojetos - Sistema de Proteção São Leopoldo - Feitoria	789
5.3.13 Anteprojetos - Sistema de Proteção Novo Hamburgo / Lomba Grande	793
5.3.14 Anteprojetos - Sistema de Proteção Campo Bom - Bairro N	797
5.3.15 Anteprojetos - Sistema de Proteção Campo Bom - Arroio Schmidt	801
5.3.16 Anteprojetos - Sistema de Proteção Três Coroas	805
5.3.17 Anteprojetos - Sistema de Proteção Igrejinha C2 A	809
5.3.18 Anteprojetos - Sistema de Proteção Igrejinha C2 B	816
5.3.19 Anteprojetos - Sistema de Proteção no Rolante / Areia - Rolante	823
5.4 Mapa de Perigo	827
5.5 Orçamento	832
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	850

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Situação e localização da Bacia do Rio dos Sinos.....	27
Figura 2 - Baixo Sinos - área inundada TR 100 (projeção futura)	35
Figura 3 - Baixo Sinos - São Leopoldo - área inundada TR 100 (projeção futura).....	36
Figura 4 - Baixo Sinos - N.Hamburgo, C.Bom e Sapiranga área inundada TR 100 (projeção futura)	37
Figura 5 - Baixo Sinos - Sapucaia do Sul área inundada TR 100 (projeção futura)	38
Figura 6 - Baixo Sinos - N. Hamburgo e S. Leopoldo área inundada TR 100 (projeção futura)	39
Figura 7 - Baixo Sinos - Campo Bom área inundada TR 100 (projeção futura)	40
Figura 8 - Baixo Sinos - Nova Sta.Rita, Esteio e Canoas - área inundada TR 100 (projeção futura)	41
Figura 9 - Médio Sinos - Igrejinha, Parobé, Taquara e T.Coroas - área inundada TR 100 (proj.futura)	43
Figura 10 - Alto Sinos - Rolante - área inundada TR 100 (projeção futura)	45
Figura 11 - Planície Inundação, Zona Passagem de Cheias e Zona com Restrições de Ocupação	51
Figura 12 - Diagrama do perigo de inundação.....	52
Figura 13 - Cenário Tendencial (C0) - projeção das áreas de expansão urbana.....	57
Figura 14 - Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial - TR 5	59
Figura 15 - Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial - TR 10	60
Figura 16 - Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial - TR 25	61
Figura 17 - Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial - TR 50	62
Figura 18 - Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial - TR 100	63
Figura 19 - Níveis d'água Áreas inundadas condições atuais e cenário tendencial(C0) - TR 5	65
Figura 20 - Níveis d'água Áreas inundadas condições atuais e cenário tendencial(C0) - TR 10	66
Figura 21 - Níveis d'água Áreas inundadas condições atuais e cenário tendencial(C0) - TR 25	67
Figura 22 - Níveis d'água Áreas inundadas condições atuais e cenário tendencial(C0) - TR 50	68
Figura 23 - Níveis d'água Áreas inundadas condições atuais e cenário tendencial(C0) - TR 100	69
Figura 24 - Zoneamento na região do Baixo Sinos no Cenário 1	78
Figura 25 - Zoneamento na região do município de São Leopoldo no Cenário 1	79
Figura 26 - Zoneamento na região do município de Sapucaia do Sul no Cenário 1	80
Figura 27 - Zoneamento na região dos municípios de N. Hamburgo e S. Leopoldo no Cenário 1	81
Figura 28 - Zoneamento na região do município de Campo Bom no Cenário 1	82
Figura 29 - Zoneamento nos municípios de Nova Sta.Rita, Esteio e Canoas no Cenário 1	83
Figura 30 - Zoneamento na região dos municípios de Igrejinha e Parobé no Cenário 1	85
Figura 31 - Zoneamento na região do município de Rolante no Cenário 1	87
Figura 32 - Zoneamento na região dos formadores no Cenário 1	88
Figura 33 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação sem obstruções	92
Figura 34 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação com aterros.....	92
Figura 35 - Mapa de Perigo C1	95
Figura 36 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Baixo Sinos	99
Figura 37 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Médio Sinos	100
Figura 38 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Alto Sinos	101
Figura 39 - Zoneamento de Áreas Inundáveis Cenário 1 - Baixo Sinos	102

Figura 40 - Zoneamento de Áreas Inundáveis Cenário 1 - Médio Sinos	103
Figura 41 - Zoneamento de Áreas Inundáveis Cenário 1 - Alto Sinos	104
Figura 42 - Zoneamento de Áreas Inundáveis Cenário 1 - Alto Sinos Formadores	105
Figura 43 - Plano Diretor do município de Campo Bom	113
Figura 44 - Área atingida por evento de TR 100 no município de Campo Bom	113
Figura 45 - Localização dos diques propostos no Cenário C2-BS-A - Baixo Sinos	116
Figura 46 - Localização dos diques propostos no Cenário C2-BS-B - Baixo Sinos	117
Figura 47 - Localização dos diques propostos no Cenário C2-BS-C - Baixo Sinos	118
Figura 48 - Localização dos diques propostos no Cenário C2-MS-A - Médio Sinos	120
Figura 49 - Localização dos diques propostos no Cenário C2-MS-B - Médio Sinos	121
Figura 50 - Localização dos diques propostos no Cenário C2-AS - Alto Sinos	123
Figura 51 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Baixo Sinos - C2-BS-A	126
Figura 52 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Baixo Sinos - C2-BS-B	127
Figura 53 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Baixo Sinos - C2-BS-C	128
Figura 54 - Intervenções junto a BR-116 no centro de São Leopoldo, com indicação dos canais	129
Figura 55 - Seção transversal dos canais secundário e principal a jusante da ponte sobre a BR-116....	130
Figura 56 - Trecho do canal secundário a montante da ponte da BR-116	131
Figura 57 - Confluência do canal secundário com o canal principal, a jusante da ponte da BR-116....	131
Figura 58 - Localização das sondagens geotécnicas executadas ao lado da ponte da BR-116	132
Figura 59 - Área das seções hidráulicas dos canais principal e secundário	133
Figura 60 - Raio hidráulico dos canais principal e secundário em função do nível d'água	134
Figura 61 - Arranjo geral das obras junto a BR-116 em São Leopoldo	136
Figura 62 - Seção transversal-tipo do canal secundário (estaca 0+850 m).....	137
Figura 63 - Localização das obras a leste da BR-448	142
Figura 64 - Perfil-tipo da área	143
Figura 65 - Localização das jazidas de solos para execução dos aterros compactados	144
Figura 66 - Seção transversal da vala de drenagem lateral à BR-448 e indicação da vala dreno.....	147
Figura 67 - Seção de canalização do Arroio Esteio e dique da margem esquerda	148
Figura 68 - Seções transversais da canalização do arroio Sapucaia, com diques laterais	149
Figura 69 - Seção-tipo do dique Sul,	150
Figura 70 - Dique de proteção em Canoas e Esteio protegendo as áreas já ocupadas	154
Figura 71 - Seção-tipo dos diques 1, 2 e 3 de proteção em Canoas e Esteio C2B.....	158
Figura 72 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Sapucaia C2B.	159
Figura 73 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Esteio C2B.	160
Figura 74 - Seção-tipo do corta-dreno junto à BR-448 no trecho de Esteio.	160
Figura 75 - Dique em Canoas e Esteio protegendo áreas já ocupadas e de expansão urbana	162
Figura 76 - Seção-tipo dos diques 1, 2, 3 e 4 de proteção em Canoas e Esteio C2C.	166
Figura 77 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Sapucaia C2C.....	167
Figura 78 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Esteio C2C.....	168
Figura 79 - Seção-tipo do corta-dreno junto à BR-448 no trecho de Esteio.	169

Figura 80 - Dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita	171
Figura 81 - Dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita	172
Figura 82 - Esquema gráfico dos volumes do dique em Nova Santa Rita margem direita	173
Figura 83 - Diques de proteção em Sapucaia do Sul na margem esquerda	174
Figura 84 - Diques de proteção em Sapucaia do Sul na margem esquerda	175
Figura 85 - Esquema gráfico dos volumes dos diques da margem esquerda em Sapucaia do Sul	177
Figura 86 - Planta baixa dos diques existentes a serem elevados no Arroio Cerquinha	178
Figura 87 - Seção-tipo dique de proteção São Leopoldo - Arroio Cerquinha	179
Figura 88 - Esquema gráfico dos volumes dos diques das margens do Arroio Cerquinha	180
Figura 89 - Dique proposto no bairro Feitoria em São Leopoldo e sistema de bombeamento	181
Figura 90 - Seção-tipo dique de proteção São Leopoldo / Feitoria	182
Figura 91 - Esquema gráfico dos volumes do dique na margem esquerda no bairro Feitoria	184
Figura 92 - Diques de proteção em Novo Hamburgo / Lomba Grande	185
Figura 93 - Seções-tipo dos diques de proteção em Novo Hamburgo / Lomba Grande	186
Figura 94 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Novo Hamburgo/ Lomba Grande	187
Figura 95 - Dique proposto no Bairro N em Campo Bom e sistema de bombeamento	188
Figura 96 - Seção-tipo dique de proteção no Bairro N em Campo Bom	189
Figura 97 - Esquema gráfico dos volumes do dique no Bairro N em Campo Bom.	191
Figura 98 - Dique proposto junto à foz do Arroio Schmidt e sistema de bombeamento	192
Figura 99 - Seção-tipo dique de proteção na foz do Arroio Schmidt	193
Figura 100 - Esquema gráfico dos volumes do dique junto à foz do Arroio Schmidt	194
Figura 101 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Médio Sinos C2A	196
Figura 102 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Médio Sinos C2B	197
Figura 103 - Dique proposto na margem esquerda do Arroio Angabei e sistema de bombeamento	198
Figura 104 - Seção-tipo do dique de proteção do Arroio Angabei	199
Figura 105 - Esquema gráfico dos volumes do dique do Arroio Angabei	200
Figura 106 - Dique de proteção em Igrejinha, no Bairro Moinho e sistema de bombeamento	201
Figura 107 - Seção-tipo do dique de proteção a ser construído em Igrejinha no Bairro Moinho	202
Figura 108 - Esquema gráfico dos volumes do dique de proteção no Bairro Moinho em Igrejinha	203
Figura 109 - Dique de proteção proposto em Igrejinha nos bairros Centro e 15 de Novembro	204
Figura 110 - Seção-tipo do dique de proteção em Igrejinha nos bairros Centro e 15 de Novembro	205
Figura 111 - Esquema gráfico dos volumes do dique de proteção a ser construído em Igrejinha	206
Figura 112 - Diques de proteção propostos e sistemas de bombeamento em Igrejinha Norte	207
Figura 113 - Seção-tipo dos diques em Igrejinha Norte	208
Figura 114 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Igrejinha Norte	210
Figura 115 - Diques de proteção e sistemas de bombeamento propostos em Igrejinha Sul	212
Figura 116 - Seção-tipo dos diques em Igrejinha Sul	213
Figura 117 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Igrejinha Sul	215
Figura 118 - Localização das intervenções no Alto Sinos	217
Figura 119 - Diques de proteção nos Arroio Areia e Rio Rolante e sistemas de bombeamento	218

Figura 120 - Seção-tipo dos diques em Rolante, nos Arroio Areia e Rio Rolante	219
Figura 121 - Esquema gráfico dos volumes dos diques nos Arroio Areia e Rio Rolante	221
Figura 122 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação sem obstruções	223
Figura 123 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação com diques	224
Figura 124 - Mapa de Perigo C2	226
Figura 125 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Baixo Sinos	230
Figura 126 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Médio Sinos C2A	231
Figura 127 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Médio Sinos C2B	232
Figura 128 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Alto Sinos	233
Figura 129 - Zoneamento de Áreas Inundáveis - Baixo Sinos C2A	234
Figura 130 - Zoneamento de Áreas Inundáveis - Baixo Sinos C2B	235
Figura 131 - Zoneamento de Áreas Inundáveis - Baixo Sinos C2C	236
Figura 132 - Zoneamento de Áreas Inundáveis - Médio Sinos C2A.....	237
Figura 133 - Zoneamento de Áreas Inundáveis - Médio Sinos C2B.....	238
Figura 134 - Zoneamento de Áreas Inundáveis - Alto Sinos	239
Figura 135 - Estações pluviométricas e fluviométricas da Sala de Situação - SEMA	309
Figura 136 - Municípios monitorados pelo CEMADEN	311
Figura 137 - Estações pluviométricas e fluviométricas da rede de monitoramento do CEMADEN	313
Figura 138 - Alertas emitidos pelo CEMADEN.....	314
Figura 139 - Fluxograma de ações.	315
Figura 140 - Número de eventos de inundação registrados	318
Figura 141 - Eventos de inundação por país	318
Figura 142 - Elementos de risco	324
Figura 143 - Análise da Consistência dos Resultados Hidrológicos para o Cenário 0 - TR 5 anos.....	347
Figura 144 - Análise da Consistência dos Resultados Hidrológicos para o Cenário 0 - TR 10 anos.....	347
Figura 145 - Análise da Consistência dos Resultados Hidrológicos para o Cenário 0 - TR 25 anos.....	348
Figura 146 - Análise da Consistência dos Resultados Hidrológicos para o Cenário 0 - TR 50 anos.....	348
Figura 147 - Análise da Consistência dos Resultados Hidrológicos para o Cenário 0 - TR 100 anos.....	349
Figura 148 - Componentes hidrológicos utilizados no modelo: bacias - C0, C1 e C2.....	351
Figura 149 - Componentes hidrológicos utilizados no modelo: trechos - C0, C1 e C2	352
Figura 150 - Cenário 0 - Coeficiente CN para as sub-bacias do modelo - C0, C1 e C2	353
Figura 151 - Cenário 0 - Percentual de impermeabilização na bacia do Sinos - C0, C1 e C2.....	354
Figura 152 - Vazões com TR 5 anos - C0, C1 e C2	355
Figura 153 - Vazões com TR 10 anos - C0, C1 e C2	356
Figura 154 - Vazões com TR 25 anos - C0, C1 e C2	357
Figura 155 - Vazões com TR 50 anos - C0, C1 e C2	358
Figura 156 - Vazões com TR 100 anos - C0, C1 e C2	359
Figura 157 - Escopo da área de modelagem hidrodinâmica - C0, C1 e C2	361
Figura 158 - Dados planialtimétricos utilizados - C0, C1 e C2.....	362
Figura 159 - Coeficiente de Rugosidade de Manning - C0, C1 e C2.....	363

Figura 160 - Articulação dos Mapas de Inundação - C0	364
Figura 161 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral - C0	365
Figura 162 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral - C0	366
Figura 163 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral - C0	367
Figura 164 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral - C0	368
Figura 165 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral - C0	369
Figura 166 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral - C0	370
Figura 167 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral - C0	371
Figura 168 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral - C0	372
Figura 169 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral - C0	373
Figura 170 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral - C0	374
Figura 171 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral - C0	375
Figura 172 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral - C0	376
Figura 173 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral - C0	377
Figura 174 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral - C0	378
Figura 175 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral - C0	379
Figura 176 - Riozinho - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral - C0	380
Figura 177 - Riozinho - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral - C0	381
Figura 178 - Riozinho - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral - C0	382
Figura 179 - Riozinho - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral - C0	383
Figura 180 - Riozinho - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral - C0	384
Figura 181 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral - C0	385
Figura 182 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral - C0	386
Figura 183 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral - C0	387
Figura 184 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral - C0	388
Figura 185 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral - C0	389
Figura 186 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1 - C0	390
Figura 187 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2 - C0	391
Figura 188 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3 - C0	392
Figura 189 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 4 - C0	393
Figura 190 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 5 - C0	394
Figura 191 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 6 - C0	395
Figura 192 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 7 - C0	396
Figura 193 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8 - C0	397
Figura 194 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9 - C0	398
Figura 195 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 10 - C0	399
Figura 196 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 11 - C0	400
Figura 197 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 12 - C0	401
Figura 198 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 13 - C0	402
Figura 199 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 14 - C0	403

Figura 200 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 15 - C0	404
Figura 201 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16 - C0	405
Figura 202 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17 - C0	406
Figura 203 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18 - C0	407
Figura 204 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19 - C0	408
Figura 205 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20 - C0	409
Figura 206 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 21 - C0	410
Figura 207 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 22 - C0	411
Figura 208 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 23 - C0	412
Figura 209 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 24 - C0	413
Figura 210 - Articulação dos Mapas de Inundação - C1	418
Figura 211 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C1	419
Figura 212 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C1	420
Figura 213 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C1	421
Figura 214 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C1	422
Figura 215 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C1	423
Figura 216 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C1	424
Figura 217 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C1	425
Figura 218 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C1	426
Figura 219 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C1	427
Figura 220 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C1	428
Figura 221 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C1	429
Figura 222 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C1	430
Figura 223 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C1	431
Figura 224 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C1	432
Figura 225 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C1	433
Figura 226 - Riozinho - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C1	434
Figura 227 - Riozinho - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C1	435
Figura 228 - Riozinho - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C1	436
Figura 229 - Riozinho - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C1	437
Figura 230 - Riozinho - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C1	438
Figura 231 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C1	439
Figura 232 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C1	440
Figura 233 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C1	441
Figura 234 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C1	442
Figura 235 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C1	443
Figura 236 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1 - C1	444
Figura 237 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2 - C1	445
Figura 238 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3 - C1	446
Figura 239 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 4 - C1	447

Figura 240 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 5 - C1	448
Figura 241 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 6 - C1	449
Figura 242 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 7 - C1	450
Figura 243 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8 - C1	451
Figura 244 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9 - C1	452
Figura 245 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 10 - C1	453
Figura 246 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 11 - C1	454
Figura 247 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 12 - C1	455
Figura 248 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 13 - C1	456
Figura 249 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 14 - C1	457
Figura 250 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 15 - C1	458
Figura 251 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16 - C1	459
Figura 252 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17 - C1	460
Figura 253 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18 - C1	461
Figura 254 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19 - C1	462
Figura 255 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20 - C1	463
Figura 256 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 21 - C1	464
Figura 257 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 22 - C1	465
Figura 258 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 23 - C1	466
Figura 259 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 24 - C1	467
Figura 260 - Articulação dos Mapas de Diferenças - C1	469
Figura 261 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Sinos	470
Figura 262 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Paranhana.....	471
Figura 263 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Rolante / Areia	472
Figura 264 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 1	473
Figura 265 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 2	474
Figura 266 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 3	475
Figura 267 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 4	476
Figura 268 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 5	477
Figura 269 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 6	478
Figura 270 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 7	479
Figura 271 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 8	480
Figura 272 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 9	481
Figura 273 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 10	482
Figura 274 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 11	483
Figura 275 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 12	484
Figura 276 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 13	485
Figura 277 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 1 - Detalhe Área 14	486
Figura 278 - Articulação dos Mapas de Zoneamento	488
Figura 279 - Zoneamento - Rio dos Sinos - Situação Geral - C1	489

Figura 280 - Zoneamento - Rio Paranhana - Situação Geral - C1	490
Figura 281 - Zoneamento - Rios Areia e Rolante - Situação Geral - C1	491
Figura 282 - Zoneamento - Nascentes- Situação Geral - C1.....	492
Figura 283 - Zoneamento - Detalhe Área 1 - C1.....	493
Figura 284 - Zoneamento - Detalhe Área 2 - C1.....	494
Figura 285 - Zoneamento - Detalhe Área 3 - C1.....	495
Figura 286 - Zoneamento - Detalhe Área 4 - C1.....	496
Figura 287 - Zoneamento - Detalhe Área 5 - C1.....	497
Figura 288 - Zoneamento - Detalhe Área 6 - C1.....	498
Figura 289 - Zoneamento - Detalhe Área 7 - C1.....	499
Figura 290 - Zoneamento - Detalhe Área 8 - C1.....	500
Figura 291 - Zoneamento - Detalhe Área 9 - C1.....	501
Figura 292 - Zoneamento - Detalhe Área 10 - C1.....	502
Figura 293 - Zoneamento - Detalhe Área 11 - C1.....	503
Figura 294 - Zoneamento - Detalhe Área 12 - C1.....	504
Figura 295 - Zoneamento - Detalhe Área 13 - C1.....	505
Figura 296 - Zoneamento - Detalhe Área 14 - C1.....	506
Figura 297 - Zoneamento - Detalhe Área 15 - C1.....	507
Figura 298 - Zoneamento - Detalhe Área 16 - C1.....	508
Figura 299 - Zoneamento - Detalhe Área 17 - C1.....	509
Figura 300 - Zoneamento - Detalhe Área 18 - C1.....	510
Figura 301 - Articulação dos Mapas de Inundação - C2.....	523
Figura 302 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral BS-C2A.....	524
Figura 303 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral BS-C2A.....	525
Figura 304 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral BS-C2A.....	526
Figura 305 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral BS-C2A.....	527
Figura 306 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral BS-C2A.....	528
Figura 307 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral BS-C2B.....	529
Figura 308 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral BS-C2B.....	530
Figura 309 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral BS-C2B.....	531
Figura 310 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral BS-C2B.....	532
Figura 311 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral BS-C2B.....	533
Figura 312 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral BS-C2C.....	534
Figura 313 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral BS-C2C.....	535
Figura 314 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral BS-C2C.....	536
Figura 315 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral BS-C2C.....	537
Figura 316 - Rio dos Sinos - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral BS-C2C.....	538
Figura 317 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral MS-C2A.....	539
Figura 318 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral MS-C2A.....	540
Figura 319 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral MS-C2A.....	541

Figura 320 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral MS-C2A.....	542
Figura 321 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral MS-C2A.....	543
Figura 322 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral MS-C2B.....	544
Figura 323 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral MS-C2B.....	545
Figura 324 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral MS-C2B.....	546
Figura 325 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral MS-C2B.....	547
Figura 326 - Paranhana e Grande - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral MS-C2B.....	548
Figura 327 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C2.....	549
Figura 328 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C2.....	550
Figura 329 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C2.....	551
Figura 330 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C2.....	552
Figura 331 - Rolante e Areia - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C2.....	553
Figura 332 - Riozinho - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C2	554
Figura 333 - Riozinho - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C2	555
Figura 334 - Riozinho - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C2	556
Figura 335 - Riozinho - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C2	557
Figura 336 - Riozinho - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C2	558
Figura 337 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 5 anos - situação geral C2.....	559
Figura 338 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 10 anos - situação geral C2.....	560
Figura 339 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 25 anos - situação geral C2.....	561
Figura 340 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 50 anos - situação geral C2.....	562
Figura 341 - Meio e Caraá - Tempo de Retorno 100 anos - situação geral C2.....	563
Figura 342 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1 - BS-C2A.....	564
Figura 343 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1 - BS-C2B.....	565
Figura 344 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 1 - BS-C2C	566
Figura 345 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2 - BS-C2A.....	567
Figura 346 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2 - BS-C2B.....	568
Figura 347 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 2 - BS-C2C	569
Figura 348 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3 - BS-C2A.....	570
Figura 349 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3 - BS-C2B.....	571
Figura 350 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 3 - BS-C2C	572
Figura 351 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 4 - BS-C2	573
Figura 352 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 5 - BS-C2	574
Figura 353 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 6 - BS-C2	575
Figura 354 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 7 - BS-C2	576
Figura 355 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8 - BS-C2A.....	577
Figura 356 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8 - BS-C2B.....	578
Figura 357 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 8 - BS-C2C	579
Figura 358 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9 - BS-C2A.....	580
Figura 359 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9 - BS-C2B.....	581

Figura 360 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 9 - BS-C2C	582
Figura 361 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 10 - BS-C2	583
Figura 362 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 11 - BS-C2	584
Figura 363 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 12 - BS-C2	585
Figura 364 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 13 - BS-C2	586
Figura 365 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 14 - BS-C2	587
Figura 366 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 15 - BS-C2	588
Figura 367 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16 - MS-C2A	589
Figura 368 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 16 - MS-C2B	590
Figura 369 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17 - MS-C2A	591
Figura 370 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 17 - MS-C2B	592
Figura 371 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18 - MS-C2A	593
Figura 372 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 18 - MS-C2B	594
Figura 373 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19 - MS-C2A	595
Figura 374 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 19 - MS-C2B	596
Figura 375 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20 - MS-C2A	597
Figura 376 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 20 - MS-C2B	598
Figura 377 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 21 - AS-C2	599
Figura 378 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 22 - AS-C2	600
Figura 379 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 23 - AS-C2	601
Figura 380 - Mancha de Inundação - Detalhe Área 24 - AS-C2	602
Figura 381 - Articulação dos Mapas de Diferenças - C2	604
Figura 382 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - BS (Sinos)	605
Figura 383 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - MS-C2A (Paranhana)	606
Figura 384 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - MS-C2B (Paranhana)	607
Figura 385 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - AS-C2 (Rolante / Areia)	608
Figura 386 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 1 - BS-C2	609
Figura 387 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 2 - BS-C2	610
Figura 388 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 3 - BS-C2	611
Figura 389 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 4 - BS-C2	612
Figura 390 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 5 - BS-C2	613
Figura 391 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 6 - BS-C2	614
Figura 392 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 7 - BS-C2	615
Figura 393 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 8 - BS-C2	616
Figura 394 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 9 - MS-C2A	617
Figura 395 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 9 - MS-C2B	618
Figura 396 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 10 - MS-C2A	619
Figura 397 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 10 - MS-C2B	620
Figura 398 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 11 - MS-C2A	621
Figura 399 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 11 - MS-C2B	622

Figura 400 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 12 - MS-C2A	623
Figura 401 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 12 - MS-C2B	624
Figura 402 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 13 - MS-C2A	625
Figura 403 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 13 - MS-C2B	626
Figura 404 - Diferenças do nível d'água entre os cenários 0 e 2 - Detalhe Área 14 - AS-C2	627
Figura 405 - Articulação dos Mapas de Zoneamento - C2	629
Figura 406 - Zoneamento - Rio dos Sinos - Situação Geral - BS-C2A	630
Figura 407 - Zoneamento - Rio dos Sinos - Situação Geral - BS-C2B	631
Figura 408 - Zoneamento - Rio dos Sinos - Situação Geral - BS-C2C	632
Figura 409 - Zoneamento - Rio Paranhana - Situação Geral - MS-C2A	633
Figura 410 - Zoneamento - Rio Paranhana - Situação Geral - MS-C2B	634
Figura 411 - Zoneamento - Rios Areia e Rolante - Situação Geral - AS-C2	635
Figura 412 - Zoneamento - Detalhe Área 1 - BS-C2A	636
Figura 413 - Zoneamento - Detalhe Área 1 - BS-C2B	637
Figura 414 - Zoneamento - Detalhe Área 1 - BS-C2C	638
Figura 415 - Zoneamento - Detalhe Área 2 - BS-C2A	639
Figura 416 - Zoneamento - Detalhe Área 2 - BS-C2B	640
Figura 417 - Zoneamento - Detalhe Área 2 - BS-C2C	641
Figura 418 - Zoneamento - Detalhe Área 3 - BS-C2A	642
Figura 419 - Zoneamento - Detalhe Área 3 - BS-C2B	643
Figura 420 - Zoneamento - Detalhe Área 3 - BS-C2C	644
Figura 421 - Zoneamento - Detalhe Área 4 - BS-C2	645
Figura 422 - Zoneamento - Detalhe Área 5 - BS-C2	646
Figura 423 - Zoneamento - Detalhe Área 6 - BS-C2	647
Figura 424 - Zoneamento - Detalhe Área 7 - BS-C2	648
Figura 425 - Zoneamento - Detalhe Área 8 - BS-C2	649
Figura 426 - Zoneamento - Detalhe Área 9 - MS-C2A	650
Figura 427 - Zoneamento - Detalhe Área 9 - MS-C2B	651
Figura 428 - Zoneamento - Detalhe Área 10 - MS-C2A	652
Figura 429 - Zoneamento - Detalhe Área 10 - MS-C2B	653
Figura 430 - Zoneamento - Detalhe Área 11 - MS-C2A	654
Figura 431 - Zoneamento - Detalhe Área 11 - MS-C2B	655
Figura 432 - Zoneamento - Detalhe Área 12 - MS-C2A	656
Figura 433 - Zoneamento - Detalhe Área 12 - MS-C2B	657
Figura 434 - Zoneamento - Detalhe Área 13 - MS-C2A	658
Figura 435 - Zoneamento - Detalhe Área 13 - MS-C2B	659
Figura 436 - Zoneamento - Detalhe Área 14 - AS-C2	660
Figura 437 - Área protegida pelos diques Baixo Sinos - C2A	662
Figura 438 - Área protegida pelos diques Baixo Sinos - C2B	663
Figura 439 - Área protegida pelos diques Baixo Sinos - C2C	664

Figura 440 - Área protegida pelos diques Médio Sinos - Paranhana - C2A	665
Figura 441 - Área protegida pelos diques Médio Sinos - Paranhana - C2B	666
Figura 442 - Área protegida pelos diques Alto Sinos - Rolante - C2	667
Figura 443 - Localização das intervenções Baixo Sinos C2A - Planta Baixa 1/6	668
Figura 444 - Localização das intervenções Baixo Sinos C2B - Planta Baixa 2/6	669
Figura 445 - Localização das intervenções Baixo Sinos C2C - Planta Baixa 3/6	670
Figura 446 - Localização das intervenções Médio Sinos C2A - Planta Baixa 4/6	671
Figura 447 - Localização das intervenções Médio Sinos C2B - Planta Baixa 5/6	672
Figura 448 - Localização das intervenções consolidadas Alto Sinos - Planta Baixa 6/6	673
Figura 449 - Sondagens no leito do Rio dos Sinos próxima a BR-116 - SP01	674
Figura 450 - Sondagens no leito do Rio dos Sinos próxima a BR-116 - SP02	675
Figura 451 - Sondagens no leito do Rio dos Sinos próxima a BR-116 - SP03	676
Figura 452 - Sondagens no leito do Rio dos Sinos próxima a BR-116 - SP04	677
Figura 453 - Sondagens no leito do Rio dos Sinos próxima a BR-116 - SP05	678
Figura 454 - Sondagens no leito do Rio dos Sinos próxima a BR-116 - SP06	679
Figura 455 - BR-448 / Obras região da BR-448 / Planta Geral	681
Figura 456 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Planta Baixa	682
Figura 457 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 1/17	683
Figura 458 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 2/17	684
Figura 459 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 3/17	685
Figura 460 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 4/17	686
Figura 461 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 5/17	687
Figura 462 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 6/17	688
Figura 463 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 7/17	689
Figura 464 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 8/17	690
Figura 465 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 9/17	691
Figura 466 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 10/17	692
Figura 467 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 11/17	693
Figura 468 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 12/17	694
Figura 469 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 13/17	695
Figura 470 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 14/17	696
Figura 471 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 15/17	697
Figura 472 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 16/17	698
Figura 473 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seções Transversais - 17/17	699
Figura 474 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Seção Tipo	700
Figura 475 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Norte / Gráfico - Volumes e Áreas	701
Figura 476 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Planta Baixa	702
Figura 477 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Seções Transversais - 1/5	703
Figura 478 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Seções Transversais - 2/5	704
Figura 479 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Seções Transversais - 3/5	705

Figura 480 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Seções Transversais - 4/5	706
Figura 481 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Seções Transversais - 5/5	707
Figura 482 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Seção Tipo	708
Figura 483 - Vala de drenagem BR-448 e Corta Dreno - Sul / Gráfico - Volumes e Áreas	709
Figura 484 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Planta Baixa	710
Figura 485 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 1/11	711
Figura 486 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 2/11	712
Figura 487 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 3/11	713
Figura 488 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 4/11	714
Figura 489 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 5/11	715
Figura 490 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 6/11	716
Figura 491 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 7/11	717
Figura 492 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 8/11	718
Figura 493 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 9/11	719
Figura 494 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 10/11	720
Figura 495 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seções Transversais - 11/11	721
Figura 496 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Seção Tipo	722
Figura 497 - SAPUCAIA - CANAL / Diques / Gráfico - Volumes e Áreas	723
Figura 498 - ESTEIO - CANAL / Diques / Planta Baixa	724
Figura 499 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seções Transversais - 1/6	725
Figura 500 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seções Transversais - 2/6	726
Figura 501 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seções Transversais - 3/6	727
Figura 502 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seções Transversais - 4/6	728
Figura 503 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seções Transversais - 5/6	729
Figura 504 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seções Transversais - 6/6	730
Figura 505 - ESTEIO - CANAL / Diques / Seção Tipo	731
Figura 506 - ESTEIO - CANAL / Diques / Gráfico - Volumes e Áreas	732
Figura 507 - BR-386 DIQUE SUL / Planta Baixa	733
Figura 508 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 1/16	734
Figura 509 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 2/16	735
Figura 510 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 3/16	736
Figura 511 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 4/16	737
Figura 512 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 5/16	738
Figura 513 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 6/16	739
Figura 514 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 7/16	740
Figura 515 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 8/16	741
Figura 516 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 9/16	742
Figura 517 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 10/16	743
Figura 518 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 11/16	744
Figura 519 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 12/16	745

Figura 520 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 13/16	746
Figura 521 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 14/16	747
Figura 522 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 15/16	748
Figura 523 - BR-386 DIQUE SUL / Seções Transversais - 16/16	749
Figura 524 - BR-386 DIQUE SUL / Seção Tipo	750
Figura 525 - BR-386 DIQUE SUL / Gráfico - Volumes e Áreas	751
Figura 526 - JAZIDAS / Planta de Localização das Jazidas / Obras Região BR-448	752
Figura 527 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2B / Planta Baixa	754
Figura 528 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2B / Seção Tipo Dique 01, 02 e 03	755
Figura 529 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2B / Seção Tipo Diques Sapucaia	756
Figura 530 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2B / Seção Tipo Diques Esteio	757
Figura 531 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2B / Seção Tipo Corta-Dreno BR-448	758
Figura 532 - CANOAS E ESTEIO / Diques 01, 02 e 03 / BS-C2B / Gráfico - Volumes e Áreas	759
Figura 533 - CANOAS E ESTEIO / Diques Sapucaia / BS-C2B / Gráfico - Volumes e Áreas	760
Figura 534 - CANOAS E ESTEIO / Diques Esteio BS-C2B / Gráfico - Volumes e Áreas	761
Figura 535 - CANOAS e ESTEIO / Dique BR-448 / BS-C2B / Gráfico-Volumes e Áreas /Corta-Dreno ..	762
Figura 536 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2C / Planta Baixa	764
Figura 537 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2C / Seção Tipo Dique 01, 02 e 03	765
Figura 538 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2C / Seção Tipo Diques Sapucaia	766
Figura 539 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2C / Seção Tipo Diques Esteio	767
Figura 540 - CANOAS E ESTEIO / Diques BS-C2C / Seção Tipo Corta-Dreno BR-448	768
Figura 541 - CANOAS E ESTEIO / Diques Diques 01, 02 e 03 / BS-C2C / Gráfico - Volumes e Áreas..	769
Figura 542 - CANOAS E ESTEIO / Diques Sapucaia BS-C2C / Gráfico - Volumes e Áreas	770
Figura 543 - CANOAS E ESTEIO / Diques Esteio BS-C2C / Gráfico - Volumes e Áreas	771
Figura 544 - CANOAS E ESTEIO / Diques BR-448 / BS-C2C / Gráfico - Volumes e Áreas/Corta-Dreno	772
Figura 545 - CANAL SECUNDÁRIO DOS SINOS / APROFUNDAMENTO / Planta Baixa	774
Figura 546 - CANAL SECUNDÁRIO DOS SINOS / APROFUNDAMENTO / Seção Tipo	775
Figura 547 - CANAL SECUNDÁRIO DOS SINOS / Aprofundamento / Gráfico - Volumes e Áreas	776
Figura 548 - NOVA SANTA RITA / Dique Nova Santa Rita / Planta Baixa	778
Figura 549 - NOVA SANTA RITA / Dique Nova Santa Rita / Seção Tipo	779
Figura 550 - NOVA SANTA RITA / Dique Nova Santa Rita / Gráfico - Volumes e Áreas	780
Figura 551 - SAPUCAIA DO SUL / Dique Norte e Dique-Muro Sul / Planta Baixa	782
Figura 552 - SAPUCAIA DO SUL / Dique Norte e Dique-Muro Sul / Seção Tipo	783
Figura 553 - SAPUCAIA DO SUL / Dique Norte e Dique-Muro Sul / Gráfico - Volumes e Áreas	784
Figura 554 - ARROIO CERQUINHA / Diques Margem Esquerda e Direita/ Planta Baixa	786
Figura 555 - ARROIO CERQUINHA / Diques Margem Esquerda e Direita/ Seção Tipo	787
Figura 556 - ARROIO CERQUINHA / Diques Margem Esquerda e Direita/ Gráfico - Volumes e Áreas	788
Figura 557 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Planta Baixa	790
Figura 558 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Seção Tipo	791
Figura 559 - SÃO LEOPOLDO - FEITORIA / Dique / Gráfico - Volumes e Áreas	792

Figura 560 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Planta Baixa.....	794
Figura 561 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Seção Tipo.....	795
Figura 562 - NOVO HAMBURGO - LOMBA GRANDE / Dique-Muro / Gráfico - Volumes e Áreas	796
Figura 563 - DIQUE CAMPO BOM / Dique - Bairro N / Planta Baixa	798
Figura 564 - DIQUE CAMPO BOM / Dique - Bairro N / Seção Tipo	799
Figura 565 - DIQUE CAMPO BOM / Dique - Bairro N / Gráfico - Volumes e Áreas.....	800
Figura 566 - DIQUE CAMPO BOM / Dique - Foz do Arroio Schmidt / Planta Baixa	802
Figura 567 - DIQUE CAMPO BOM / Dique - Foz do Arroio Schmidt / Seção Tipo	803
Figura 568 - DIQUE CAMPO BOM / Dique - Foz do Arroio Schmidt / Gráfico - Volumes e Áreas	804
Figura 569 - TRÊS COROAS / Dique - Margem Esquerda / Planta Baixa	806
Figura 570 - TRÊS COROAS / Dique - Margem Esquerda / Seção Tipo	807
Figura 571 - TRÊS COROAS / Dique - Margem Esquerda / Gráfico - Volumes e Áreas.....	808
Figura 572 - IGREJINHA NORTE / Dique - Margem Esquerda C2A / Planta Baixa	810
Figura 573 - IGREJINHA NORTE / Dique - Margem Esquerda C2A / Seção Tipo	811
Figura 574 - IGREJINHA NORTE / Dique - Margem Esquerda C2A / Gráfico - Volumes e Áreas	812
Figura 575 - IGREJINHA SUL / Dique - Margem Esquerda - Sul C2A / Planta Baixa	813
Figura 576 - IGREJINHA SUL / Dique - Margem Esquerda - Sul C2A / Seção Tipo.....	814
Figura 577 - IGREJINHA SUL / Dique - Margem Esquerda - Sul C2A / Gráfico - Volumes e Áreas	815
Figura 578 - IGREJINHA NORTE / Dique - Norte C2B / Planta Baixa	817
Figura 579 - IGREJINHA NORTE / Dique - Norte C2B / Seção Tipo	818
Figura 580 - IGREJINHA NORTE / Dique - Norte C2B / Gráfico - Volumes e Áreas	819
Figura 581 - IGREJINHA SUL / Dique - Sul C2B / Planta Baixa.....	820
Figura 582 - IGREJINHA SUL / Dique - Sul C2B / Seção Tipo.....	821
Figura 583 - IGREJINHA SUL / Dique - Sul C2B / Gráfico - Volumes e Áreas	822
Figura 584 - ARROIO AREIA/ RIO ROLANTE / Diques / Planta Baixa.....	824
Figura 585 - ARROIO AREIA/ RIO ROLANTE / Diques / Seção Tipo	825
Figura 586 - ARROIO AREIA/ RIO ROLANTE / Diques / Gráfico - Volumes e Áreas.....	826
Figura 587 - Mapa de Perigo C1	828
Figura 588 - Mapa de Perigo C2A.....	829
Figura 589 - Mapa de Perigo C2B.....	830
Figura 590 - Mapa de Perigo C2C	831

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Dados do Contratante	24
Quadro 2 - Dados do Consórcio.....	25
Quadro 3 - Dados do Contrato	25
Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução	26
Quadro 5 - Alternativas estrutural e não-estrutural para os cenários	48
Quadro 6 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 5.....	71
Quadro 7 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 10.....	72
Quadro 8 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 25.....	73
Quadro 9 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 50.....	74
Quadro 10 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 100.....	75
Quadro 11 - Novas áreas edificadas sujeitas aos eventos de cheias (30 anos)	76
Quadro 12 - Alternativa estrutural para o cenário C1	89
Quadro 13 - Situação das pontes quanto a capacidade hidráulica de escoamento da cheia de TR 100 ..	90
Quadro 14 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias C1.	96
Quadro 15 - Áreas de convivência de cheias já consolidadas na zona com restrições C1.	97
Quadro 16 - Orçamento da desapropriação no Zoneamento no Cenário 1	108
Quadro 17 - Orçamento da demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário 1	109
Quadro 18 - Custos de revitalização de áreas desapropriadas e implantação de parques lineares.....	109
Quadro 19 - Custo Total da Revitalização da Área C1	110
Quadro 20 - Custo total do zoneamento, desapropriação e revitalização das áreas no Cenário 1	110
Quadro 21 - Custos das Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área - C1 ..	111
Quadro 22 - Alternativas estrutural e não-estrutural para o cenário C2	124
Quadro 23 - Resultados das sondagens geotécnicas no leito do Rio dos Sinos (canal principal).....	132
Quadro 24 - Quantitativos de aprofundamento e alargamento do canal secundário junto a BR-116	140
Quadro 25 - Quantitativos das obras de elevação dos diques existentes junto a BR-116	140
Quadro 26 - Distâncias de Transporte Obras Pôlder BR-448.....	145
Quadro 27 - Estações de Bombeamento na região da BR-448.....	146
Quadro 28 - Quantitativos das obras de terra a leste da BR-448	152
Quadro 29 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Canoas e Esteio.....	161
Quadro 30 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Canoas e Esteio.....	170
Quadro 31 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Nova Santa Rita	173
Quadro 32 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Sapucaia do Sul	177
Quadro 33 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Arroio Cerquinha	181
Quadro 34 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Bairro Feitoria	184
Quadro 35 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Novo Hamburgo / Lomba Grande	188
Quadro 36 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Bairro N em Camo Bom	191
Quadro 37 - Quantitativos das obras dos diques de proteção na foz do Arroio Schmidt	195
Quadro 38 - Quantitativos das obras dos diques de proteção na confluência do Arroio Angabei	200
Quadro 39 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Igrejinha - Bairro Moinho	203

Quadro 40 - Quantitativos das obras dos diques em Igrejinha nos bairros Centro e 15 de Novembro ...	206
Quadro 41 - Quantitativos das obras dos diques em Igrejinha Norte	210
Quadro 42 - Quantitativos as obras dos diques em Igrejinha Sul	215
Quadro 43 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Rolante - Rio Rolante e Arroio Areia ..	221
Quadro 44 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias do Baixo Sinos	227
Quadro 45 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias do Médio Sinos	227
Quadro 46 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias do Alto Sinos	228
Quadro 47 - Áreas de convivência de cheias consolidadas na zona de restrições do Baixo Sinos.....	228
Quadro 48 - Áreas de convivência de cheias consolidadas na zona de restrições do Médio Sinos.....	228
Quadro 49 - Áreas de convivência de cheias consolidadas na zona de restrições do Alto Sinos	229
Quadro 50 - Custo da desapropriação da zona de passagem de cheias no Baixo Sinos.....	240
Quadro 51 - Custo da desapropriação da zona de passagem de cheias no Médio Sinos	241
Quadro 52 - Custo da desapropriação da zona de passagem de cheias no Alto Sinos	241
Quadro 53 - Custo de demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Baixo Sinos.....	242
Quadro 54 - Custo de demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Médio Sinos.....	242
Quadro 55 - Custo de demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Alto Sinos	242
Quadro 56 - Custos de revitalização de áreas desapropriadas e implantação de parques lineares.....	243
Quadro 57 - Custo Total da Revitalização da Área do Baixo Sinos	243
Quadro 58 - Custo Total da Revitalização da Área do Médio Sinos.....	243
Quadro 59 - Custo Total da Revitalização da Área do Alto Sinos	244
Quadro 60 - Custo do zoneamento, desapropriação e revitalização no Baixo Sinos.....	245
Quadro 61 - Custo do zoneamento, desapropriação e revitalização no Médio Sinos.....	245
Quadro 62 - Custo do zoneamento, desapropriação e revitalização no Alto Sinos.....	245
Quadro 63 - Orçamento das casas de bombas C2A - Pôlder BR-448	246
Quadro 64 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2A	246
Quadro 65 - Orçamento do dique ao Sul da BR-386 - C2A.....	247
Quadro 66 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2A	248
Quadro 67 - Orçamento dos diques do Arroio Sapucaia - C2A.....	249
Quadro 68 - Itens relativos a projetos e serviços técnico e valor das obras do pôlder da BR-448	250
Quadro 69 - Orçamento das casas de bombas C2B	250
Quadro 70 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2B	251
Quadro 71 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2B	251
Quadro 72 - Orçamento dos diques do Arroio Sapucaia - C2B	252
Quadro 73 - Orçamento do dique 1 - C2B	253
Quadro 74 - Orçamento do dique 2 - C2B	254
Quadro 75 - Orçamento do dique 3 - C2B	255
Quadro 76 - Itens relativos a projetos, apoio técnico e valor das obras de Canoas e Esteio	256
Quadro 77 - Orçamento das casas de bombas C2C	257
Quadro 78 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2C	257
Quadro 79 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2C.....	257

Quadro 80 - Orçamento do dique Arroio Sapucaia - C2C	259
Quadro 81 - Orçamento do dique 1 - C2C	260
Quadro 82 - Orçamento do dique 2 - C2C	261
Quadro 83 - Orçamento do dique 3 - C2C	262
Quadro 84 - Orçamento do dique 4 - C2C	263
Quadro 85 - Itens relativos a projetos, serviços apoio técnico e valor das obras de Canoas e Esteio ...	264
Quadro 86 - Orçamento do aprofundamento e alargamento do canal secundário do Rio dos Sinos	264
Quadro 87 - Itens relativos a projeto, apoio técnico e valor das obras canal secundário	266
Quadro 88 - Orçamento de Elevação Dique Existente Margem Esquerda - São Leopoldo	266
Quadro 89 - Orçamento de Elevação Dique Existente Margem Direita - São Leopoldo	267
Quadro 90 - Orçamento de Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo	267
Quadro 91 - Orçamento de Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo	268
Quadro 92 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras de elevação dos diques	268
Quadro 93 - Orçamento do Dique Nova Santa Rita Margem Direita	269
Quadro 94 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras em Nova Santa Rita	270
Quadro 95 - Orçamento dos Diques de Sapucaia do Sul - Dique Norte - Margem esquerda	270
Quadro 96 - Orçamento dos Diques de Sapucaia do Sul - Dique Sul - Margem esquerda	271
Quadro 97 - Itens relativos a projetos, serviços apoio técnico e valor das obras em Sapucaia Sul	275
Quadro 98 - Orçamento da elevação dos diques - Arroio Cequinha Margem Direita	275
Quadro 99 - Orçamento da elevação dos diques - Arroio Cequinha Margem Esquerda	276
Quadro 100 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras no A. Cerquinha	276
Quadro 101 - Orçamento do dique proposto em São Leopoldo - Margem Esquerda - Bairro Feitoria	277
Quadro 102 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor das obras no Bairro Feitoria.	278
Quadro 103 - Orçamento do dique proposto em Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande	278
Quadro 104 - Itens relativos a projetos, serviços apoio técnico e valor das obras em Lomba Grande....	281
Quadro 105 - Orçamento do dique proposto em Campo Bom - Bairro N - Margem Direita	281
Quadro 106 - Itens relativo a projetos, serviços de apoio técnico e valor das obras no Bairro N	284
Quadro 107 - Orçamento do dique proposto em Campo Bom - Arroio Schmidt - Margem Direita	285
Quadro 108 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras no Arroio Schmidt	286
Quadro 109 - Orçamento do dique em Três Coroas - Arroio Angabei	286
Quadro 110 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor das obras em Três Coroas ..	287
Quadro 111 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2A - Margem Esquerda Norte	288
Quadro 112 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2A - Margem Esquerda Sul	289
Quadro 113 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor dos diques Igrejinha	290
Quadro 114 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - Margem Esquerda Norte	290
Quadro 115 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - Margem Direita Norte	292
Quadro 116 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - Margem Esquerda Sul	295
Quadro 117 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - Margem Direita Sul	298
Quadro 118 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor dos diques em Igrejinha	300
Quadro 119 - Orçamento dos diques proposto em Rolante - Rio Rolante Margem Direita	301

Quadro 120 - Orçamento do dique proposto em Rolante - Arroio Areia Margem Direita	302
Quadro 121 - Orçamento do dique proposto em Rolante - Margem Esquerda	303
Quadro 122 - Itens relativo a projeto, serviços apoio técnico e valor dos dique em Rolante	304
Quadro 123 - Custo total das Intervenções - Baixo Sinos	305
Quadro 124 - Custo total das Intervenções - Médio Sinos	306
Quadro 125 - Custo total das Intervenções - Alto Sinos	307
Quadro 126 - Custos de instalação, operação e manutenção de estações hidrometeorológicas.....	317
Quadro 127 - Características de seguros de cobertura de inundações.	319
Quadro 128 - Sumário das configurações dos seguros de cobertura de inundação em 25 países.	327
Quadro 129 - Variação dos Parâmetros Hidrológicos SA x C0	336
Quadro 130 - Vazões de Cheia para TR5, 10, 25, 50 e 100 anos nas sub-bacias: SA x C0	339
Quadro 131 - Vazões de Cheia para TR5, 10, 25, 50 e 100 anos nos trechos: SA x C0.....	344
Quadro 132 - Metodo comparativo - Dados de Imobiliárias.....	833
Quadro 133 - Metodo comparativo - Município: Campo Bom.....	836
Quadro 134 - Metodo comparativo - Município: Campo Bom (Edificação).....	836
Quadro 135 - Metodo comparativo - Município: Canoas	837
Quadro 136 - Metodo comparativo - Município: Canoas (Edificação)	837
Quadro 137 - Metodo comparativo - Município: Esteio	838
Quadro 138 - Metodo comparativo - Município: Esteio (Edificação).....	838
Quadro 139 - Metodo comparativo - Município: Nova Santa Rita.....	838
Quadro 140 - Metodo comparativo - Município: Nova Santa Rita (Edificação)	839
Quadro 141 - Metodo comparativo - Município: Novo Hamburgo.....	840
Quadro 142 - Metodo comparativo - Município: Novo Hamburgo (Edificação)	841
Quadro 143 - Metodo comparativo - Município: São Leopoldo.....	841
Quadro 144 - Metodo comparativo - Município: São Leopoldo (Edificação)	842
Quadro 145 - Metodo comparativo - Município: Sapucaia.....	842
Quadro 146 - Metodo comparativo - Município: Sapucaia (Edificação).....	843
Quadro 147 - Metodo comparativo - Município: Sapiranga	844
Quadro 148 - Metodo comparativo - Município: Sapiranga (Edificação)	844
Quadro 149 - Metodo comparativo - Município: Igrejinha	845
Quadro 150 - Metodo comparativo - Município: Igrejinha (Edificação).....	845
Quadro 151 - Metodo comparativo - Município: Parobe	846
Quadro 152 - Metodo comparativo - Município: Parobe (Edificação)	846
Quadro 153 - Metodo comparativo - Município: Taquara	847
Quadro 154 - Metodo comparativo - Município: Taquara (Edificação)	847
Quadro 155 - Metodo comparativo - Município: Três Coroas	848
Quadro 156 - Metodo comparativo - Município: Três Coroas (Edificação).....	848
Quadro 157 - Metodo comparativo - Município: Rolante	849
Quadro 158 - Metodo comparativo - Município: Rolante (Edificação)	849

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 12 - PROJETOS DOS CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES”, conforme descrito no Edital CELIC-RS nº 008/14 na modalidade de Regime Diferenciado de Contratação (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@mjenharia.com
	ricardo.santiago@mjenharia.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
Editais 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, assinado em 06 de abril de 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 Contratual, assinado em 06 de abril de 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

Este PRODUTO é a compilação do conteúdo dos RA13 (**Cenário 0**), RA14 (**Cenário 1**) e (RA15 **Cenário 2**), respectivamente, já apresentados de forma parcial para as devidas aprovações e descreve a metodologia, as atividades desenvolvidas e os produtos resultantes da elaboração do “PRODUTO 12 - PROJETOS DOS CENÁRIOS 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 12 - Concepção das soluções e proposição de alternativas de intervenção

As alternativas de projeto deverão compor um cenário, com um conjunto de medidas, em parte estruturais, com projetos de obras de amortecimento cheias, diques, controle de erosão, estabilização de margens, reassentamento, entre outros, e em parte não-estruturais, com soluções de zoneamento, sistema de alerta/plano de contingência, proposição de regulações, entre outros.

Todas as medidas levantadas devem ser caracterizadas em nível de Projeto Conceitual, que permitam a compreensão das principais estruturas e o orçamento individualizado de serviço para cada cenário de intervenção.

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	
13	Análise de Viabilidade das Alternativas	Executado
14	Consolidação do Conjunto de Intervenções	Executado
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 PROJETOS DOS CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES

3.1 Área de Estudo

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

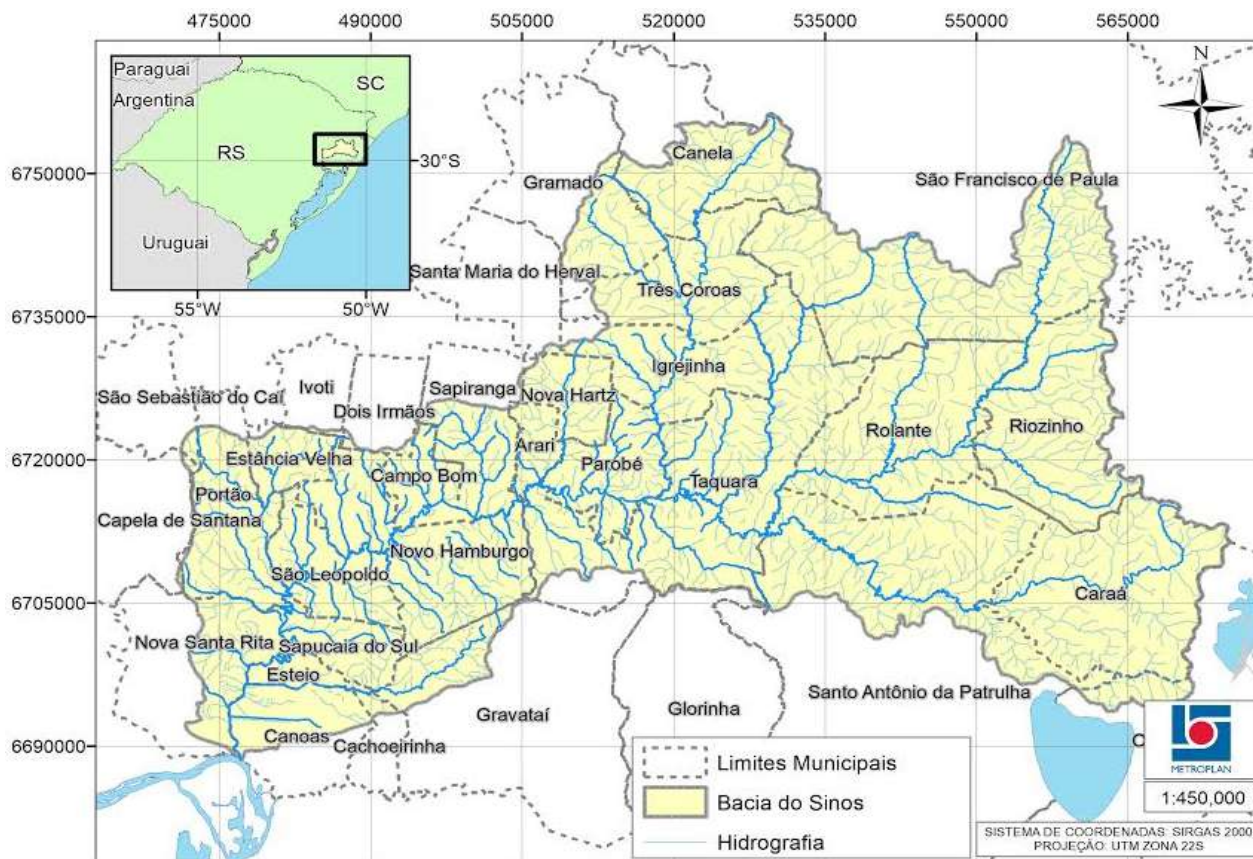


Figura 1 - Situação e localização da Bacia do Rio dos Sinos

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.2 Objetivos do Relatório

O PRODUTO 12 - Projetos dos Cenários de Intervenção tem por objetivo geral apresentar o estudo de alternativas de controle dos eventos de cheias que contemplam medidas estruturais e não-estruturais no trecho contemplado da Bacia do Rio dos Sinos nos cenários atual e futuros.

Os objetivos específicos do Produto 12 são:

✓ **Cenário 0:**

- Projetar o cenário futuro tendencial (**Cenário 0**) de crescimento urbano considerando a expansão territorial.

✓ **Cenários 1 e 2:**

- Desenvolver a concepção das alternativas técnicas de intervenção na Bacia para a mitigação dos efeitos de cheias do Rio dos Sinos.
- Realizar a análise do uso múltiplo das obras planejadas.
- Estimar os custos de implantação das intervenções propostas para servir de subsídio à análise de viabilidade quando serão comparados os custos aos danos evitados.

3.3 Planejamento Geral

Conforme o TR:

PRODUTO 12 - Concepção das soluções e proposição de alternativas de intervenção

.....

Para cada unidade de análise espacial¹ em que for dividida a bacia, deverão ser propostos no mínimo três cenários com diferentes combinações de medidas estruturais e não-estruturais, definidos para um mesmo horizonte de tempo de planejamento.

Um dos cenários deverá avaliar os custos e benefícios de não se tomar qualquer ação no horizonte de planejamento definido. Os demais deverão alternar entre ações mais voltadas para medidas não-estruturais, incluindo o reassentamento de populações em risco, e ações tendendo para minimizar riscos e impactos sociais por meio de medidas estruturais.

Sendo assim, esta etapa propõe três cenários com diferentes combinações entre medidas estruturais e não-estruturais, sendo:

- **Cenário 0:** Convívio com as cheias na bacia
- **Cenário 1:** Implementação de alternativas não-estruturais
- **Cenário 2:** Implementação de alternativas estruturais e não-estruturais

Em termos gerais, a comparação entre os dois cenários de alternativas, se diferencia pela implementação de obras de proteção no **Cenário 2**, mais especificamente diques em terra ou muros de concreto combinados a sistemas de bombeamento.

Neste cenário de intervenções estruturantes, onde se constatou que a proteção realizada pelos diques de proteção geraria externalidades em outras regiões da bacia, foi mantida a opção pelo zoneamento com o reassentamento e desapropriação de populações em risco.

As análises dos cenários preveem a implementação de alternativas estruturais combinadas às não-estruturais, sempre buscando evitar a transferência de impactos para jusante ou montante.

Quando proposta a inclusão de medidas estruturais, é realizada se observando uma visão integrada da bacia hidrográfica.

Com base nas simulações hidrodinâmicas foram determinadas, levando em consideração os diferentes tempos de retorno (TR), as áreas com riscos de inundações para a região de interesse do estudo.

¹ As unidades serão definidas com base nas informações levantadas nas etapas de diagnóstico e estudos hidrológicos, levando em consideração critérios que permitam a caracterização de cada intervenção de forma isolada, como município beneficiado, área afetada e população atendida.

Em complementaridade aos Produtos 10 e 11, onde são apresentadas as simulações hidrológicas e hidrodinâmicas para o cenário atual, foram realizadas novas simulações com base em projeções de expansão urbana prevista nos Planos Diretores dos municípios e nos censos do IBGE.

Além disso, as simulações hidrodinâmicas foram realizadas avaliando a implantação das alternativas propostas quanto a seus benefícios e externalidades. Avaliaram-se as consequências das alternativas e, a partir de uma avaliação criteriosa, limitou-se a utilização das soluções onde fosse necessário.

Dessa forma, foi possível avaliar a evolução dos impactos dos eventos de cheia na bacia, e com base no cenário tendencial e nas novas simulações de cenários alternativos, foram desenvolvidas soluções para a mitigação de tais impactos.

3.3.1 Horizonte de Planejamento

As alternativas de projetos compõem cenários num horizonte de planejamento de 30 anos. Nos **Cenário 0, 1 e 2** foi projetado o cenário futuro tendencial de crescimento urbano considerando a expansão territorial na bacia dentro desse horizonte e, implementadas as intervenções para a análise dos benefícios e posterior análise de viabilidade.

Tal fenômeno, além de alterar o comportamento hidrológico da bacia, aumentando a magnitude dos eventos de cheia, também implica em um aumento da população exposta às cheias caso não se tome nenhuma providência para a mitigação dos impactos.

3.3.2 Unidades de Análise Espacial

A área de estudo para os eventos de cheia deste trabalho é a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, localizada entre as Regiões Metropolitana, Leste e Serra do Rio Grande do Sul.

Ela possui 3.693 km² e abrange 32 municípios, entre eles Canoas, Novo Hamburgo, São Leopoldo, Sapiranga e Sapucaia do Sul, no COREDE Vale do Rio dos Sinos, Gramado, Canela e São Francisco de Paula, no COREDE Hortênsias, e Três Coroas, Rolante e Igrejinha no Vale do Paranhana.

A Bacia do Rio dos Sinos possui uma população de 1.350.000 habitantes (IBGE, 2017), e representa 21% do PIB estadual. Possui um alto grau de industrialização, destacando-se as áreas de produtos petroquímicos, têxteis, produtos agrícolas beneficiados e do complexo coureiro-calçadista.

Alguns dos municípios, pertencentes a esta Bacia, possuem seus perímetros urbanos desenvolvidos no entorno do Rio dos Sinos e seus afluentes, como São Leopoldo com o Rio dos Sinos, Três Coroas e Igrejinha com o Rio Paranhana.

A divisa física da Bacia se dá ao norte com a Serra Geral, onde se encontram as nascentes de vários de seus afluentes, ao sul com uma cadeia montanhosa que a separa da Bacia do Rio Gravataí, e a leste com outra região acidentada, onde se localiza a nascente do Rio dos Sinos, no município de Caraá.

A oeste, o Rio dos Sinos, já em terreno predominantemente de planície, deságua no Lago Guaíba, no município de Canoas, sendo um dos oito de seus afluentes. É nesta região que se encontra a maior incidência de grandes eventos de cheias na Bacia, favorecidas pelas características topográficas e pela alta impermeabilização do solo resultante da urbanização.

Rio Rolante, Rio Areia e Rio Paranhana são os principais afluentes do Rio dos Sinos, todos localizados em sua margem direita, vindos da região serrana. Na margem direita há a contribuição de diversos arroios, entre eles o Arroio Portão, Sapiranga, Pampa e Luís Rau.

3.4 Estudo de Alternativas de Cenários de Intervenção

3.4.1 Premissas e Diretrizes

As inundações são mais antigas que a existência do homem na terra. A formação de assentamentos humanos historicamente privilegiou a ocupação de áreas próximas a cursos d'água, para utilização visando transporte, abastecimento de água e até mesmo disposição de dejetos. As áreas ribeirinhas, que correspondem ao leito maior dos rios, geralmente são planas, propícias para o assentamento humano, reforçando as motivações para sua ocupação, principalmente quando a frequência de inundação é baixa (Tucci, 2007).

Nas áreas urbanas, os problemas causados pelas cheias naturais do rio são frequentemente ampliados por uma planificação inadequada da Drenagem Urbana. O desenvolvimento urbano tende a aumentar as áreas impermeáveis e aumentar a velocidade do escoamento através de condutos e canais. Este processo leva a inundações frequentes, aumento de material sólido e deterioração da qualidade da água dos sistemas hídricos urbanos.

As cidades têm, na grande maioria dos casos, implementado a sua infraestrutura de drenagem urbana de forma pontual, apenas transferindo os impactos de um lugar para outro dentro da cidade. Por outro lado, a expansão das cidades sem a devida planificação tem levado à ocupação de áreas de risco nas margens de rios e arroios.

As medidas para o controle das inundações envolvem dois componentes principais: medidas não-estruturais e medidas estruturais. As medidas não-estruturais buscam reduzir os impactos das cheias sem alterar as características hidrológicas do sistema. Elas envolvem aspectos institucionais que controlam de forma sustentável os novos empreendimentos urbanos, para que a população possa conviver com as cheias com o mínimo de prejuízos.

As medidas estruturais envolvem o controle dos impactos já existentes através de obras de engenharia implementadas para reduzir o risco de inundações. Assim, é modificado o sistema natural para proteger contra cheias, sempre buscando uma visão integrada de cada sub-bacia, de forma que não crie novos problemas, nem a montante nem a jusante.

A gestão da inundação é obtida por uma combinação de medidas estruturais e não-estruturais que permita à população ribeirinha minimizar suas perdas e manter uma convivência harmônica com o rio. As ações incluem medidas de engenharia e de cunho social, econômico e administrativo. A pesquisa para a combinação ótima dessas ações constitui o planejamento da proteção contra a inundação e seus efeitos (Tucci, 2007).

No presente relatório propõe-se três cenários com diferentes combinações entre medidas estruturais e não-estruturais, quais sejam:

✓ **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.

Quando da inclusão de medidas estruturais, as mesmas são propostas numa visão integrada da bacia hidrográfica. Busca-se evitar a transferência de impactos para jusante ou montante.

No **Cenário 2**, especificamente, onde não é possível a implantação de intervenções estruturais, se manteve a opção pela desapropriação de populações em risco, combinada às propostas para melhoria do Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta dos desastres naturais e uso de sistemas de seguro de cobertura de inundações.

No caso do **Cenário 1**, a opção por privilegiar a escolha de medidas não-estruturais decorre de certas vantagens, em comparação com as medidas estruturais, destacando-se seu menor custo econômico de operação, associado a maiores níveis de garantia.

Desta forma, as medidas não-estruturais podem garantir proteção mais ampla que medidas estruturais.

Há, porém, limitações na aplicação das medidas não-estruturais, principalmente quando elas envolvem transferência, remoção, desapropriação, relocação ou reassentamento de ocupações irregulares, ou mesmo de áreas com ocupação regularizada, já consolidada.

Nestes casos, além dos custos econômicos para efetuar as ações de desapropriação, relocação ou reassentamento, há, ainda necessidade de dar novo uso às terras para evitar reocupação. A ação apropriada é transformar estas áreas em áreas públicas tais como parques, para atividades de lazer, entre outras.

O custo, nestes casos, inclui a demolição das construções e o investimento em áreas públicas. Considerando estas características, no **Cenário 2** tentou-se diminuir o número de edificações a serem desapropriadas.

Há, também, impactos sociais e políticos decorrentes deste tipo de ação, que devem ser propriamente analisados. Finalmente, há a necessidade de ações de educação, capacitação e conscientização da população, para que se construa uma percepção efetiva do risco associado à ocupação de tais áreas.

Tais limitações podem, em alguns casos, até mesmo inviabilizar o uso de alternativas não-estruturais em alguns locais da bacia. Nestes casos, os custos econômicos e sociais devem ser avaliados e comparados com os custos para implantação de alternativas estruturais.

Já no **Cenário 2**, a diminuição de áreas de risco, diminuindo a necessidade de desapropriação através de sistemas de proteção, constituindo uma solução alternativa de menor impacto social e com impactos mais localizados (no caso das obras em que se constatou que não causariam externalidades à regiões vizinhas).

As alternativas estruturais, não necessariamente, implicam em maiores custos totais considerando a implantação e a operação ao longo do horizonte de projeto.

As soluções não-estruturais implicam na reocupação das áreas desapropriadas pelo poder público através de parques para que não haja novas ocupações irregulares no local, o que reestabeleceria o problema original. Dar novo uso às áreas desapropriadas também agrega custo aos já elevados custos de desapropriação.

Ainda assim, as alternativas estruturais tem efetividade menos ampla, pois garantem a proteção somente até o Tempo de Retorno de projeto e no caso de eventos mais extremos, o dano causado pode ser ainda maior.

Além disso, soluções de engenharia apresentam o risco inerente de falha, mesmo para a proteção planejada e isso deve ser levado em consideração na avaliação e escolha.

Observa-se que **o presente trabalho busca controle de inundações e que o controle de alagamentos não compõe o escopo do estudo.**

Conforme Ministério das Cidades/IPT (2007), as inundações se referem ao transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea, enquanto que os alagamentos correspondem ao acúmulo momentâneo de águas em determinados locais, por deficiência do sistema de drenagem.

Estas definições estão em consonância com o COBRADE (Ministério da Integração Nacional, 2012), onde as inundações e alagamentos são caracterizadas por:

***"Inundações:** submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície"*

***"Alagamentos:** extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações extremas.*

É importante ressaltar que as alternativas estudadas contemplam o Rio dos Sinos, o principal formador, o rio Paranhana, o rio Rolante e o arroio Areia, bem como os tributários que passem por áreas urbanizadas.

Destaca-se que:

- as medidas propostas para controle de inundações do rio Principal (Sinos, Paranhana, Areia e Rolante) ou que são necessárias devido ao remanso do rio Principal são **detalhadas por comporem o escopo do trabalho em desenvolvimento**;
- as medidas para controle de alagamentos causados por falta de capacidade dos tributários para escoar suas cheias são propostas como **diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais**, incluindo: limpeza/dragagem de canal, melhoria de travessias (pontes, pontilhões), reservatórios de detenção, zoneamento de áreas inundáveis.

Ressalta-se, ainda, que toda a área ribeirinha sempre foi uma área de inundação e que a ocupação das últimas décadas, sem controle por parte dos municípios, fez com o risco para população aumentasse. O presente plano é, também, uma resposta de prevenção e controle a este processo.

3.4.2 Diagnóstico por Unidade de Análise Espacial

Para efeito de caracterização hidrológica e hidráulica (sistema de drenagem da bacia), o Rio dos Sinos foi dividido em três unidades de análise espacial distintas, caracterizadas como:

- Baixo Sinos com extensão de 50 km, onde a declividade é praticamente nula e o rio apresenta um escoamento muito lento;
- Médio Sinos com extensão de 125 km (cotas entre 60 e 5 m); e
- Alto Sinos com extensão de 25 km (cotas entre 600 e 60 m), de escoamento rápido.

✓ Baixo Sinos

No Baixo Sinos, trecho de Campo Bom até a foz no Delta do Jacuí, é grande a concentração populacional e industrial, onde os principais arroios formadores drenam grandes centros urbanos conforme a seguir: Campo Bom (Arroio Schmidt); Novo Hamburgo (Arroio Pampa e Arroio Luiz Rau); São Leopoldo (Arroio Cerquinha, Arroio Peão e Canal João Corrêa); Estância Velha e Portão (Arroio Portão/Estância Velha); Sapucaia do Sul (Arroio José Joaquim); Esteio e zona norte de Canoas (Arroio Sapucaia e Arroio Esteio).

A Figura 2 mostra as Áreas inundadas no Baixo Sinos, para o período de retorno de 100 anos no cenário C0 (tendencial).

Observam-se diferentes efeitos de inundação em áreas com ocupação consolidada em São Leopoldo, Novo Hamburgo, Campo Bom, Esteio, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul e em áreas com previsão de expansão urbana entre a BR-116 e a BR-448, nos municípios de Esteio e Canoas.

A Figura 3 mostra a área inundada para **TR 100**, no município de São Leopoldo. Pode-se observar que há efeito de remanso do Rio dos Sinos sobre o arroio Cerquinha. É possível observar áreas consolidadas sendo inundadas pelo TR =100.

A Figura 4 mostra a área inundada para **TR 100**, nos municípios de Novo Hamburgo, Campo Bom e Sapiranga. Já as inundações nos arroios Luiz Rau (Novo Hamburgo), Schmidt (Campo Bom) e

Sapiranga não são causadas por remanso do Rio dos Sinos, onde se propõe apenas diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais.

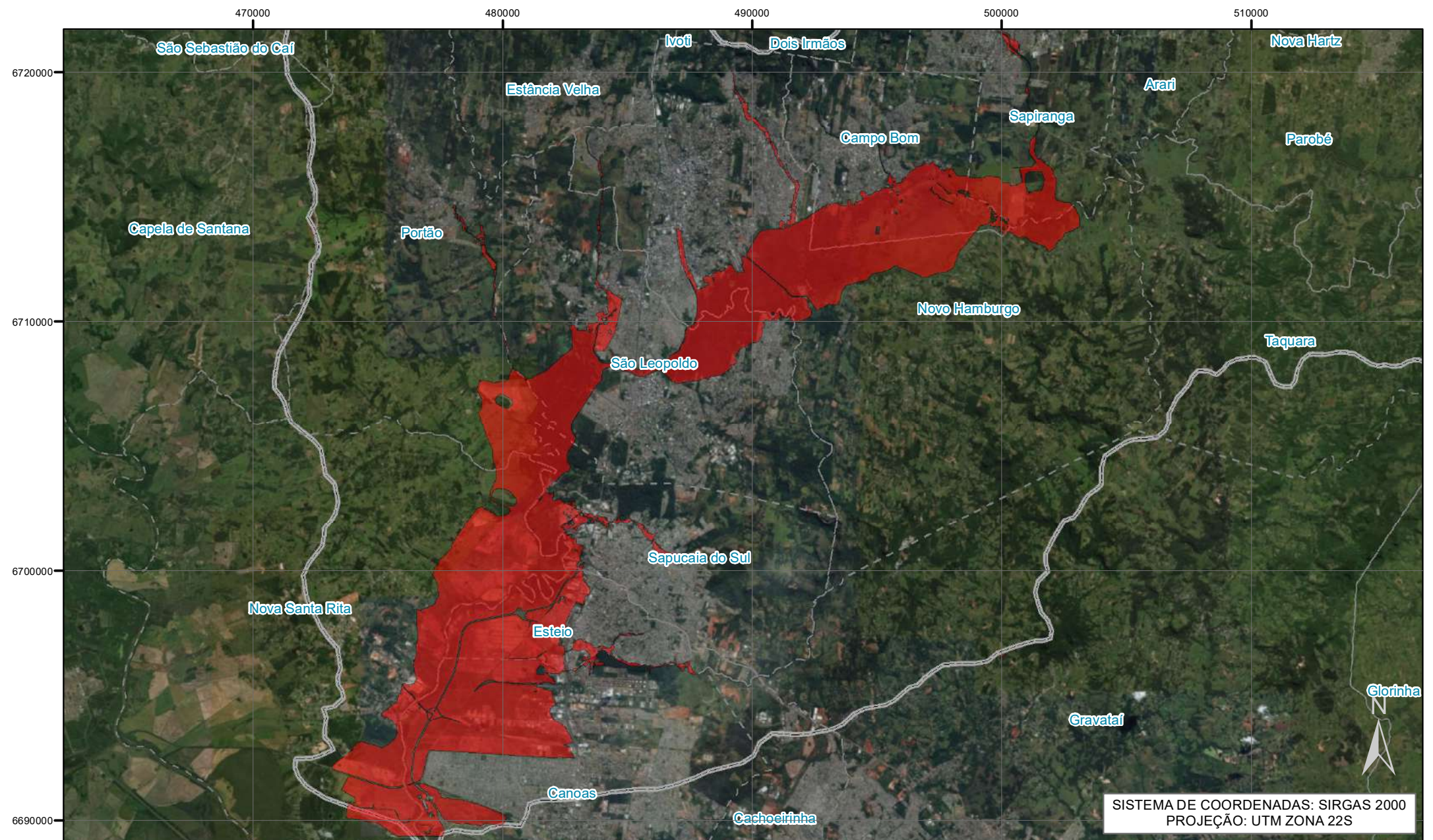
A Figura 5 apresenta a área inundada para **TR 100** no município de Sapucaia do Sul na planície de inundação do Sinos na foz do Arroio José Joaquim e em área mais a montante. É possível observar áreas consolidadas sendo inundadas pelo TR =100.

A Figura 6 apresenta a área inundada para **TR 100** nos municípios de São Leopoldo no bairro Feitoria e Novo Hamburgo no bairro Lomba Grande na planície de inundação do Sinos na margem esquerda. É possível observar áreas consolidadas sendo inundadas pelo TR =100.

A Figura 7 apresenta a área inundada para **TR 100** no município de Cambo Bom na foz do arroio Schmidt e no Bairro N na planície de inundação do Sinos na margem direita. É possível observar áreas consolidadas sendo inundadas pelo TR =100.

A Figura 8 mostra a área inundada para **TR 100**, na região que abrange os municípios de Nova Santa Rita, Esteio e Canoas.

Pode-se observar que, para eventos menos frequentes (**TR 100**), há inundação em áreas consolidadas de Esteio e Nova Santa Rita e em áreas propostas para expansão urbana entre a BR-116 e a BR-448, nos municípios de Esteio e Canoas, assim como em áreas consolidadas de Esteio.



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



METROPLAN



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL



Legenda

- Mancha TR100
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos

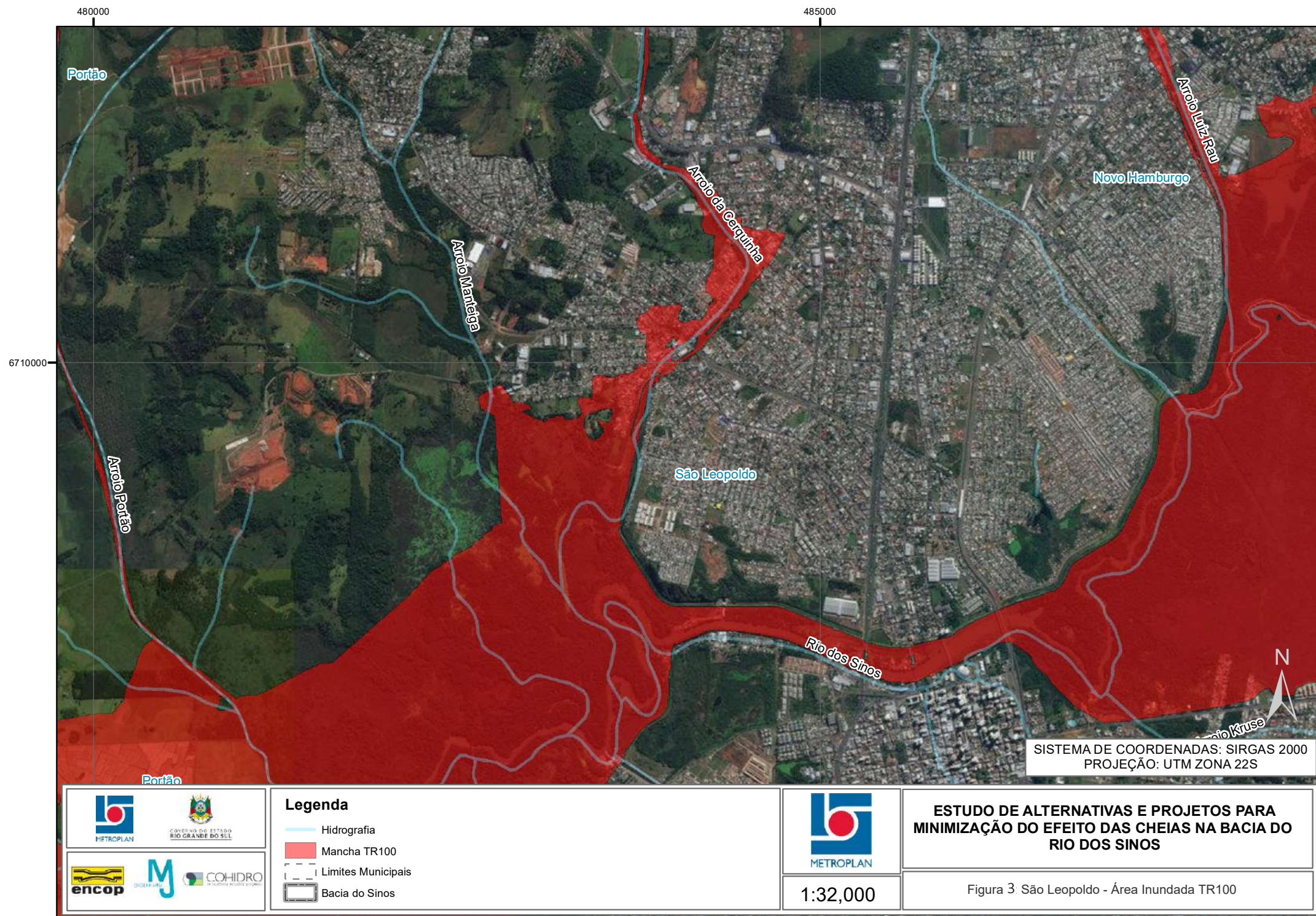


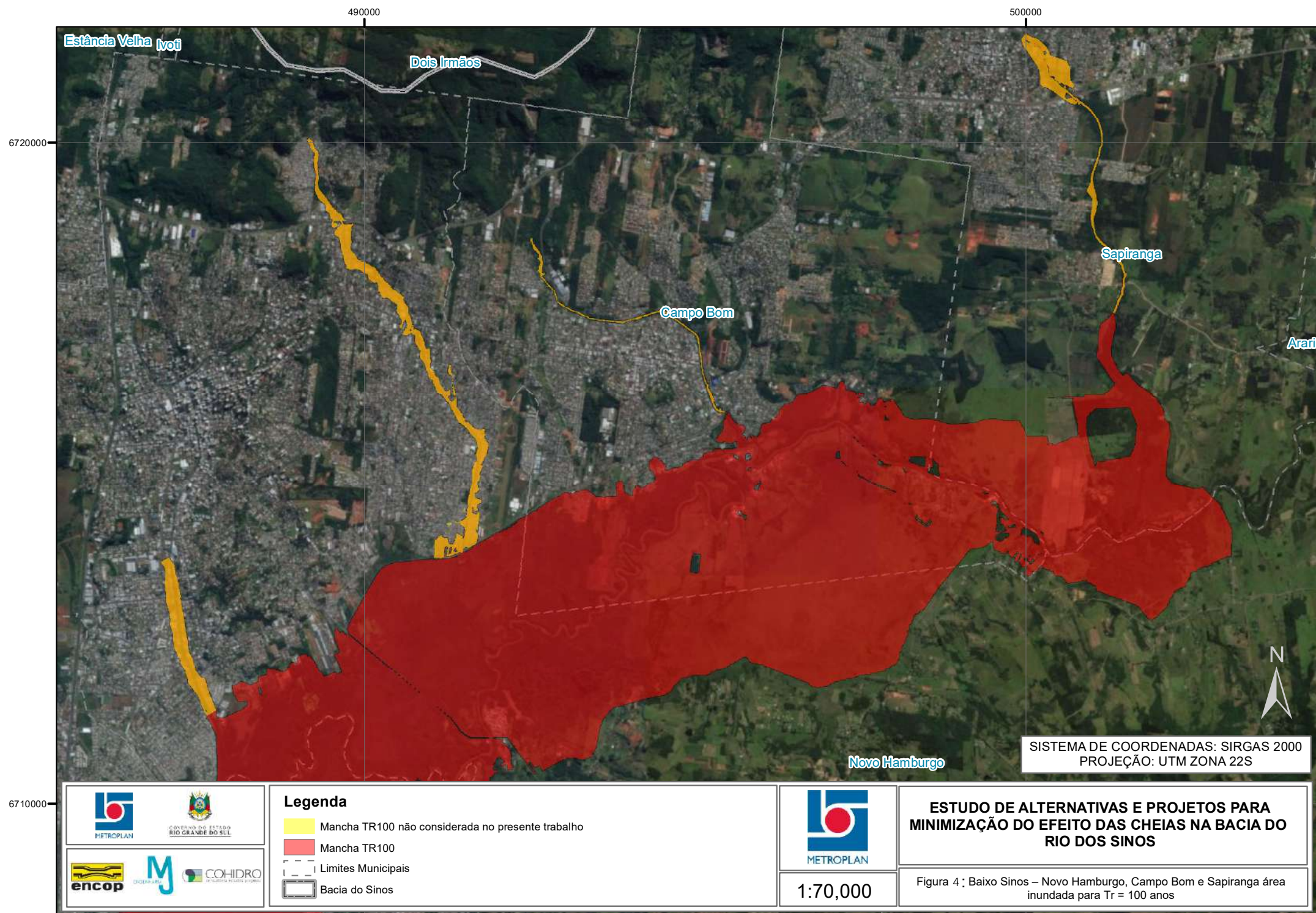
METROPLAN

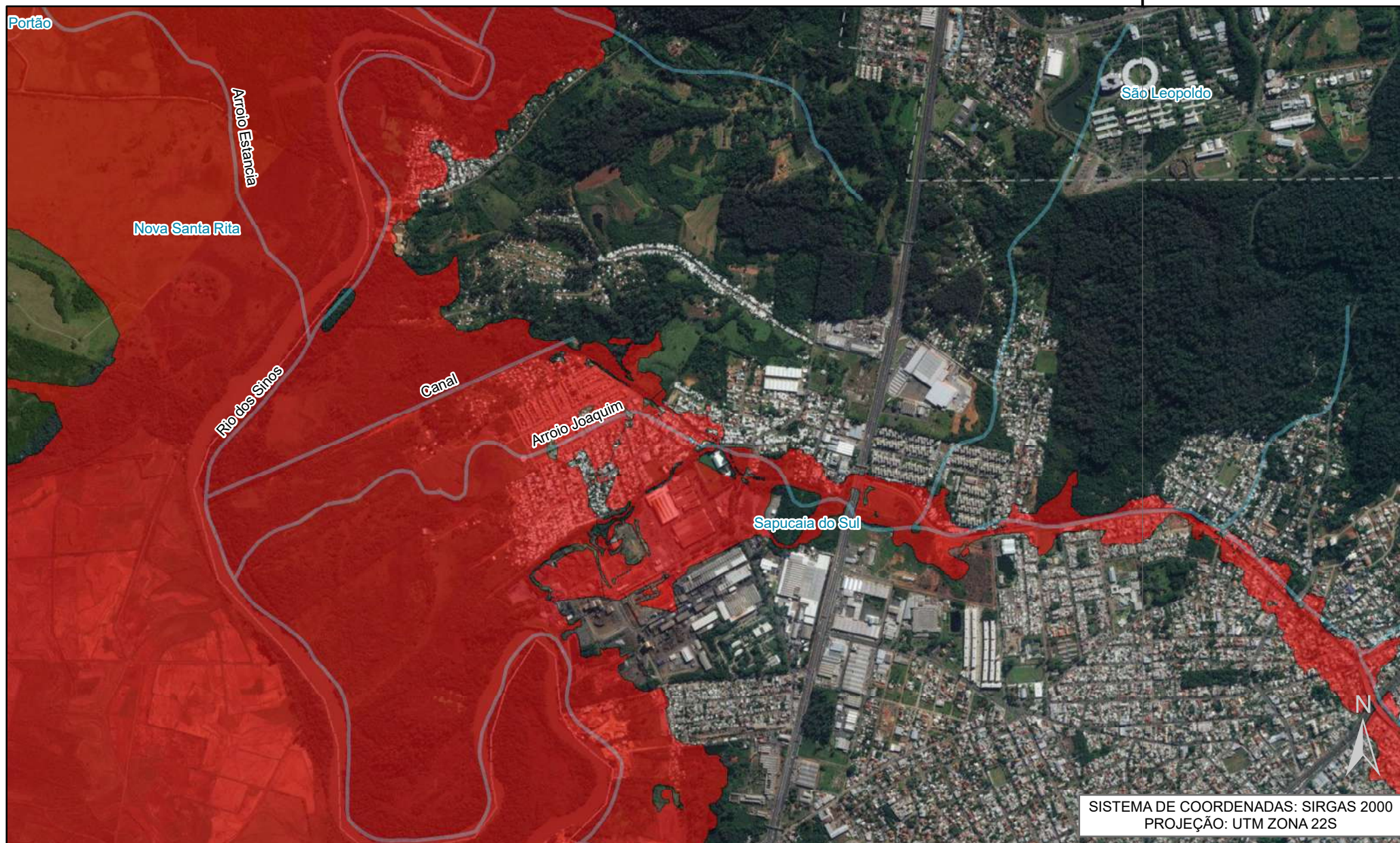
1:200,000

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

Figura 2: Mancha de Inundação para o TR100







Legenda

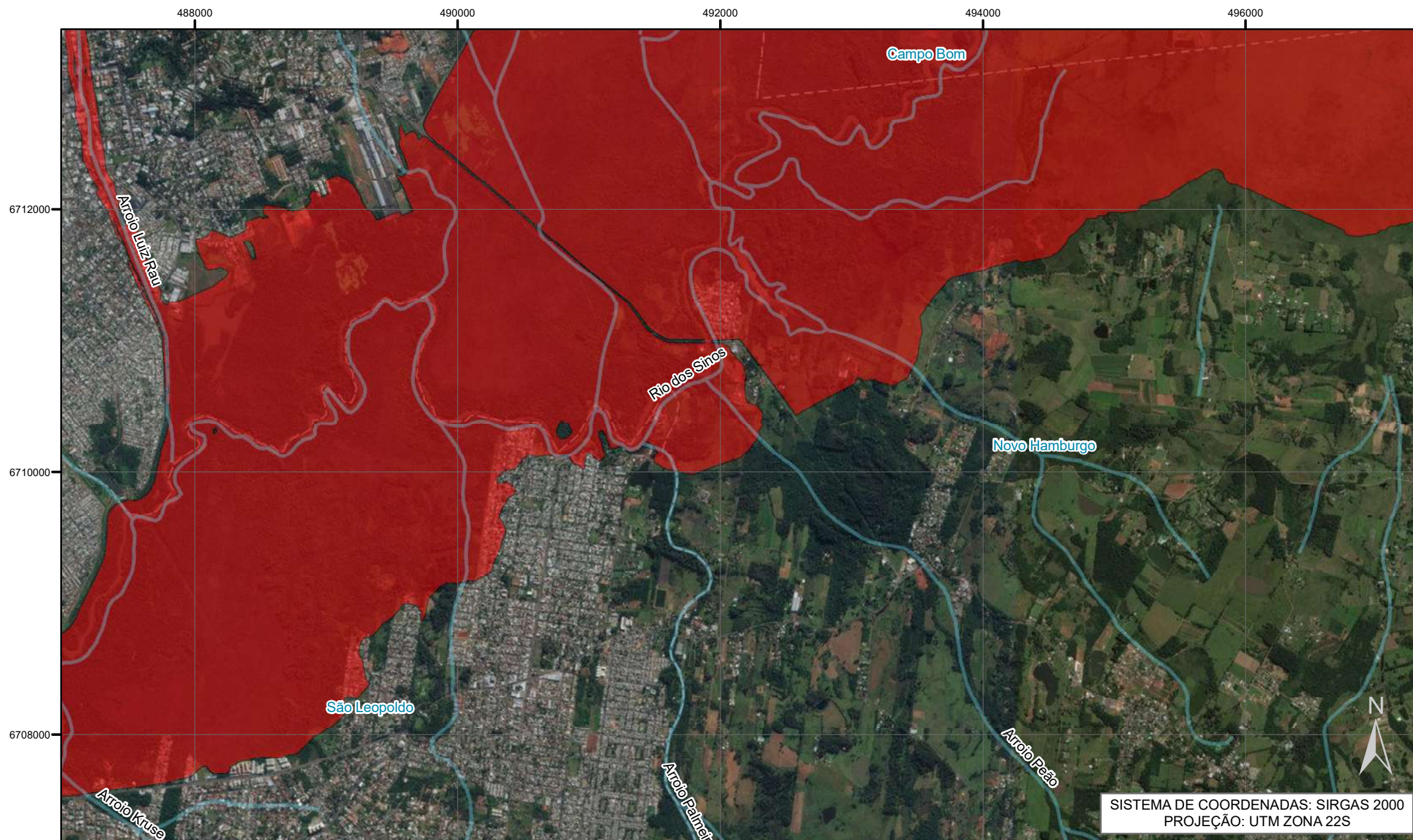
-  Hidrografia
-  Mancha TR100
-  Limites Municipais
-  Bacia do Sinos



1:22,440

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

Figura 5: Sapucaia do Sul - Área inundada para TR = 100 anos



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL



COHIDRO
COMISSÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO

- Legenda**
- Hidrografia
 - Mancha TR100
 - Limites Municipais
 - Bacia do Sinos

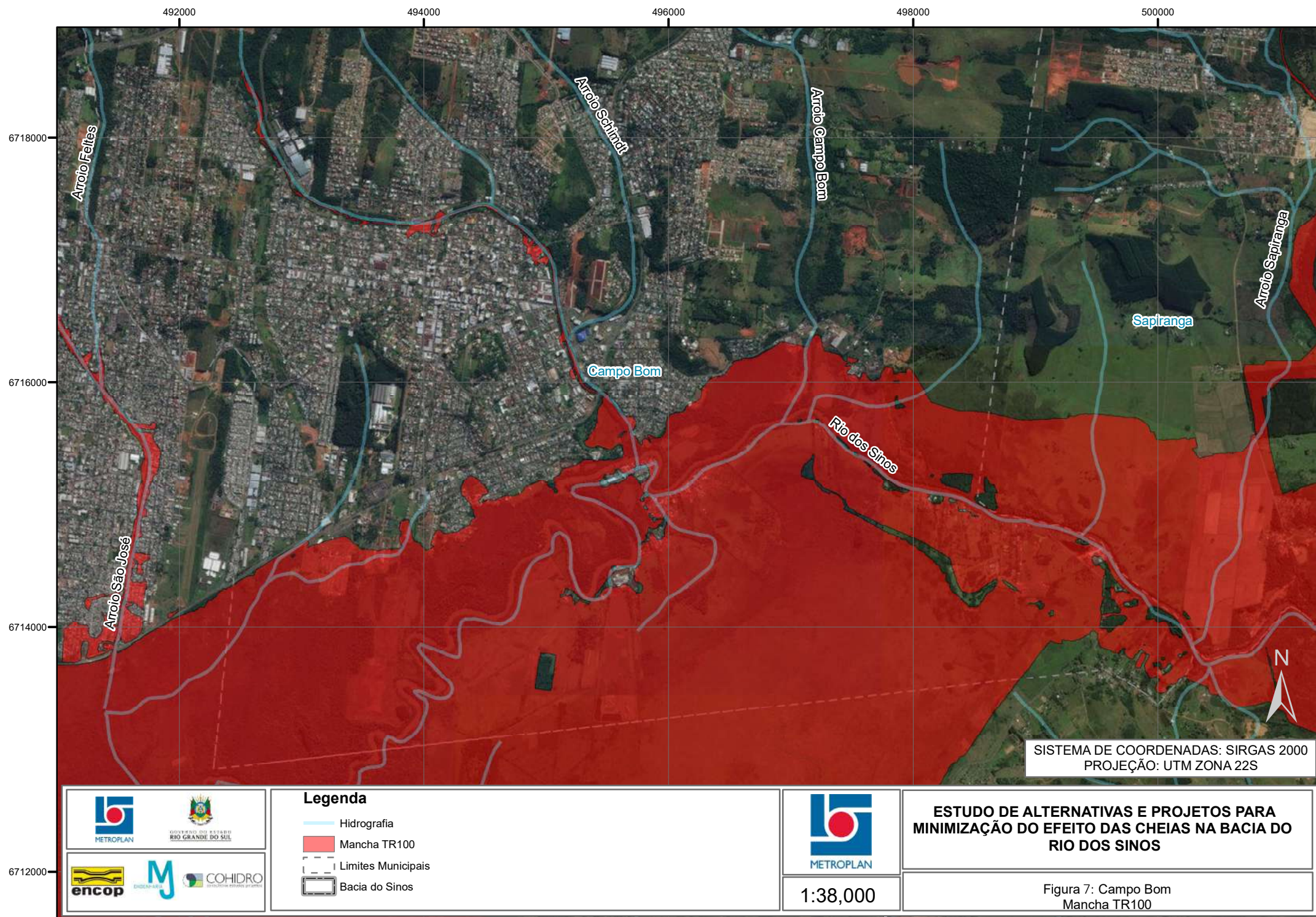


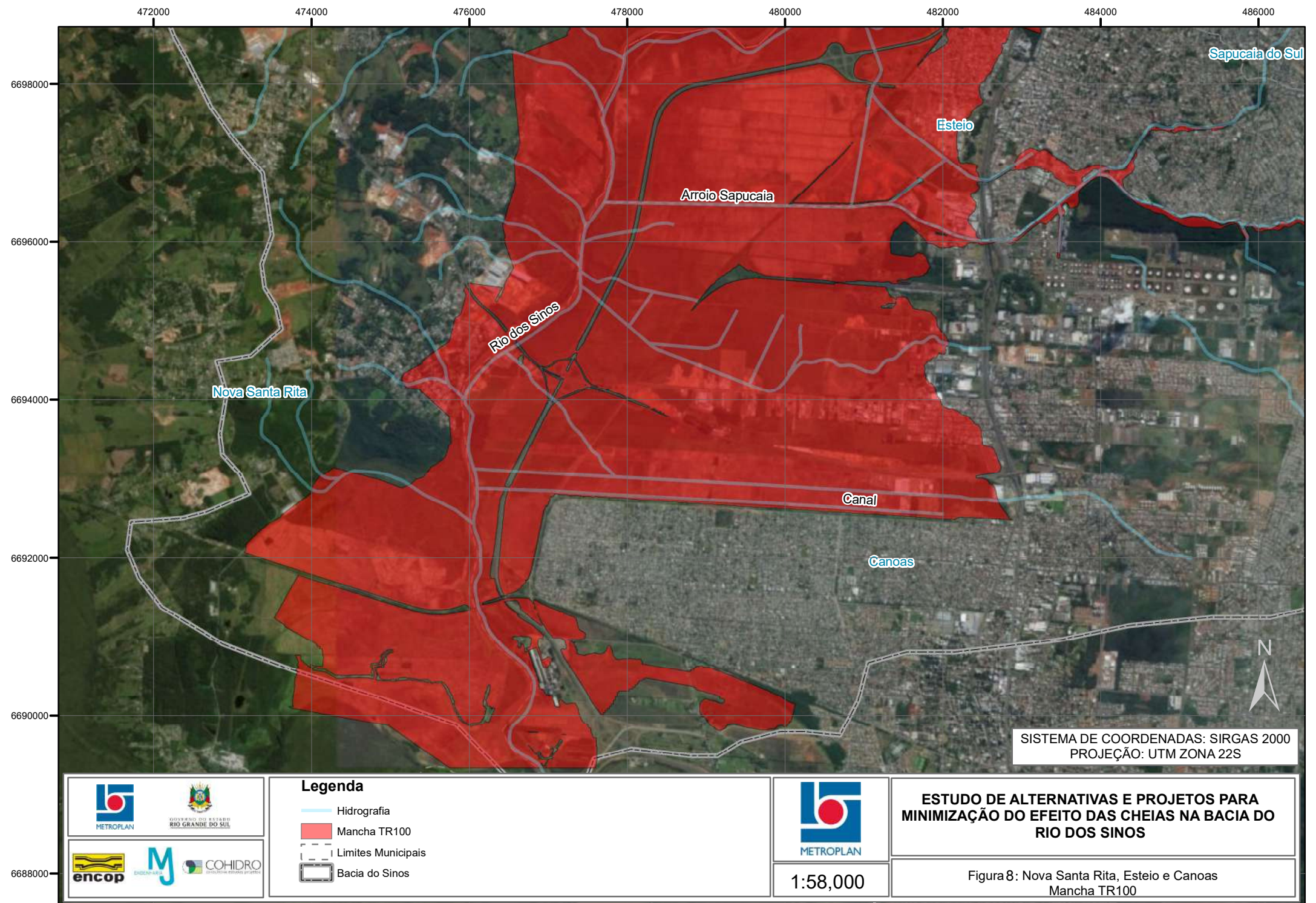
METROPLAN

1:38,000

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

Figura 6: Novo Hamburgo e São Leopoldo
Mancha TR100





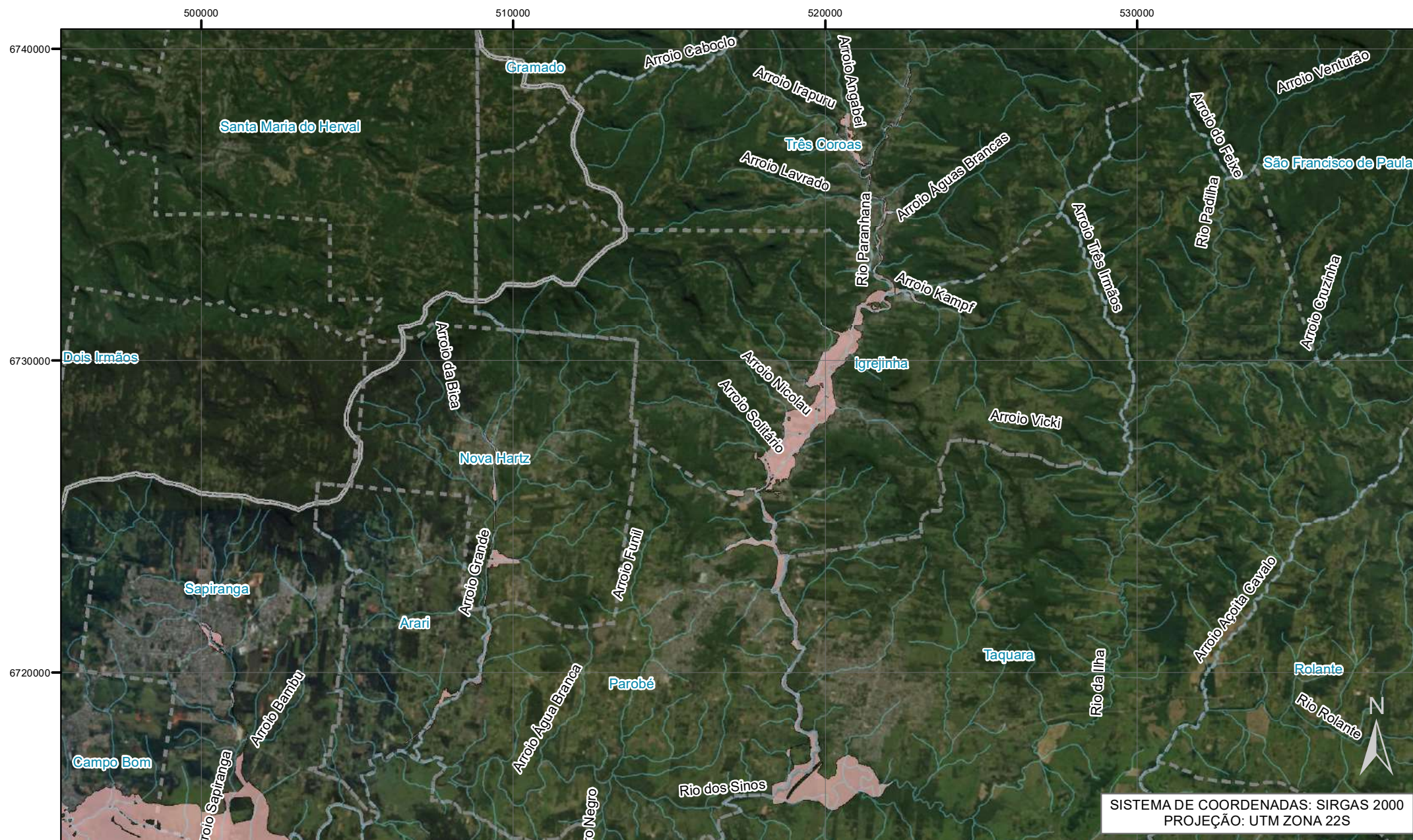
✓ **Médio Sinos**

O compartimento do Médio Sinos encontra-se em uma zona de transição entre os ambientes rural e urbano sendo que entre os municípios de Taquara e Sapiranga, a densidade populacional aumenta.

Esta porção do rio não apresenta uma característica tão rural como a do Alto Sinos.

As inundações atingem áreas urbanas significativas no rio Paranhana, principalmente nos municípios de Igrejinha e Três Coroas. Nos afluentes, as inundações são causadas por incapacidade de escoamento dos tributários, e não por remanso do rio Paranhana.

A Figura 9 apresenta os resultados das inundações com um **TR 100**, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias.



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S







 Hidrografia

 Limites Municipais

 Bacia do Sinos

 Mancha TR100



1:160,000

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

Figura 9: Médio Sinos – Igrejinha, Parobé, Taquara e Três Coroas
área inundada para Tr = 100 anos

✓ **Alto Sinos**

Pode-se afirmar que o Alto Sinos é um compartimento onde predominam o ambiente e a paisagem rural, com centros urbanos de pequeno porte.

Essa região tem áreas de baixa densidade populacional, com pequenas propriedades rurais cuja agricultura é diversificada com culturas de arroz, cana de açúcar, hortaliças, entre outras. A pecuária também é pouco desenvolvida, mas encontramos pequenas criações de gado leiteiro, suínos e aves.

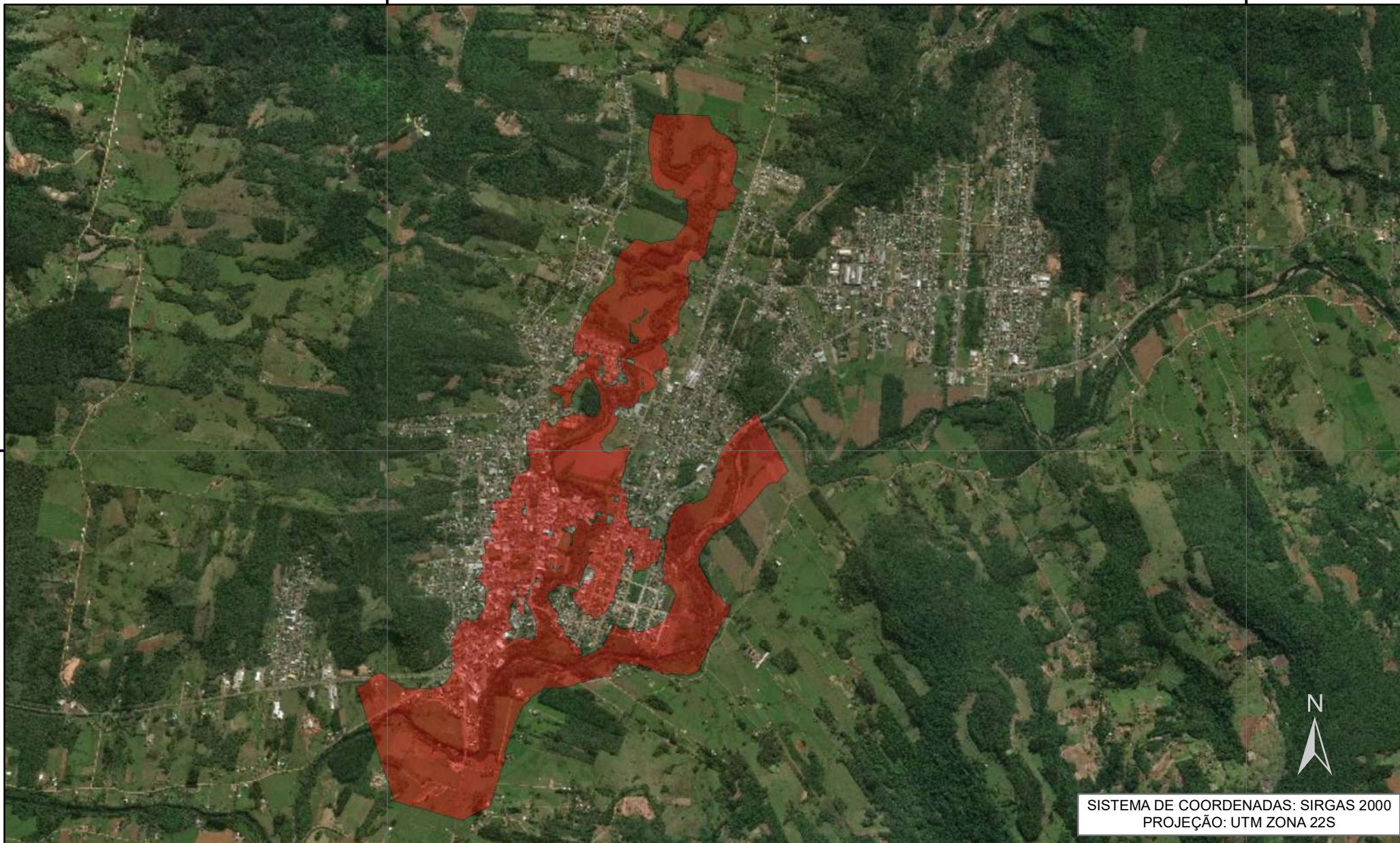
As inundações ocorrem, principalmente, no arroio da Areia (formador do rio Rolante).

A Figura 10 apresenta os resultados das inundações com um **TR 100**, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias.

540000

545000

6720000



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
COHIDRO
COMISSÃO DE OBRAS E RECONSTRUÇÃO

Legenda

- Limites Municipais
- Bacia do Sinos



1:30,000

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

Figura 10: Areia e Rolante TR100

3.4.3 Composição dos Cenários

As diferentes soluções que compõem os cenários são introduzidas e brevemente descritas abaixo:

✓ **Obras de proteção**

As obras de proteção propostas no **Cenário 2** são essencialmente as mesmas em todos os locais de intervenção. Nas áreas com cotas mais baixas, em que se constatou o risco de inundações através dos estudos hidrodinâmicos das ondas de cheia, propôs-se a criação de pôlderes que são estruturas hidráulicas artificiais de proteção.

O sistema é composto por diques de terra ou muros de concreto, dependendo da disponibilidade de área para a implantação da obra, por reservatórios de acumulação de água e por casas de bombas.

O sistema funciona da seguinte maneira: quando os eventos críticos ocorrem nas áreas ribeirinhas, elevando os níveis d'água na planície de inundação, os diques realizam o isolamento da área protegida, evitando que a água adentre o sistema.

Enquanto isso, o volume escoado dentro dos pôlderes, captado e conduzido pela macrodrenagem local, é armazenado nos reservatórios e então lançado através das bombas de volta ao rio após o período de pico da vazão do rio principal. O sistema deve poder funcionar por gravidade durante o restante do tempo, sem que seja acionado o sistema de bombas.

✓ **Zoneamento**

A solução composta pelas diferentes intervenções propostas nos Cenários prevê o ordenamento do uso do solo, através da proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis onde são definidas duas formas de uso:

- Áreas com possível urbanização - correspondendo a Zona com Restrições de Ocupação, onde serão estabelecidas condições para o uso destas áreas, conforme proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis;
- Áreas com uso compatível com inundações - correspondendo a Zona de Passagem de Cheia, com função de amortecer inundações causadas pela ocupação das áreas urbanizáveis.

✓ **Sistema de Monitoramento Previsão e Alerta**

Já se encontra em atividade no Estado a Sala de Situação do Departamento de Recursos Hídricos da SEMA. A Sala de Situação é resultado de um Acordo de Cooperação Técnica, firmado entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e a SEMA, no dia 18 de janeiro de 2013.

No momento, a Sala de Situação é operada pela empresa SOMAR Meteorologia, no esquema 7 dias por semana, 24 h por dia. Os alertas da Sala de Situação são enviados para a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC), ligada à Casa Militar e órgão central do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil - SIEPDEC (Decreto nº 51.547, de 3 de junho de 2014). A CEPDEC por sua vez integra o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), conforme o Decreto nº 7.257, de 04/08/2010, e atua nas fases de prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução de cenários, nos desastres naturais ou provocados pelo homem.

Em conjunto com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, a CEPDEC é responsável por coordenar as ações realizadas pela Defesa Civil dos municípios.

O objetivo da Sala de Situação é monitorar os eventos hidrológicos extremos, principalmente as inundações, enxurradas e as estiagens, contribuindo, assim, para a gestão de riscos de desastres, por meio de alertas.

Esse centro de monitoramento é alimentado por uma rede de monitoramento fluviométrico e pluviométrico, a nível horário, além da previsão meteorológica obtida a partir do modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*).

No entanto, apesar de já monitoradas, nota-se a concentração de postos nas regiões mais densamente urbanizadas a jusante e carência a montante. Portanto, propõe-se instalar/aprimorar estações pluviométricas e fluviométricas na bacia.

✓ **Seguros de Cobertura de Inundações**

No presente estudo são apresentadas informações que tratam dos seguros de cobertura de inundações em diferentes países, abordando suas peculiaridades e diferentes formatações.

Levando em consideração as características locais, é sugerido o formato de seguros de cobertura de inundações que mais se encaixa no contexto geopolítico e econômico da Bacia do Rio dos Sinos. Foram abordados os seguintes aspectos a serem levados em consideração na formatação do arranjo institucional para implementação dos seguros:

- Público/Privado.
- Voluntário/Obrigatório.
- Agrupado/Individual.
- Subsidiado/Baseado em Risco.
- Incentivos Econômicos.
- Assistência Federal a Desastres.

✓ **Resumo**

Os cenários desenvolvidos podem ser compostos da seguinte forma:

- **Cenário 0:** não está previsto nenhum tipo de medida, tanto estruturais como não-estruturais.
- **Cenário 1:** prevê a desapropriação de populações em risco através do zoneamento das áreas inundáveis; o monitoramento, previsão e alerta de desastres naturais; a implementação de sistemas de seguro de cobertura de inundações.
- **Cenário 2:** prevê a implementação de diques de proteção contra cheias nas regiões mais expostas ao risco; 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; o monitoramento, previsão e alerta de desastres naturais; a implementação de sistemas de seguro de cobertura de inundações.

O Quadro 5 apresenta a composição de cada cenário, com as soluções propostas e sua descrição.

Quadro 5 - Alternativas estrutural e não-estrutural para os cenários

SOLUÇÃO	DESCRIÇÃO	C0	C1	C2
Pôlderes através de diques de proteção com sistemas de bombeamento	Implantação de diques de proteção combinados a sistemas de bombeamento em diversas regiões da bacia para a diminuição da vulnerabilidade das populações expostas ao risco de cheias.			X
Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta	Manutenção do sistema existente e melhorias da rede de monitoramento		X	X
Zoneamento de Áreas Inundáveis	Zona de Passagem de Cheias - Usos compatíveis com inundação (parques, esportes, estacionamento). - Se necessário e quando possível: relocação/reassentamento de ocupações irregulares		X	X
	Zona de Uso Restrito - Se necessário e quando possível: Relocação ou adaptação de prédios públicos		X	X
	Zona de Baixo Risco - podem ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações		X	X
Seguros de Cobertura de Inundações	Sugestões do modelo de seguros de cobertura de enchentes de acordo com o contexto geopolítico da região.		X	X

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Os capítulos de Concepção do Zoneamento (3.5), Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta (3.9), e Seguros de Cobertura de Inundações (3.10) são descritos separadamente dos cenários por serem soluções inerentes a todos.

3.4.4 Identificação de Projetos de Intervenções Existentes na Bacia

Conforme o Produto 6 - Diagnóstico, o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos propõe um Plano de Ações para a Bacia Hidrográfica, com 23 ações divididas em 10 programas.

Destacam-se a seguir os programas e ações que possam influenciar de forma direta ou indireta o Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias na Bacia do Rio dos Sinos:

✓ Programa de Aumento da Disponibilidade Hídrica

Tem por objetivo o aumento da disponibilidade hídrica local, através da construção de novos açudes e ampliação de açudes existentes, permitindo assim um aumento da vazão regularizada na Bacia.

Em razão da restrição volumétrica e locacional, essa ação possui capacidade limitada para o incremento global na regularização de vazões, mas contribui diretamente para o aumento da disponibilidade local.

O programa é composto de três ações: Reservação de Pequeno Porte, Incentivo ao Uso de Cisternas em Lotes Urbanos e Rurais, Elaboração de estudo comparativo de alternativas de intervenções de regularização de vazões e para equilíbrio do balanço hídrico.

✓ **Programa de Otimização de Demandas de Água**

Tem como objetivo possibilitar o melhor manejo das águas da transposição do sistema Salto-Bugres-Canastra, com vistas ao aumento da regularização de vazões nos Rios Paranhana e Sinos.

As informações obtidas através de modelagem hidrodinâmica demonstram a influência do Manejo das águas transpostas para a bacia dos Sinos provoca oscilações nos níveis de água do Rio dos Sinos da ordem de 30 cm em Taquara, a jusante da confluência do Rio Paranhana e da ordem de 10 e 5 cm em Campo Bom e São Leopoldo respectivamente.

✓ **Programa de Monitoramento Quali/Quantitativo**

Tem como ações a Instalação e operação de estações fluviométricas, buscando adequado monitoramento e conhecimento dos aspectos quantitativos dos recursos hídricos superficiais da Bacia e Modelagem Hidrodinâmica do Rio dos Sinos a fim de avaliar sob quais regimes de escoamento do rio, tornariam inoperantes os bombeamentos para abastecimento público nas seções dos municípios de Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo.

Tal programa coincide com o que é proposto como alternativa neste trabalho com o enfoque nas cheias da bacia e não nas estiagens.

✓ **Programa de Controle de Cheias - tem como ações:**

- criação e operação de sistema de alerta contra cheias, com o objetivo de ampliar e operar o sistema de alerta contra cheias com vistas a antecipar a ocorrência de eventos críticos, permitindo a adoção de ações para minimização das perdas humanas e materiais, através da desocupação de áreas de risco;
- zoneamento de áreas inundáveis, com o objetivo de mapear as zonas de passagem das cheias nas áreas urbanas dos municípios da Bacia, possibilitando a definição de restrições de ocupação do solo a serem incorporadas aos planos diretores urbanos, conforme os riscos de inundações;
- estabelecimento de diretrizes para retenção de águas pluviais (rurais e urbanas), com o objetivo de definir diretrizes para a retenção de águas pluviais nos lotes urbanos e rurais, visando reduzir as afluições hídricas aos cursos de água, minimizando os picos das cheias;
- e manutenção de calhas fluviais e controle de erosões, visando estabelecer procedimentos para o controle dos processos erosivos e manutenção de calhas fluviais visando garantir suas capacidades naturais de escoamento na ocorrência de cheias.

Assim, parte dos programas propostos no Plano de Bacias do Rio dos Sinos é plenamente atendido dentro do escopo desse estudo como o zoneamento de áreas inundáveis, quanto à criação/melhoria do sistema de alerta contra cheias e quanto à manutenção de calhas fluviais e sua capacidade natural de escoamento.

3.5 Conceito e Diretrizes do Zoneamento de Áreas Inundáveis

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 cheias².

✓ **Delimitação da Planície de Inundação:**

A determinação da *planície de inundação para efeitos de zoneamento* é efetuada em função do risco de ocorrência de inundações.

Tradicionalmente, a planície de inundação, à qual serão estabelecidas as regras de ocupação referentes ao zoneamento, é associada à área delimitada pela cota de inundação da cheia com **TR 100**.

Embora seja possível utilizar níveis de risco maiores (por exemplo, TR = 500 anos), estas condições só devem ser adotadas onde possa ser claramente demonstrado que a situação é excepcional (FEMA, 1992; FEMA, 2004; DIPNR, 2005).

O Zoneamento de Inundações contempla 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**), geralmente com a definição de três zonas de risco:

² Com a implantação de diques, zonas que antes eram de passagem de cheias ou com restrição de ocupação passam a ser de baixo risco.

- **Zona de Passagem de Cheias, que deve ser mantida desobstruída:** corresponde ao canal do rio e às áreas adjacentes que devem permanecer livres de obstrução para que a inundação de **TR 100** possa ser transportada para jusante (DNR, 2014). Esta faixa funciona hidraulicamente permitindo o escoamento da cheia de **TR 100**, de forma que não crie novos problemas, nem a montante nem a jusante. Esta faixa deve ficar desobstruída para evitar danos de monta e represamentos;
- **Zona com Restrições de Ocupação, onde é 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 fica inundada, mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribui muito para a drenagem da enchente. A ocupação desta área é permitida, mas deve ocorrer com restrições para garantir danos mínimos, e um plano de contingência deve 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**. Nesta área, delimitada por cheias de baixa frequência, podem ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações. Destaca-se, porém, que é 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.

A Figura 11 mostra um exemplo de Planície de Inundação (*Floodplain*), destacando a Zona de Passagem de Cheias (*Floodway*) e a Zona com Restrições de Ocupação (*Flood Fringe* - FF).



Figura 11 - Planície Inundação, Zona Passagem de Cheias e Zona com Restrições de Ocupação
Fonte: DNR, 2014

✓ Possíveis Usos e Formas de Ocupação

• Zona de Passagem de Cheia

Esta faixa permite o escoamento da cheia de **TR 100**, 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 12.

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.

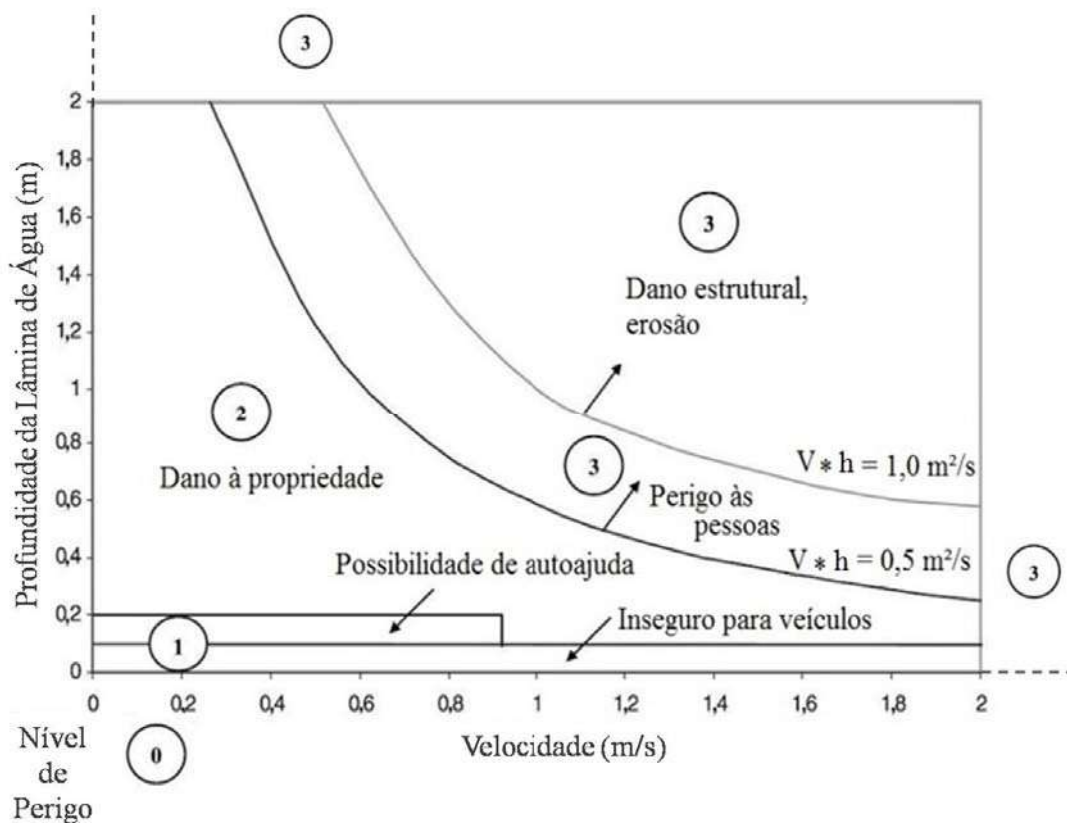


Figura 12 - Diagrama do perigo de inundação
Fonte: Adaptado e modificado de Stephenson 2002

• 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 fica inundada, mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribui muito para a drenagem da enchente.

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

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

- o **parques e atividades recreativas ou esportivas cuja manutenção, após cada cheia, seja simples e de baixo custo;**
- o **uso agrícola;**
- o **habitações com mais de um piso, estruturalmente protegidas contra cheias, sendo que o piso superior ficará situado acima do nível limite da cheia;**
- o **industrial/comercial, com áreas de carregamento, estacionamento e armazenamento de equipamentos ou maquinaria facilmente removíveis ou não sujeitos a danos de cheias;**
- o **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 tem 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 que se encontram dentro das zonas com restrições de ocupação são apresentadas nos mapas de zoneamento do Cenário 1.

Essas cotas de segurança servem 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**. Consequentemente, é formada pelas áreas externas à da planície de inundação associada à cheia com **TR 100**. Sendo adicionadas no **Cenário 2**, as áreas protegidas pelos diques.

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

Destaca-se, porém, que é 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.

- **Ocupações existentes nas áreas de inundação**

Quanto às construções já existentes nas Zonas com Restrição de Ocupação, deverá ser realizado um **cadastro 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 deve-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 pode-se incentivar as medidas de proteção** às construções e, se for o caso, de toda a área, a expensas dos beneficiados.

3.6 Cenário de Convivência com Cheias (C0)

O crescimento populacional, principalmente nas áreas urbanas, e o consequente crescimento das cidades geram muitos impactos sobre o meio ambiente.

Fatores como um aumento expressivo e contínuo da população urbana após 1970 até os dias atuais (IBGE, 2010), falta de uma política nacional de desastres naturais até meados de 2012 (BRASIL, 2012), a ineficiência da aplicação ou a má formulação de planos que envolvam proteção a inundações, contribuem para um panorama em que as inundações estão causando danos econômicos e sociais em escala crescente.

No que se referem aos recursos hídricos, problemas de abastecimento, poluição e enchentes são cada vez mais frequentes.

A impermeabilização de um ambiente antes rural direciona maior parcela de água pluvial a um escoamento superficial, dada a redução da interceptação, infiltração e evaporação, além de provocar uma aceleração do movimento da água dentro da bacia, por reduzir o amortecimento e canalizar o escoamento.

Como resultado, tem-se mais volume de água em menor tempo, levando à ocorrência de cheias com magnitudes variáveis (Lindsey, 1990). A qualidade dos corpos d'água em meios urbanizados também é alterada, visto que a maioria dos dejetos da cidade é direcionada para estes (Hall, 1986).

O crescimento de um ambiente urbanizado implica em alterações na cobertura e configuração do solo natural, pois pressupõe a delimitação de unidades de ocupação com implantação de diferentes estruturas de conforto, como casas, prédios, calçadas e ruas pavimentadas.

Esse desenvolvimento urbano, com a impermeabilização de grandes áreas, modifica a ocorrência natural do ciclo hidrológico, através de alterações nas quantidades de água envolvidas nos processos constituintes do ciclo.

Com a urbanização, vem a impermeabilização e uma parcela de água que infiltrava no solo passa a compor o escoamento superficial, com aumento dos volumes escoados e das vazões de pico, ao mesmo tempo em que o tempo de concentração se reduz, o que faz com que os hidrogramas de cheias se tornem mais críticos.

Estas alterações provocam um aumento na frequência e gravidade das inundações, o que pode ser visto, todo ano, nos principais jornais do país, que relatam inundações e alagamentos provocadas pelas águas das chuvas no meio urbano.

A atuação da sociedade em resposta a estas consequências tem se dado, geralmente, através de obras que atuam no efeito, e que na maioria das vezes tornam-se ineficientes dada a variabilidade das respostas destas áreas de acordo com a evolução do ambiente urbano (Genz, 1994).

Outro aspecto inerente às soluções hoje implementadas é a sua capacidade de transferência do problema para regiões a jusante, como se percebe na construção de grandes canais.

Observa-se, também, a carência de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão quanto ao risco, perigo e vulnerabilidade dos sistemas. Pode-se definir risco de forma simples como uma função de perigo versus vulnerabilidade, em que cada uma dessas variáveis necessita ser analisada separadamente, porém possuem inter-relação.

O perigo se apresenta como um fenômeno físico e suas probabilidades, enquanto a vulnerabilidade compõe a suscetibilidade de uma comunidade ou ecossistema a um dano advindo do perigo e o poder de resiliência a esse dano, o que torna boa parte dos desastres naturais consequência das relações sociais.

Já a exposição demonstra o grau que uma comunidade ou sistema está propenso a sofrer com o perigo, sendo uma condição necessária para haver vulnerabilidade. Nessas condições, o risco possui um processo desigual de acordo com as classes sociais, o que explica a necessidade de um enfoque de maior precisão para obtenção desse desequilíbrio e como o setor público contribui na gestão para diminuir ou aumentar essa vulnerabilidade.

O enfoque principal da vulnerabilidade precisa passar por uma ação integrada entre o setor público, privado e sociedade civil alinhada a técnicas de gestão de desastres naturais (prevenção/mitigação, prevenção, preparação, resposta e recuperação).

Uma sociedade adaptada aos efeitos de um perigo torna-se menos vulnerável e diminui a sua exposição, permitindo, assim, criação de condições necessárias para o desenvolvimento um estado de melhor bem-estar social.

Para análise dos impactos causados pela evolução da ocupação na bacia, foi necessário projetar o cenário futuro tendencial (**Cenário 0**) de crescimento urbano considerando a expansão territorial. Para estimar o **Cenário 0**, foi considerado que a projeção de crescimento da área urbana e o uso preponderante que irá ser modificado no futuro.

Para tanto, foram utilizadas informações das macrozonas dos Planos Diretores dos municípios que fazem parte da Bacia, identificando as áreas de expansão urbana, em combinação com as informações de área e população urbana dos Setores Censitários do IBGE.

3.6.1 Cenário Futuro de Desenvolvimento Urbano

O cenário futuro de desenvolvimento urbano busca representar o escoamento das cheias para a situação de ocupação futura.

Para tanto, é utilizado um modelo de transformação chuva-vazão, onde são determinadas as vazões resultantes de chuvas associadas a diversas probabilidades de ocorrência (diferentes tempos de retorno).

Desta forma, a metodologia adotada simula a vazão a partir da precipitação, representando o hidrograma para condições atuais e futuras.

Este processo foi efetuado por meio da técnica do hidrograma unitário, utilizando o método SCS-CN, onde o parâmetro CN representa a potencialidade do solo para gerar o escoamento decorrente de uma precipitação, levando em conta o estado de umidade do solo, uso do solo e seu grau de impermeabilização.

Assim, diferentes condições de ocupação são representadas por diferentes valores do parâmetro CN, permitindo a estimativa da vazão em função das alterações urbanísticas decorrentes do crescimento populacional.

No presente estudo, o cenário futuro tendencial (**Cenário 0**) de crescimento urbano foi estimado a partir das informações dos Setores Censitários do IBGE, conforme apresentado na Figura 13.



Conforme descrito no Relatório Técnico referente ao Produto 10 - Estudos Hidrológicos, 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 chuvas de diferentes tempos de retorno, adotando o módulo hidrológico HEC-HMS em conjunto com o modelo com o módulo hidráulico HEC-RAS.

Para tanto, foram definidas 120 sub-bacias dentro do modelo hidrológico:

- 25 sub-bacias no Alto Sinos;
- 58 sub-bacias no Médio Sinos;
- 38 sub-bacias no Baixo Sinos.

Conforme já referido, o processo de transformação chuva-vazão foi efetuado por meio da técnica do hidrograma unitário, utilizando o método SCS-CN.

Assim, 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 de cada uma das 120 sub-bacias adotadas no modelo hidrológico.

Os anexos, exibidos no capítulo 5, apresentam os resultados das simulações hidrológicas e hidrodinâmicas no **Cenário 0**.

O Anexo 5.1.1 apresenta os resultados em formato tabular e gráfico da hidrologia, o Anexo 5.1.2 apresenta os mapas resultantes da hidrologia e o Anexo 5.1.3 apresenta os mapas resultantes das simulações hidrodinâmicas.

Foram elaborados novos mapas com o coeficiente CN e com a impermeabilização com base nas projeções de expansão urbana dos municípios sendo apresentados nos anexos.

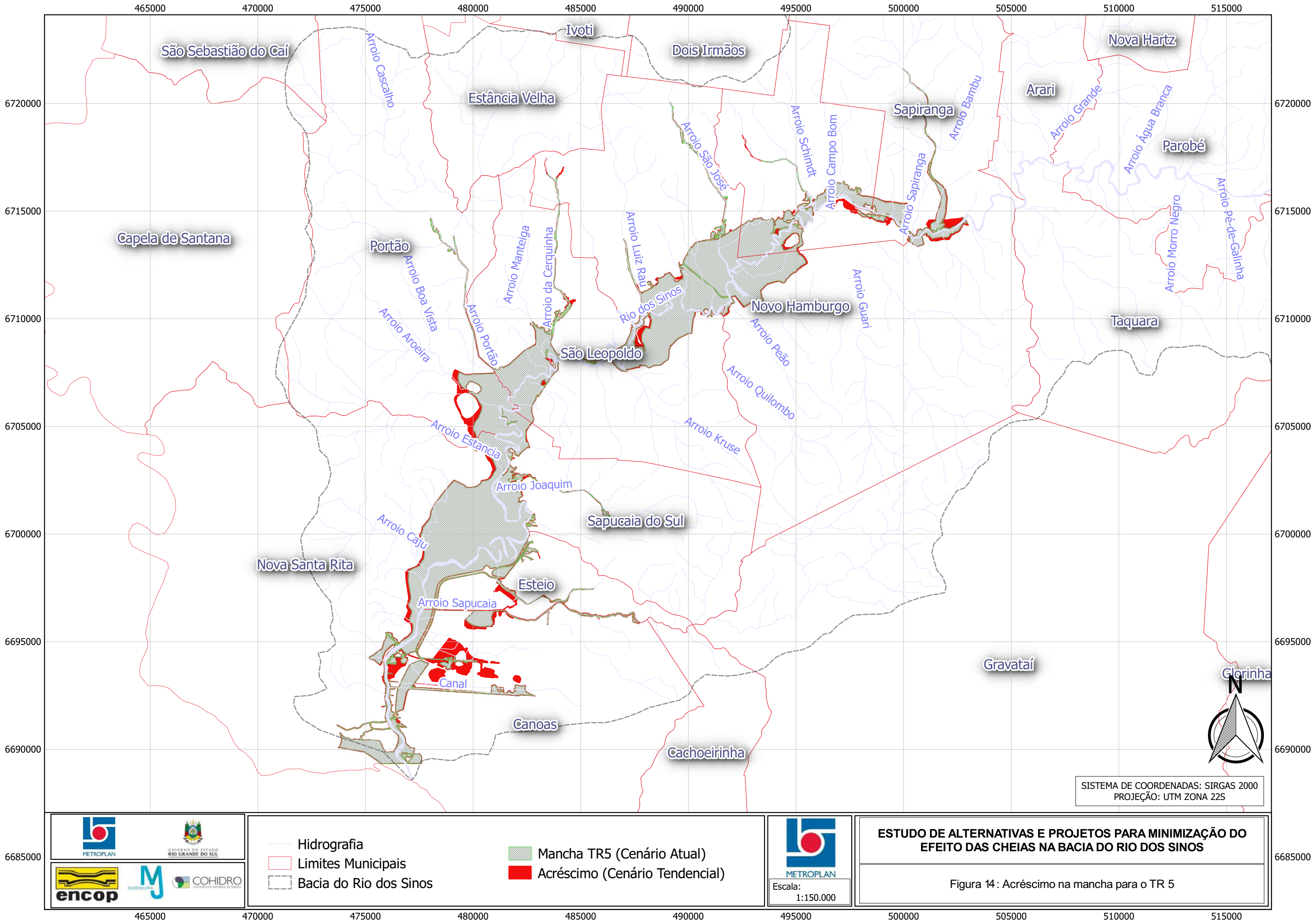
As vazões para cada tempo de retorno, a análise da consistência dos resultados em relação aos incrementos de CN e coeficiente de impermeabilização e mapas com os resultados das vazões de cheia também são apresentados nos anexos e serviram de subsídio para as simulações hidrodinâmicas, não só para o **Cenário 0**, mas também para os **Cenário 1 e 2**.

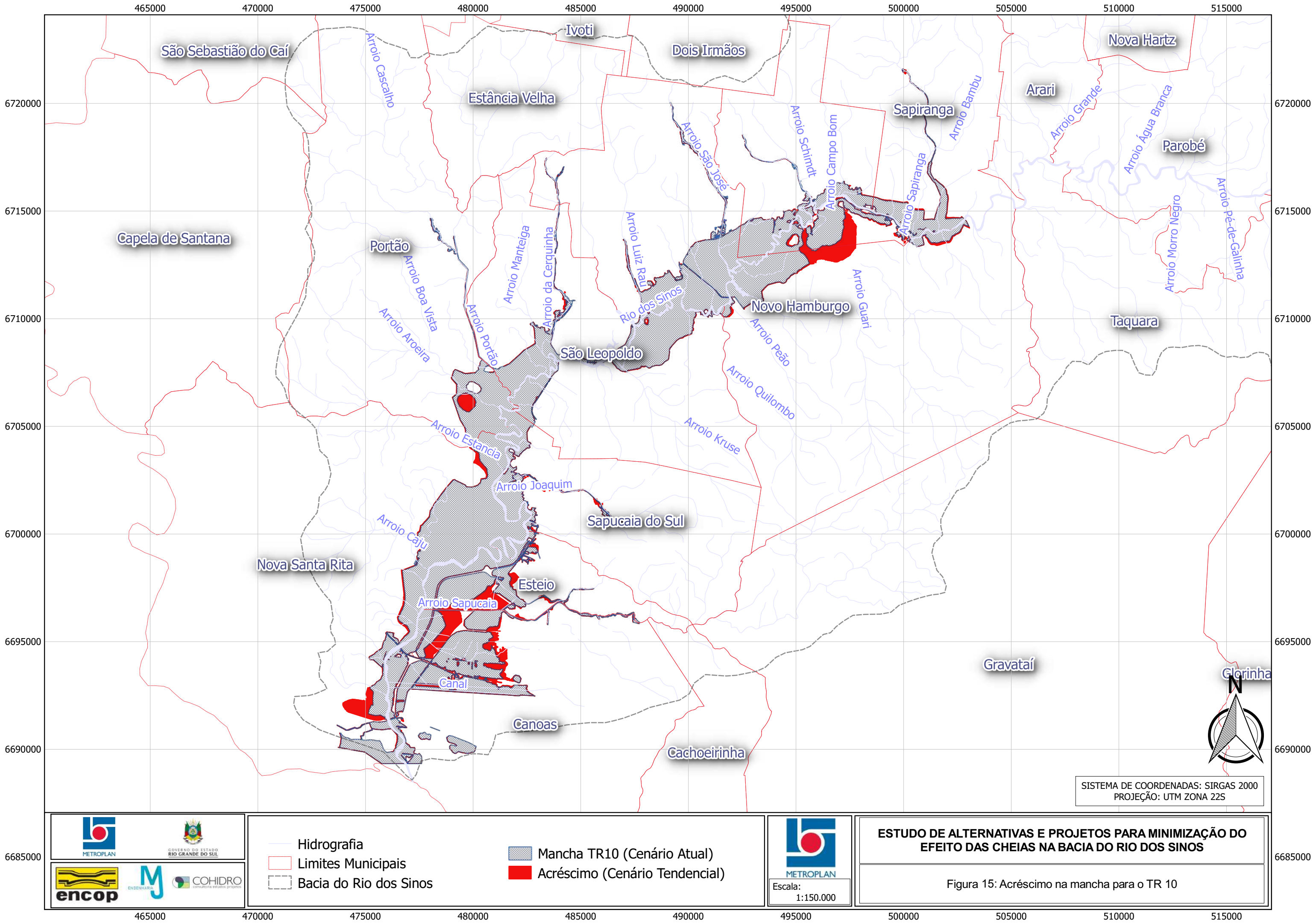
A partir destas parametrizações, foi possível estimar as Áreas inundadas para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos no cenário tendencial.

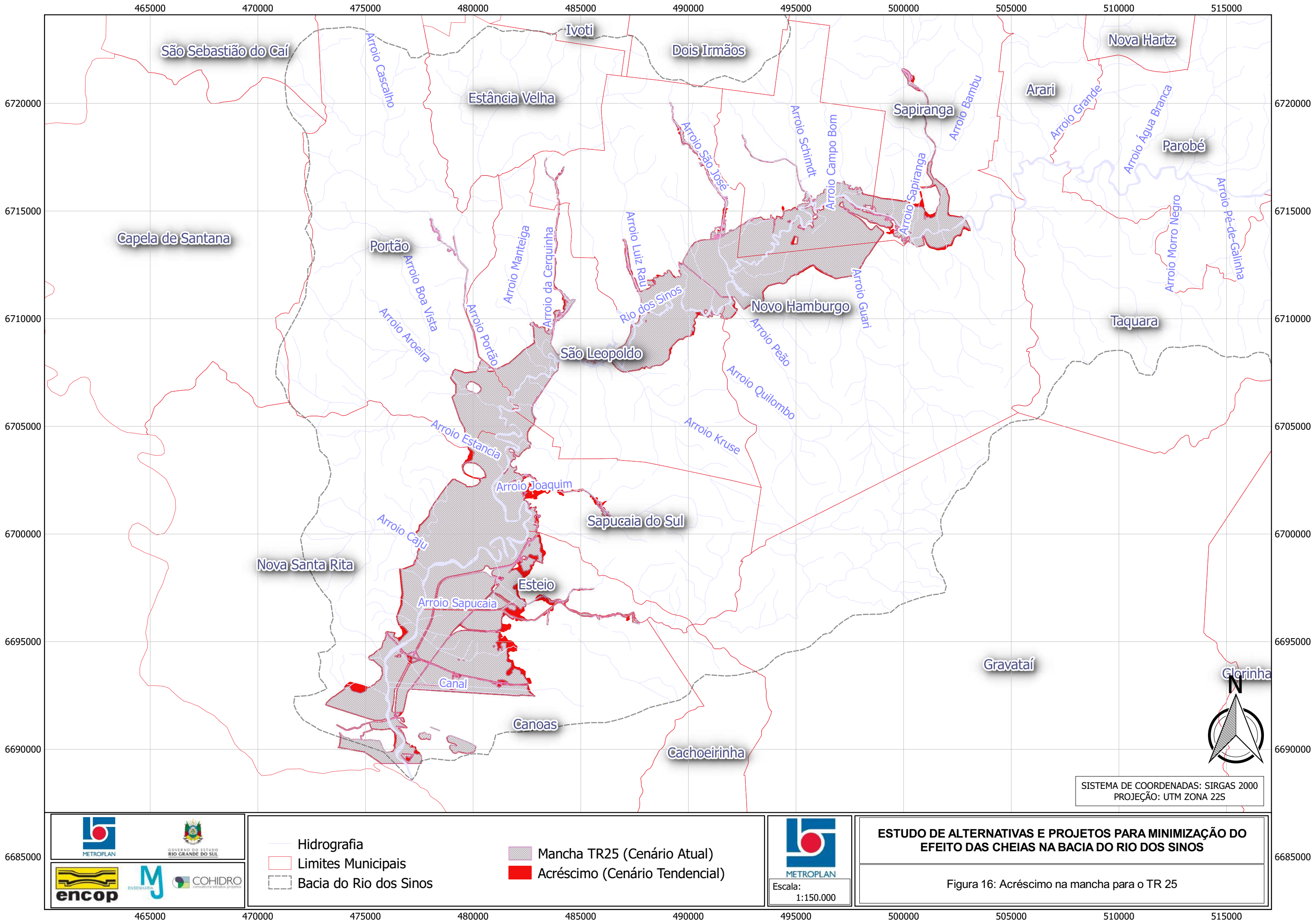
O impacto da expansão urbana pode ser avaliado a partir da comparação das estimativas de Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial, para cada um dos períodos de retorno simulados.

A Figura 14 à Figura 18 mostram as diferenças, em planta, das estimativas de Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial, para os diversos períodos de retorno simulados.

Pode-se observar que o acréscimo de área inundada não é grande, mas que os impactos são muito importantes, em função de que o montante de área urbanizada atingida é significativo.

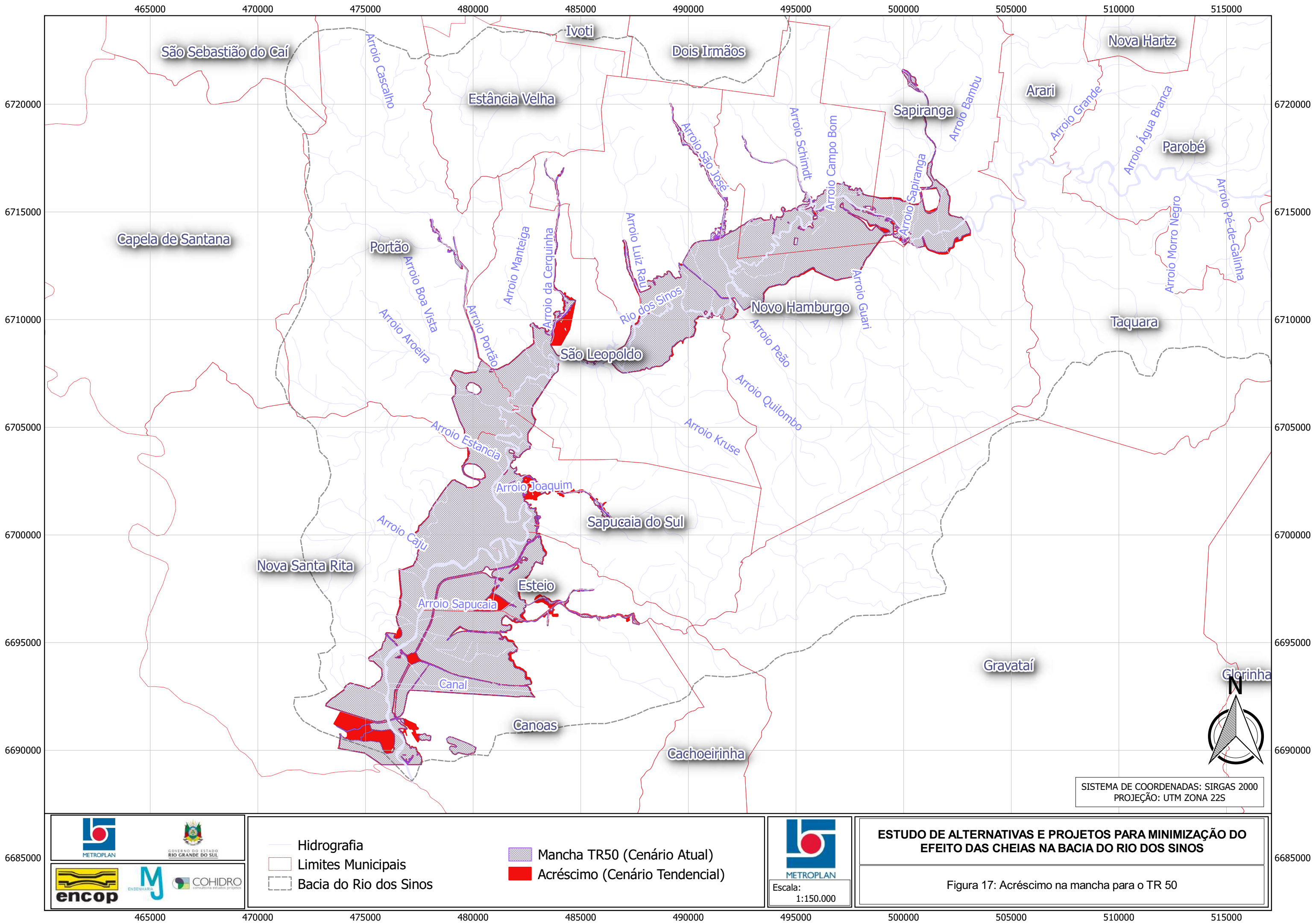






ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Figura 16: Acréscimo na mancha para o TR 25



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S





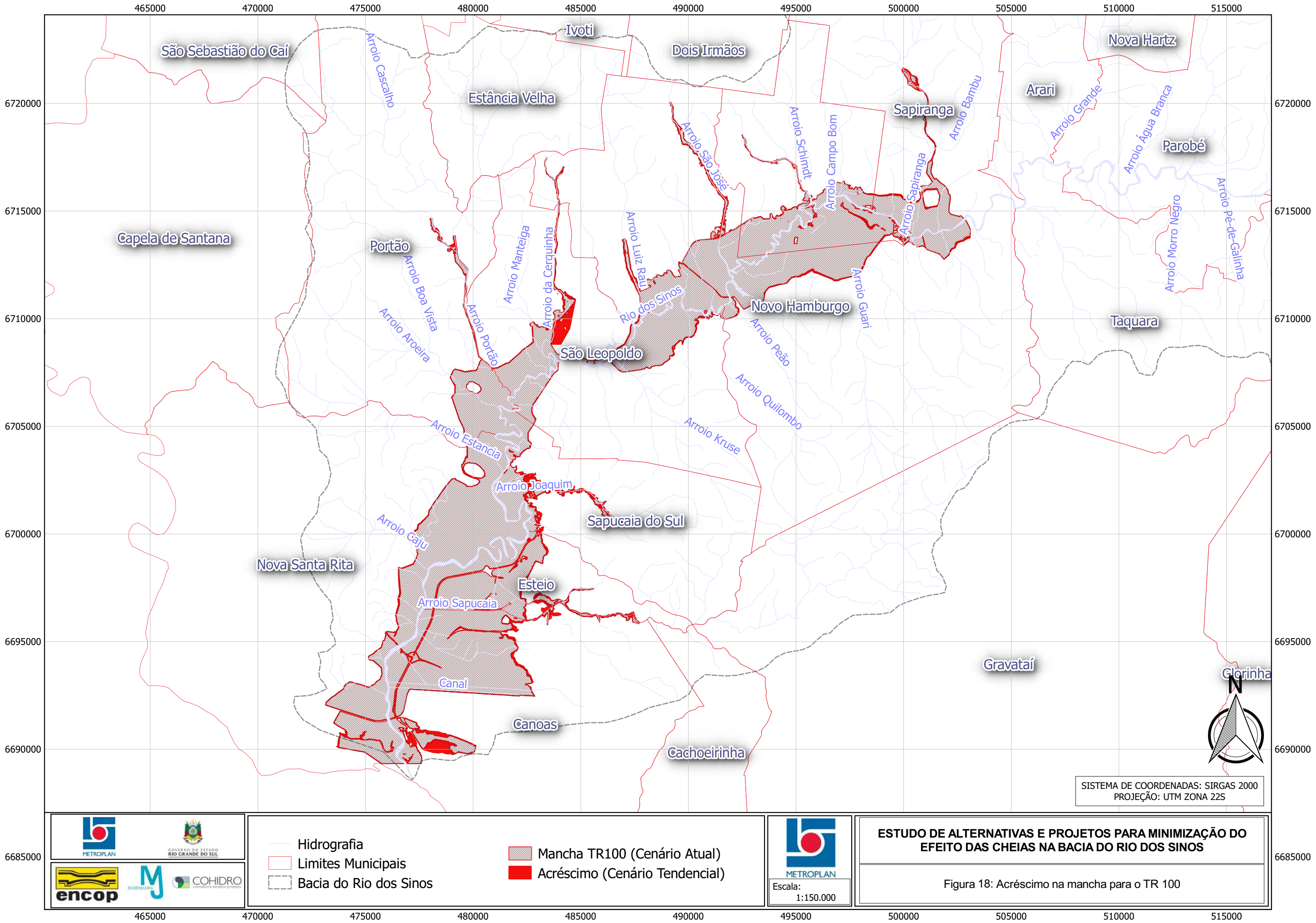
-  Hidrografia
-  Limites Municipais
-  Bacia do Rio dos Sinos
-  Mancha TR50 (Cenário Atual)
-  Acréscimo (Cenário Tendencial)



Escala:
1:150.000

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

Figura 17: Acréscimo na mancha para o TR 50

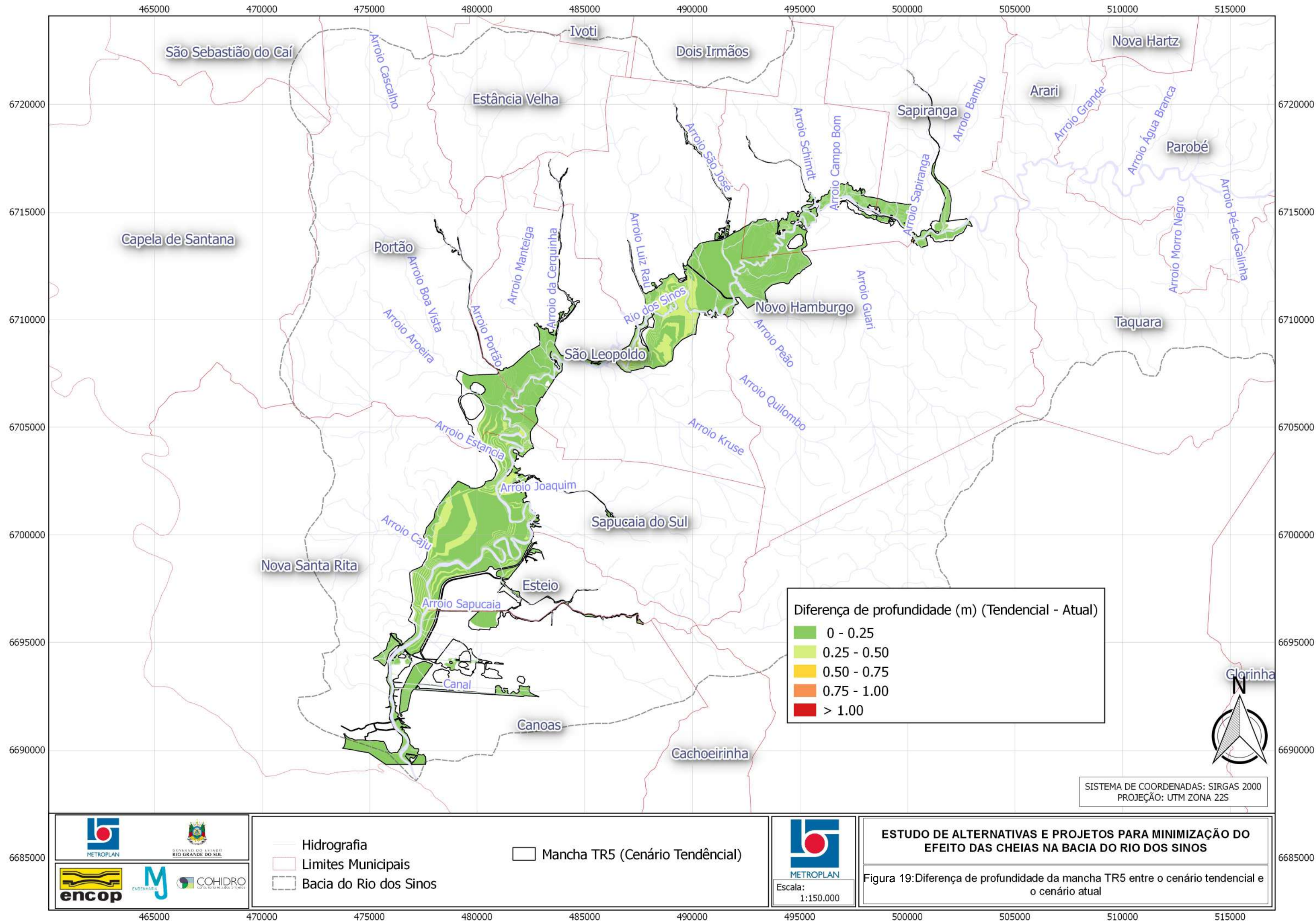


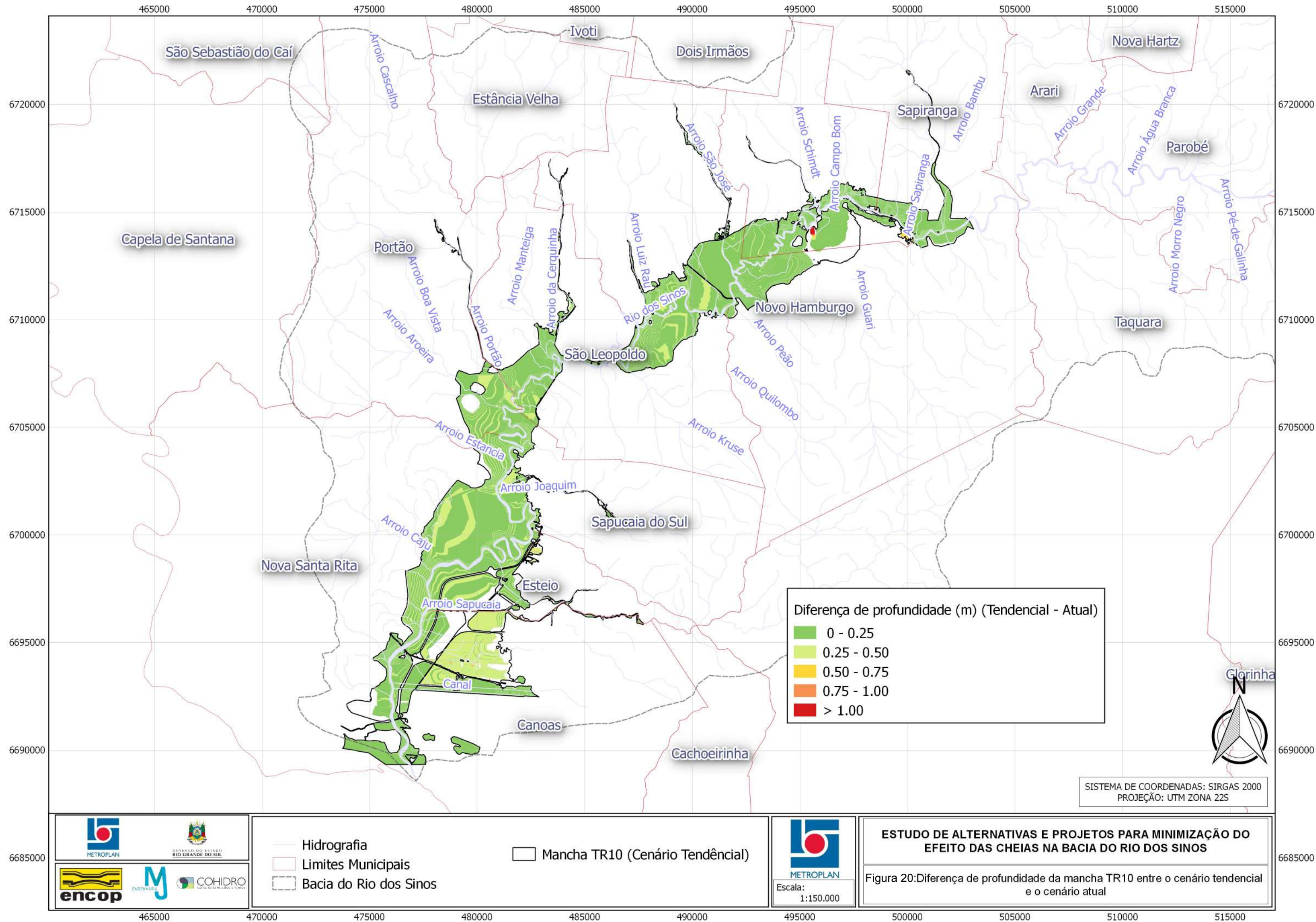
A Figura 19 à Figura 23 mostram as níveis d'água das Áreas inundadas condições atuais de ocupação e cenário tendencial, para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

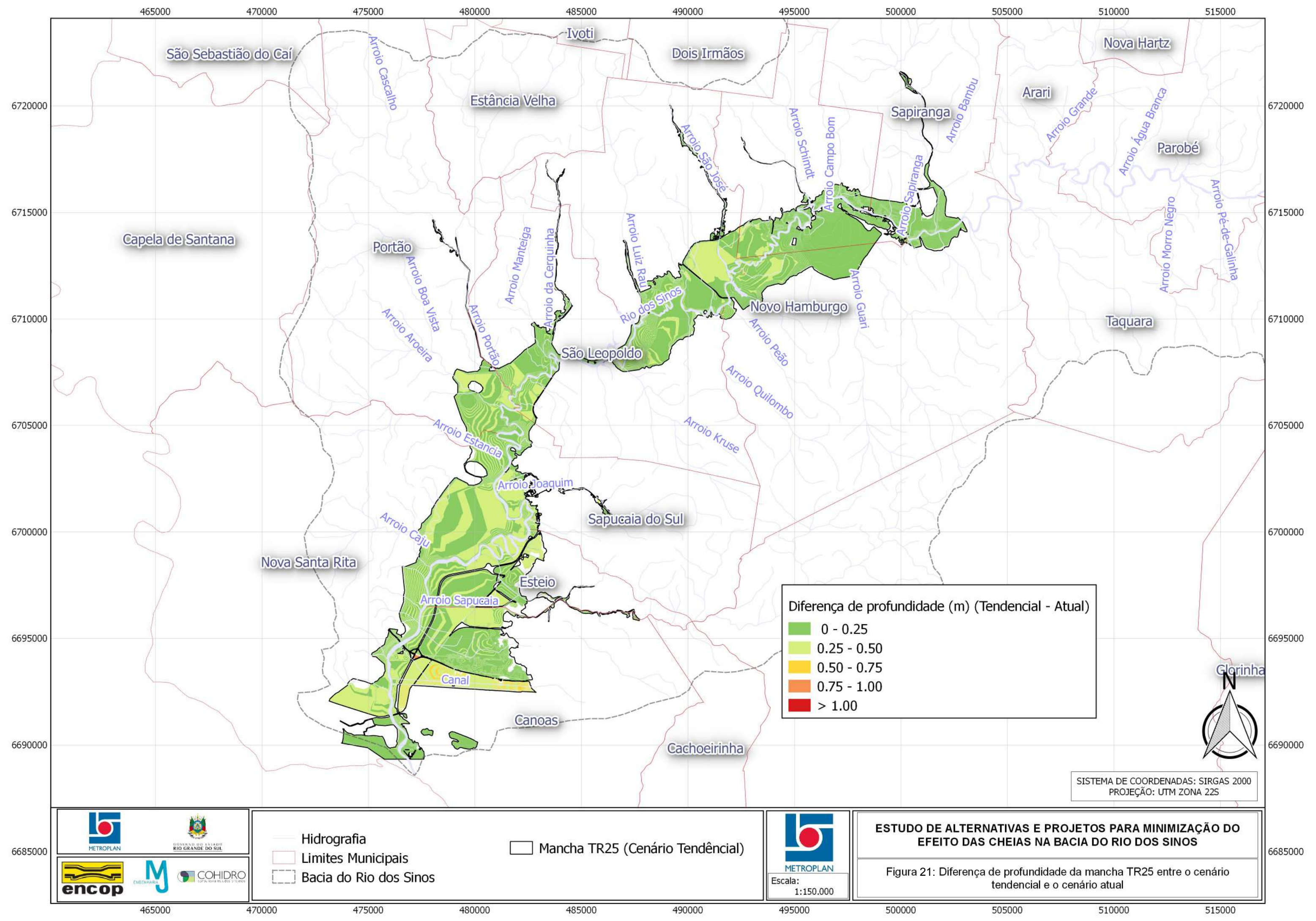
Observa-se que os acréscimos nos níveis d'água são significativos, ultrapassando os 25 cm em grande parte das áreas inundáveis e em pontos localizados, mais de 50 cm.

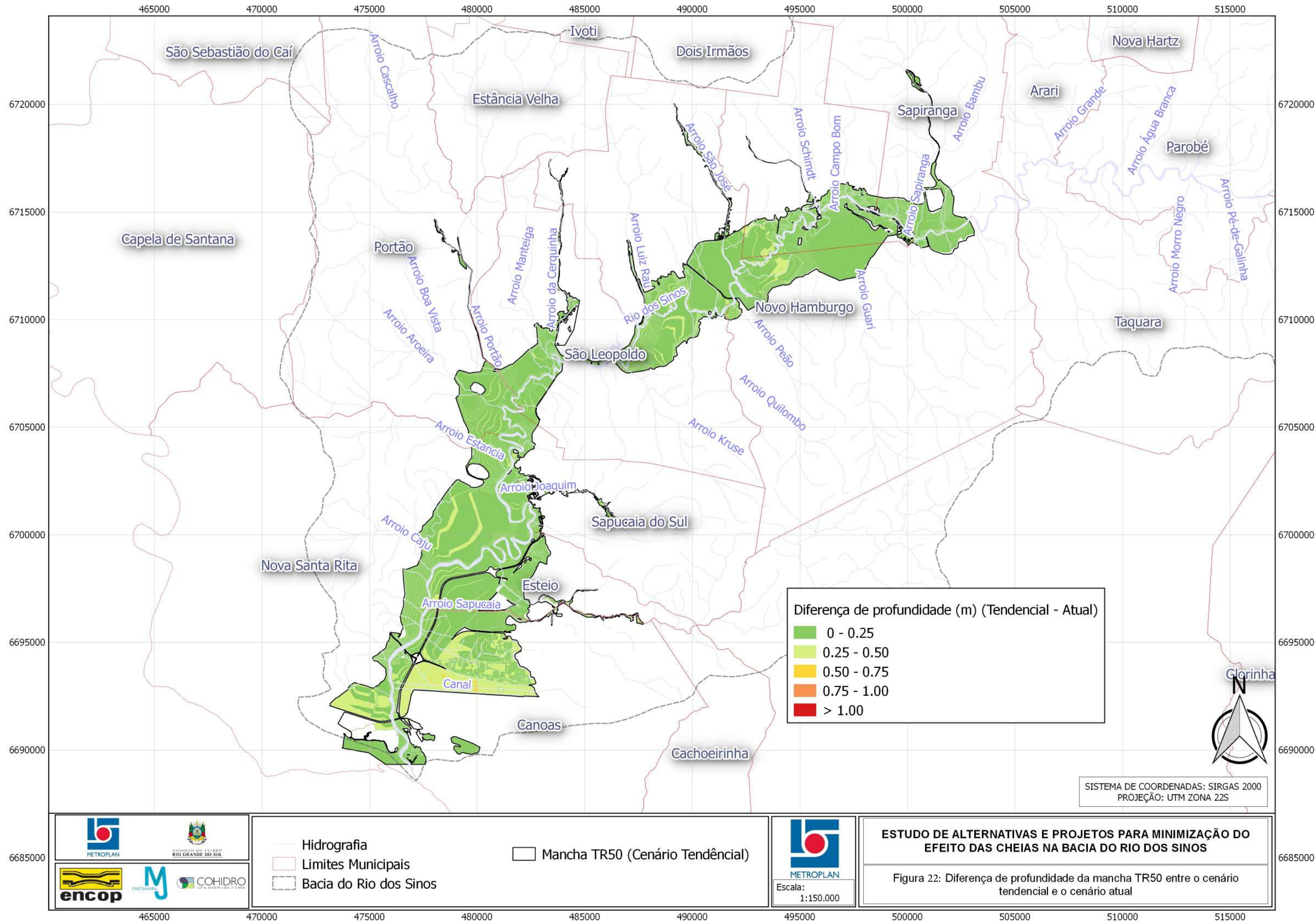
Os resultados mostram que há impactos importantes provocados pela ocupação prevista no Cenário C0.

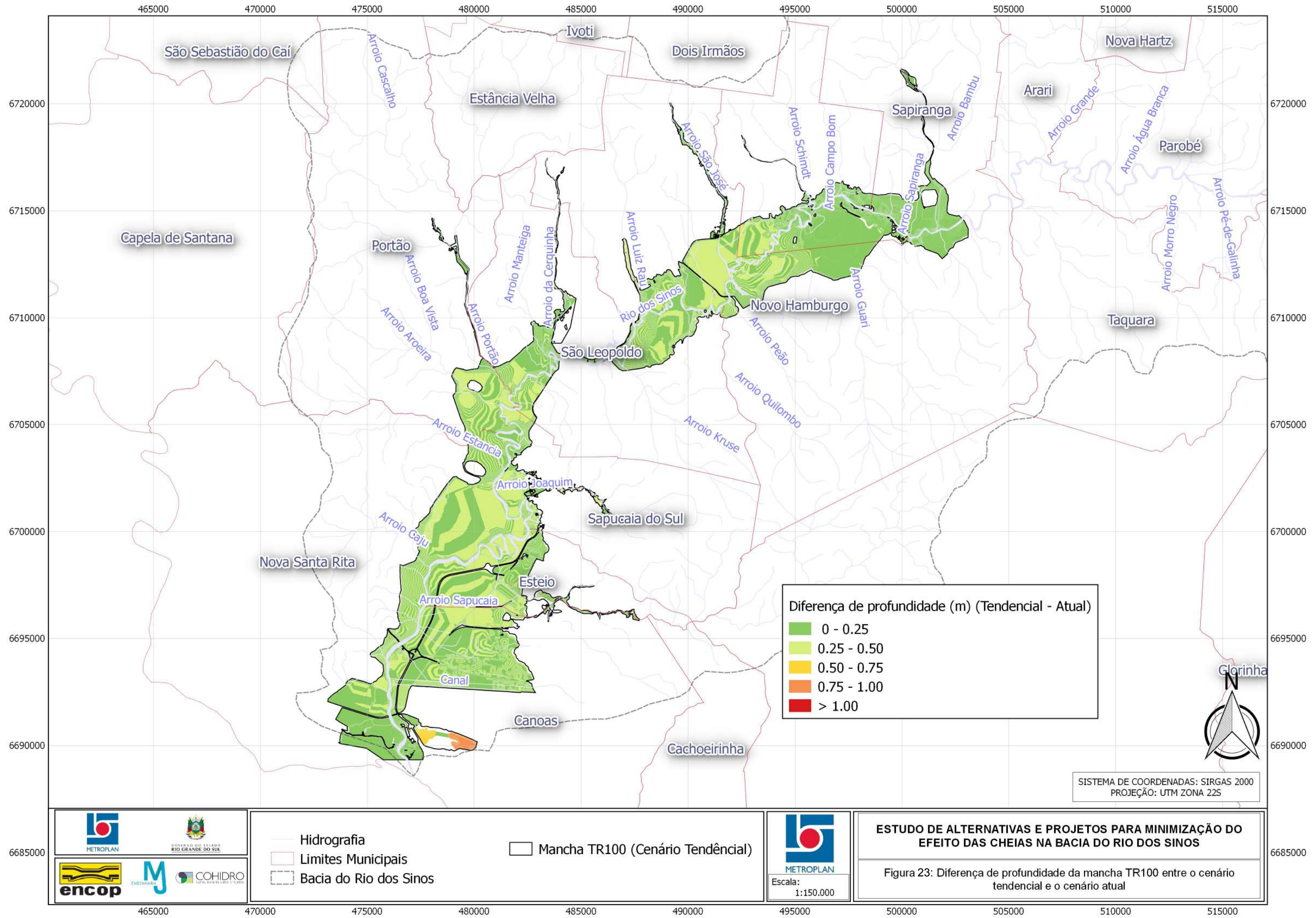
Em consequência, há necessidade de adotar medidas para reduzir este impacto. As medidas em questão podem ser estruturais, com obras de proteção, ou não estruturais, incluindo zoneamento, limitação de taxa de impermeabilização do solo, sistemas de monitoramento, previsão e alerta.











3.6.2 Quantificação de Edificações Atingidas

Para a quantificação do número de edificações atingidas nos diversos Tempos de Recorrência na Situação Atual, foram utilizadas as imagens aerofotogramétricas obtidas e tratadas.

Com a demarcação de todas as edificações em formato *Esri Shapefile* (.shp), procedeu-se à verificação das unidades atingidas conforme o Tempo de Recorrência, com o auxílio do software de geoprocessamento *Maptitude*, da desenvolvedora *Caliper*.

A seguir estão apresentados os resultados obtidos por Tempo de Recorrência em cada município na Situação Atual. Sendo considerada a estabilização populacional e da urbanização nas áreas atingidas.

A quantificação do prejuízo anualizado e do seu valor presente no horizonte de projeto é apresentado no Produto 13, em que são contabilizados todos os prejuízos relacionados às inundações ribeirinhas, desde prejuízos diretos às edificações, a prejuízos industriais, de limpeza de edificações e prejuízos públicos.

A quantificação em termos de edificação atingida estão apresentados para cada TR no Quadro 6 ao Quadro 10, adiante.

Quadro 6 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 5

	Município	Classe 1 - Até 1 metro		Classe 2		Classe 3		Classe 4		Total por município	
		Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²
Sinos	Caraá (Alto Sinos)	28	9.619	0	0	0	0	0	0	28	9.619
	Campo Bom	71	7.279	16	2.799	0	0	0	0	87	10.079
	Canoas	9	578	0	0	0	0	0	0	9	578
	Esteio	3	281	0	0	0	0	0	0	3	281
	Nova Santa Rita	68	23.432	98	36.200	0	0	0	0	166	59.632
	Novo Hamburgo	12	7.975	168	76.260	20	8.578	0	0	200	92.813
	São Leopoldo	527	64.393	99	9.755	11	1.044	1	31	638	75.223
	Sapiranga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sapucaia do Sul	34	13.491	0	0	0	0	0	0	34	13.491
	Total Rio dos Sinos	752	127.049	381	125.014	31	9.622	1	31	1.165	261.717
Paranhana	Igrejinha	503	64.314	34	4.175	3	209	5	395	545	69.093
	Parobé	13	1.231	0	0	0	0	0	0	13	1.231
	Três Coroas	77	7.660	8	1.665	0	0	0	0	85	9.325
	Total Rio Paranhana	593	73.205	42	5.840	3	209	5	395	643	79.649
Areia	Rolante	7	806	1	20	0	0	0	0	8	826
	Total Arroio Areia	7	806	1	20	0	0	0	0	8	826
	Total Geral	1.352	201.061	424	130.875	34	9.831	6	426	1.816	342.192

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 7 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 10

	Município	Classe 1 - Até 1 metro		Classe 2		Classe 3		Classe 4		Total por município	
		Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²
Sinos	Caraá (Alto Sinos)	29	9.772	0	0	0	0	0	0	29	9.772
	Campo Bom	143	14.725	26	3.847	2	106	0	0	171	18.677
	Canoas	112	13.520	4	172	0	0	0	0	116	13.692
	Esteio	421	50.581	0	0	0	0	0	0	421	50.581
	Nova Santa Rita	95	33.286	88	30.946	68	24.675	0	0	251	88.907
	Novo Hamburgo	41	4.618	51	25.683	146	65.982	0	0	238	96.283
	São Leopoldo	821	92.495	141	15.399	39	4.366	8	423	1.009	112.683
	Sapiranga	17	1.986	1	151	0	0	0	0	18	2.137
	Sapucaia do Sul	58	24.897	0	0	0	0	0	0	58	24.897
	Total Rio dos Sinos	1.737	245.880	311	76.198	255	95.129	8	423	2.311	417.630
Paranhana	Igrejinha	3.276	482.586	152	18.095	11	1.268	11	935	3.450	502.884
	Parobé	30	2.393	10	983	0	0	0	0	40	3.376
	Três Coroas	101	10.488	11	3.084	1	23	0	0	113	13.595
	Total Rio Paranhana	3.407	495.467	173	22.163	12	1.291	11	935	3.603	519.855
Areia	Rolante	11	1.082	3	148	0	0	0	0	14	1.230
	Total Arroio Areia	11	1.082	3	148	0	0	0	0	14	1.230
	Total Geral	5.155	742.429	487	98.509	267	96.420	19	1.358	5.928	938.716

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 8 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 25

	Município	Classe 1 - Até 1 metro		Classe 2 - De 1 metro a 2,5 metros		Classe 3 - De 2,5 metros a 3 metros		Classe 4 - Maior que 3 metros		Total Por município	
		Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²
Sinos	Caraá (Alto Sinos)	32	10.470	0	0	0	0	0	0	32	10.470
	Campo Bom	250	27.433	36	5.283	3	121	0	0	289	32.837
	Canoas	981	112.470	70	10.239	3	74	0	0	1.054	122.784
	Esteio	1.994	264.748	82	11.806	1	303	0	0	2.077	276.856
	Nova Santa Rita	74	23.611	81	28.886	68	26.116	32	11.629	255	90.242
	Novo Hamburgo	128	10.788	19	10.142	68	29.770	115	53.263	330	103.963
	São Leopoldo	1.224	128.225	169	18.366	58	6.295	31	3.099	1.482	155.985
	Sapiranga	163	16.833	8	955	0	0	0	0	171	17.788
	Sapucaia do Sul	200	111.360	9	3.581	0	0	0	0	209	114.941
	Total Rio dos Sinos	5.046	705.938	474	89.258	201	62.679	178	67.991	5.899	925.867
Paranhana	Igrejinha	3.772	559.607	573	76.803	28	3.288	15	1.415	4.388	641.113
	Parobé	84	8.003	24	2.234	0	0	0	0	108	10.237
	Três Coroas	176	23.672	12	2.511	4	888	0	0	192	27.071
	Total Rio Paranhana	4.032	591.281	609	81.548	32	4.176	15	1.415	4.688	678.421
Areia	Rolante	35	3.511	5	327	1	60	0	0	41	3.898
	Total Arroio Areia	35	3.511	5	327	1	60	0	0	41	3.898
	Total Geral	9.113	1.300.730	1.088	171.133	234	66.916	193	69.406	10.628	1.608.185

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 9 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 50

	Município	Classe 1 - Até 1 metro		Classe 2 - De 1 metro a 2,5 metros		Classe 3 - De 2,5 metros a 3 metros		Classe 4 - Maior que 3 metros		Total Por município	
		Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²
Sinos	Caraá (Alto Sinos)	36	10.831	1	422	0	0	0	0	37	11.252
	Campo Bom	481	71.425	50	7.640	6	189	1	51	538	79.305
	Canoas	1.119	134.558	159	20.473	15	2.113	3	74	1.296	157.219
	Esteio	1.939	252.577	288	41.928	3	549	0	0	2.230	295.055
	Nova Santa Rita	37	16.457	97	32.278	53	19.453	73	26.298	260	94.486
	Novo Hamburgo	158	13.502	36	5.437	17	10.132	177	80.265	388	109.336
	São Leopoldo	3.786	426.613	347	31.499	99	11.146	52	5.268	4.284	474.526
	Sapiranga	199	21.761	9	947	1	151	0	0	209	22.859
	Sapucaia do Sul	396	218.459	22	9.756	0	0	0	0	418	228.215
	Total Rio dos Sinos	8.151	1.166.184	1.009	150.379	194	43.734	306	111.957	9.660	1.472.253
Paranhana	Igrejinha	3.849	576.969	1.054	152.760	47	5.982	22	2.051	4.972	737.762
	Parobé	88	8.080	36	3.142	0	0	0	0	124	11.222
	Três Coroas	246	31.591	18	3.004	5	934	1	23	270	35.551
	Total Rio Paranhana	4.183	616.640	1.108	158.906	52	6.915	23	2.074	5.366	784.535
Areia	Rolante	69	11.358	27	2.216	4	259	2	128	102	13.961
	Total Arroio Areia	69	11.358	27	2.216	4	259	2	128	102	13.961
	Total Geral	12.403	1.794.182	2.144	311.501	250	50.909	331	114.158	15.128	2.270.750

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 10 - Área Edificada atingida pelas Manchas de Inundação da Situação Atual com TR 100

	Município	Classe 1 - Até 1 metro		Classe 2 - De 1 metro a 2,5 metros		Classe 3 - De 2,5 metros a 3 metros		Classe 4 - Maior que 3 metros		Total Por município	
		Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²	Soma de Edificações	Soma de Área (m) ²
Sinos	Caraá (Alto Sinos)	45	12.187	3	1.029	0	0	0	0	48	13.215
	Campo Bom	662	113.683	96	10.241	13	2.358	2	106	773	126.388
	Canoas	1.407	191.403	349	40.398	50	7.946	7	434	1.813	240.180
	Esteio	1.270	168.931	1.063	142.012	3	281	1	303	2.337	311.528
	Nova Santa Rita	9	6.576	107	36.462	48	16.035	100	37.745	264	96.818
	Novo Hamburgo	157	15.598	116	10.541	8	3.570	191	88.858	472	118.567
	São Leopoldo	3.864	443.131	739	66.921	99	8.937	109	12.737	4.811	531.726
	Sapiranga	248	26.606	13	1.396	1	151	0	0	262	28.153
	Sapucaia do Sul	382	215.931	73	33.002	0	0	0	0	455	248.933
	Total Rio dos Sinos	8.044	1.194.045	2.559	342.002	222	39.278	410	140.183	11.235	1.715.508
Paranhana	Igrejinha	3.454	534.574	1.906	271.160	67	8.873	38	3.500	5.465	818.107
	Parobé	51	4.303	77	7.178	14	1.275	0	0	142	12.757
	Três Coroas	354	46.322	30	4.313	4	877	2	80	390	51.592
	Total Rio Paranhana	3.859	585.199	2.013	282.652	85	11.025	40	3.579	5.997	882.456
Areia	Rolante	1.090	195.782	110	16.481	25	2.133	10	626	1.235	215.022
	Total Arroio Areia	1.090	195.782	110	16.481	25	2.133	10	626	1.235	215.022
	Total Geral	12.993	1.975.027	4.682	641.135	332	52.437	460	144.388	18.467	2.812.986

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

No Cenário tendencial (C0) é estimado o crescimento total das cidades da bacia no final do horizonte de estudo, de 30 anos, levando-se em consideração os planos diretores dos municípios, a expectativa na alteração do uso do solo nos próximos anos e o padrão da densidade de edificações por km².

No Quadro 11 a seguir estão as áreas adicionais, em m², atingidas pelas manchas de inundação considerando o crescimento das cidades (C0):

Quadro 11 - Novas áreas edificadas sujeitas aos eventos de cheias (30 anos)

Mancha	Município	TR05	TR10	TR25	TR50	TR100
Rio dos Sinos	Caraá	9.619	9.772	10.470	11.252	13.215
	Campo Bom	10.079	18.677	32.837	79.305	126.388
	Canoas	578	13.692	122.784	157.219	240.180
	Esteio	281	50.581	276.856	295.055	311.528
	Nova Santa Rita	59.632	88.908	90.242	94.486	96.818
	Novo Hamburgo	92.813	96.283	103.963	109.336	118.567
	São Leopoldo	75.223	112.683	155.985	474.526	531.726
	Sapiranga	0	2.137	17.788	22.859	28.153
	Sapucaia do Sul	13.491	24.897	114.941	228.215	248.933
	Total Rio dos Sinos	261.717	417.631	925.867	1.472.253	1.715.508
Rio Paranhana	Igrejinha	69.093	502.884	641.113	737.762	818.107
	Parobé	1.231	3.376	10.237	11.222	12.757
	Três Coroas	9.325	13.595	27.071	35.551	51.592
	Total Rio Paranhana	79.649	519.855	678.421	784.535	882.456
Arroio Areia	Rolante	826	1.230	3.898	13.961	215.021
	Total Arroio Areia	826	1.230	3.898	13.961	215.021
	Total Geral	342.192	938.717	1.608.185	2.270.750	2.812.985

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.7 Cenário de Alternativas 1 (C1)

De uma forma geral, o Cenário C1 propõe, na bacia do Rio dos Sinos, a alternativa não-estrutural de **Zoneamento de Áreas Inundáveis** combinada com o uso de **Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta**. Destaca-se, ainda a proposta de inclusão de um **Sistema de Seguro de Cobertura de Inundações**.

✓ Zoneamento

A solução composta pelas diferentes intervenções propostas no **Cenário 1** prevê o ordenamento do uso do solo, através da proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis onde são definidas duas formas de uso:

- Áreas com possível urbanização - correspondendo a Zona com Restrições de Ocupação, onde serão estabelecidas condições para o uso destas áreas, conforme proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis;

- Áreas com uso compatível com inundações - correspondendo a Zona de Passagem de Cheia, com função de amortecer inundações causadas pela ocupação das áreas urbanizáveis.

3.7.1 Baixo Sinos - Cenário C1-BS

Observam-se diferentes efeitos de inundação em áreas com ocupação consolidada em São Leopoldo, Nova Santa Rita, Campo Bom, Esteio, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul e em áreas com previsão de expansão urbana entre a BR-116 e a BR-448, nos municípios de Esteio e Canoas.

A solução proposta no Cenário C1 é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta. A Figura 24 mostra a área inundada para **TR 100**, e seu o zoneamento interno.

A Figura 25 mostra a área inundada para **TR 100** e o zoneamento interno, no município de São Leopoldo. Pode-se observar que há efeito de remanso do Rio dos Sinos sobre o arroio Cerquinha. A solução proposta no Cenário C1 é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

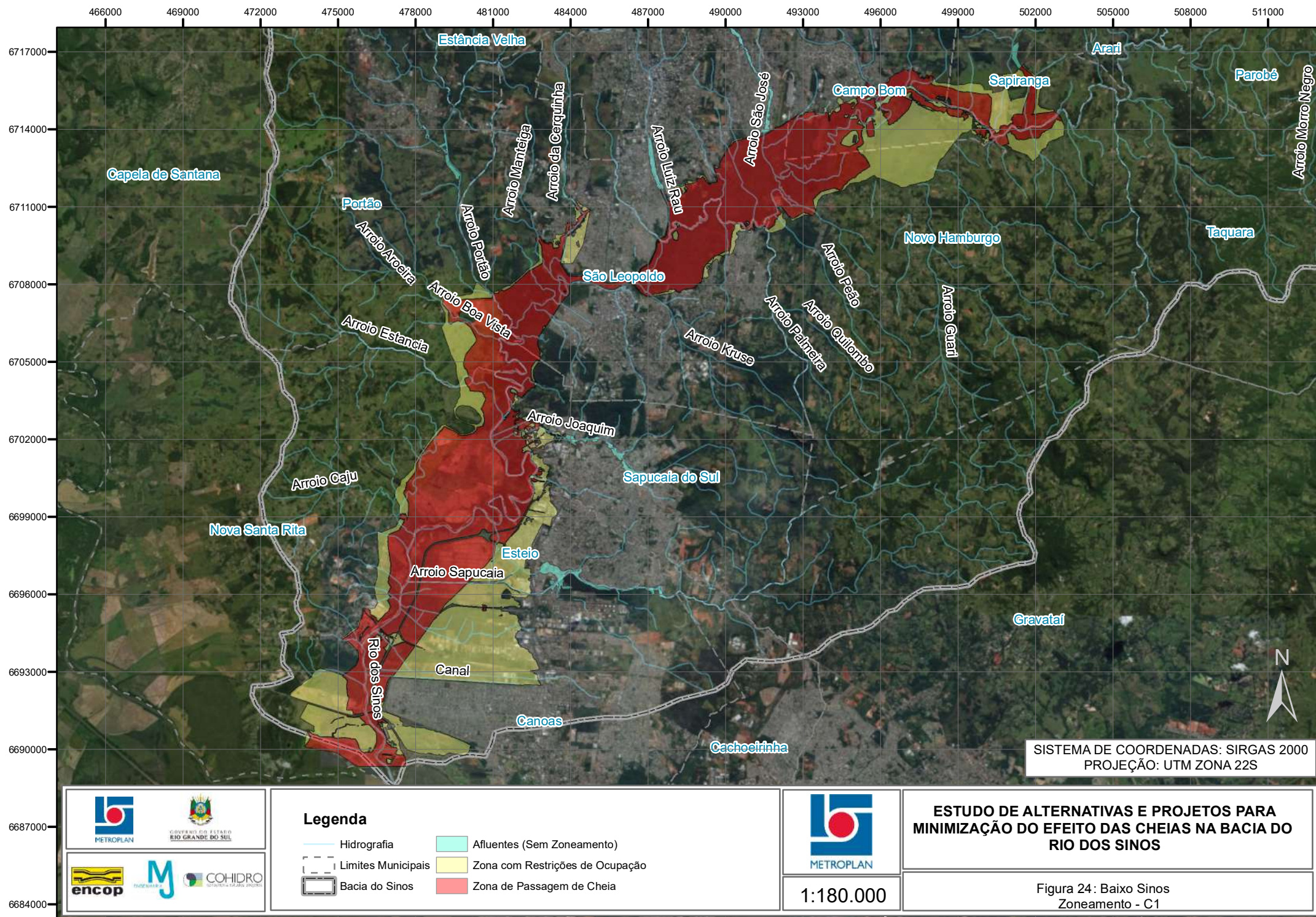
Já as inundações nos arroios Luiz Rau (Novo Hamburgo), Schmidt (Campo Bom) e Sapiranga não são causadas por remanso do Rio dos Sinos, propondo-se, apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais, estabelecendo que deverão ser avaliadas alternativas que incluem **limpeza e/ou dragagem de canal (visando melhorar as condições de escoamento nos cursos d'água) e melhoria de travessias, tais como pontes e pontilhões (buscando reduzir as possibilidades de restrições localizadas ao escoamento) e zoneamento de áreas inundáveis (para regular a ocupação do solo, visando estabelecer usos compatíveis com os riscos de inundação de cada área).**

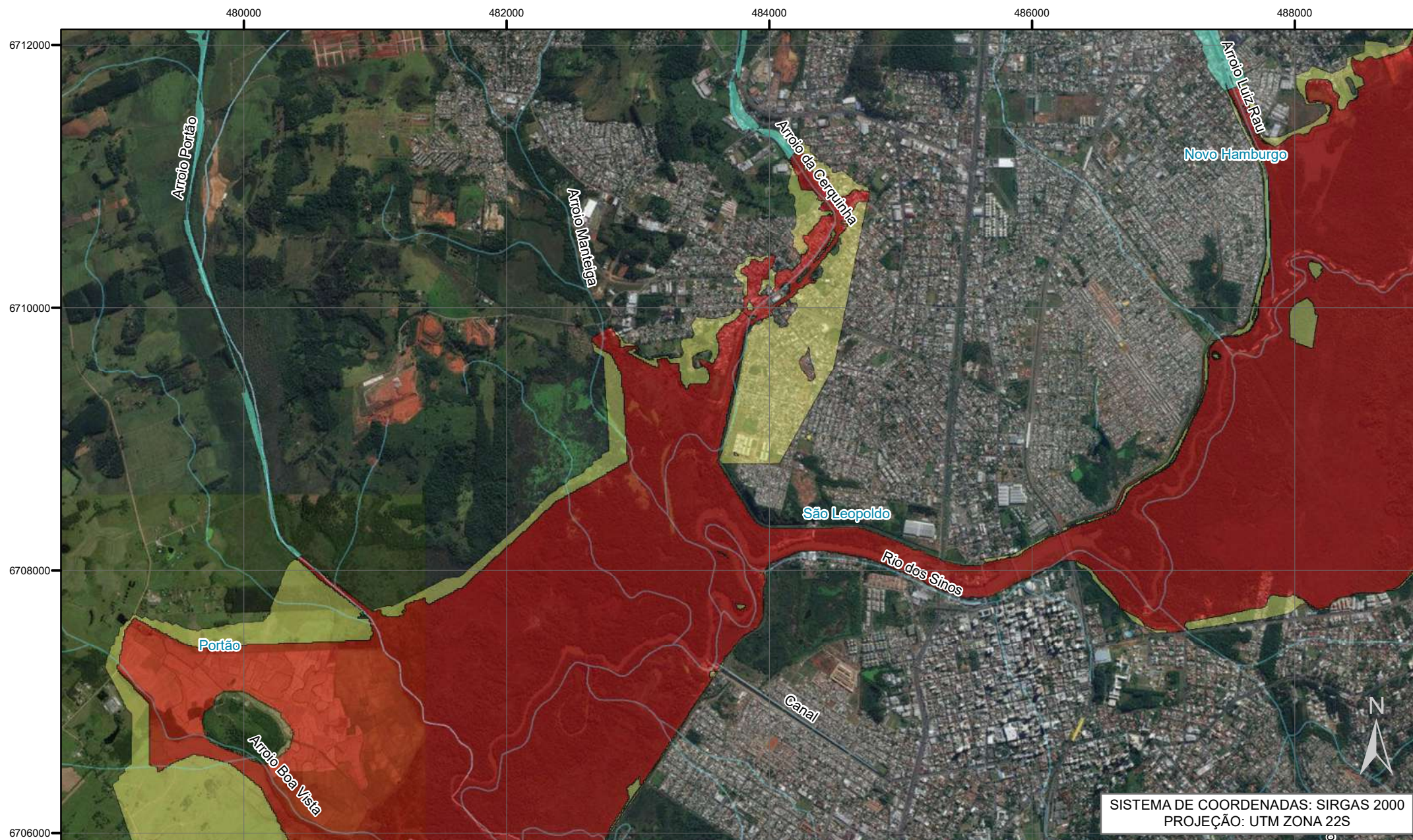
A Figura 26 apresenta a área inundada para **TR 100** e seu zoneamento interno no município de Sapucaia do Sul na planície de inundação do Sinos na foz do Arroio José Joaquim e em área mais a montante. A solução proposta no Cenário C1 é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A Figura 27 apresenta a área inundada para **TR 100** e seu zoneamento interno nos municípios de São Leopoldo no bairro Feitoria e Novo Hamburgo no bairro Lomba Grande na planície de inundação do Sinos na margem esquerda. A solução proposta no Cenário C1 é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A Figura 28 apresenta a área inundada para **TR 100** e seu zoneamento interno no município de Campo Bom na foz do arroio Schmidt e no Bairro N na planície de inundação do Sinos na margem direita. A solução proposta no Cenário C1 é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A Figura 29 mostra a área inundada para **TR 100**, na região que abrange os municípios de Nova Santa Rita, Esteio e Canoas. Pode-se observar que para eventos menos frequentes (**TR 100**), há inundação em áreas consolidadas de Esteio e Nova Santa Rita e em áreas propostas para expansão urbana entre a BR-116 e a BR-448, nos municípios de Esteio e Canoas. A solução proposta no Cenário C1 é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.





Legenda

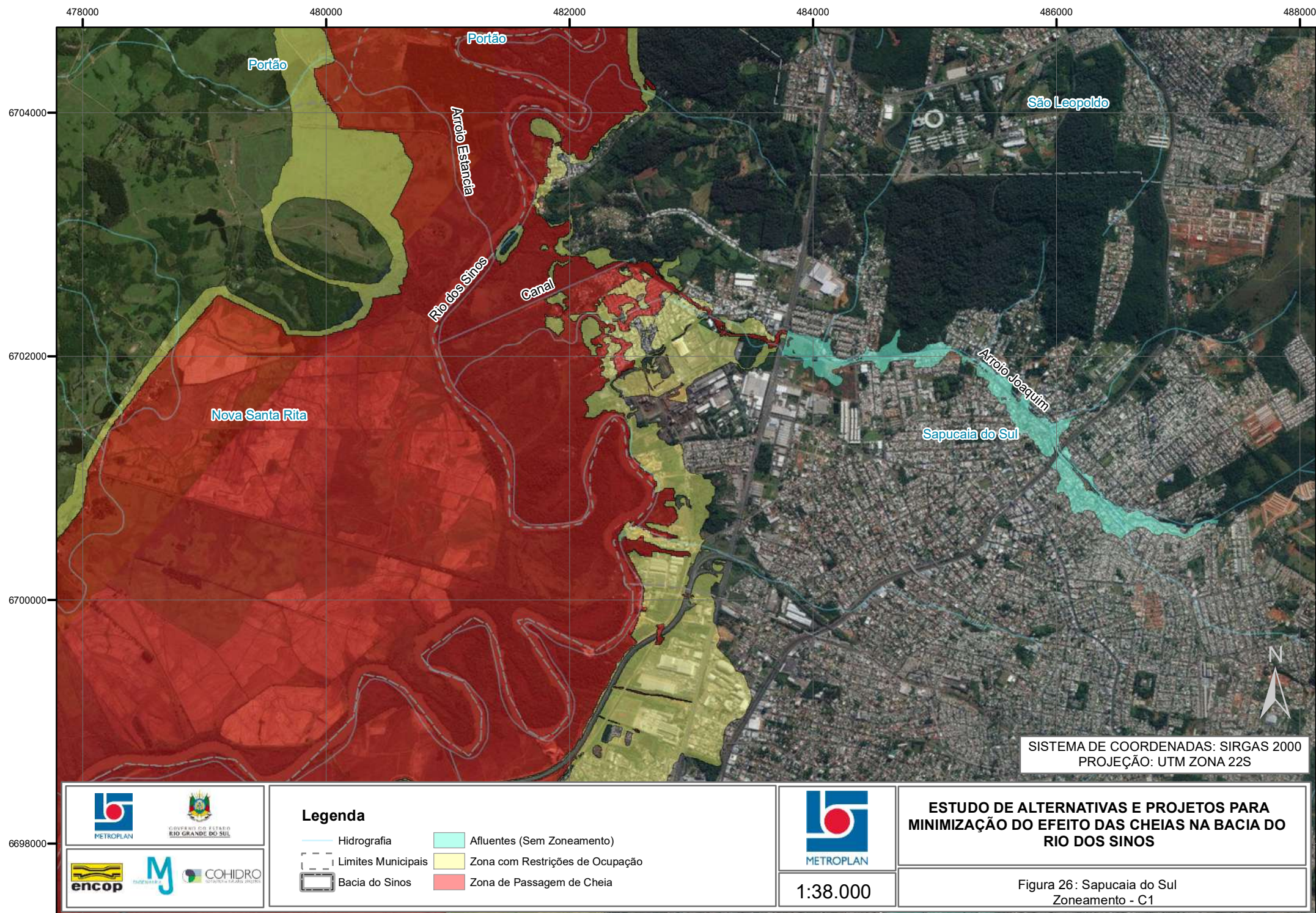
- Hidrografia
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos
- Zona com Restrições de Ocupação
- Zona de Passagem de Cheia
- Afluentes (Sem Zoneamento)

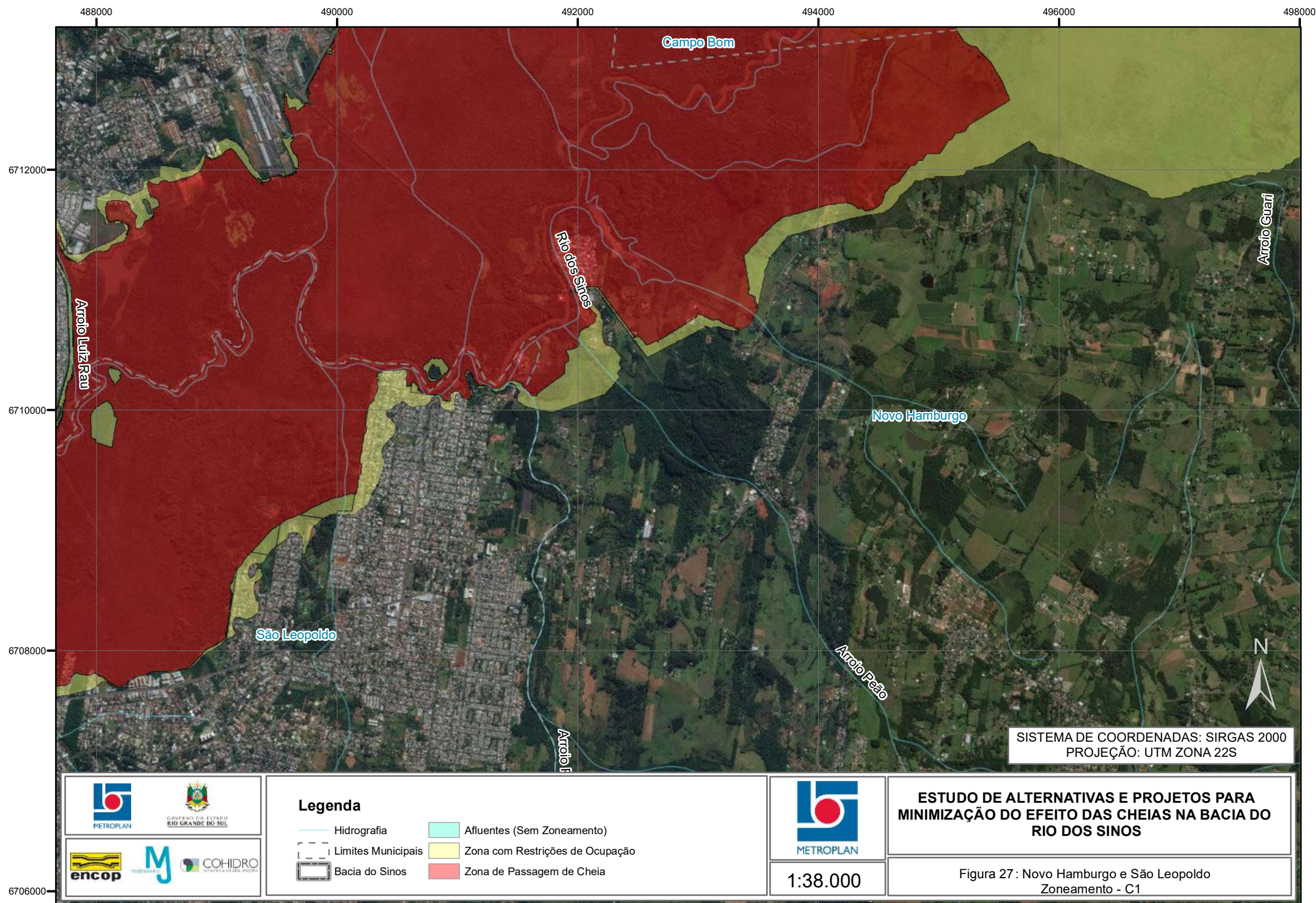


1:38.000

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

Figura 25: Novo Hamburgo
Zoneamento - C1







SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



METROPLAN



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL



COHIDRO
COMISSÃO DE OBRAS E RECONSTRUÇÃO

Legenda

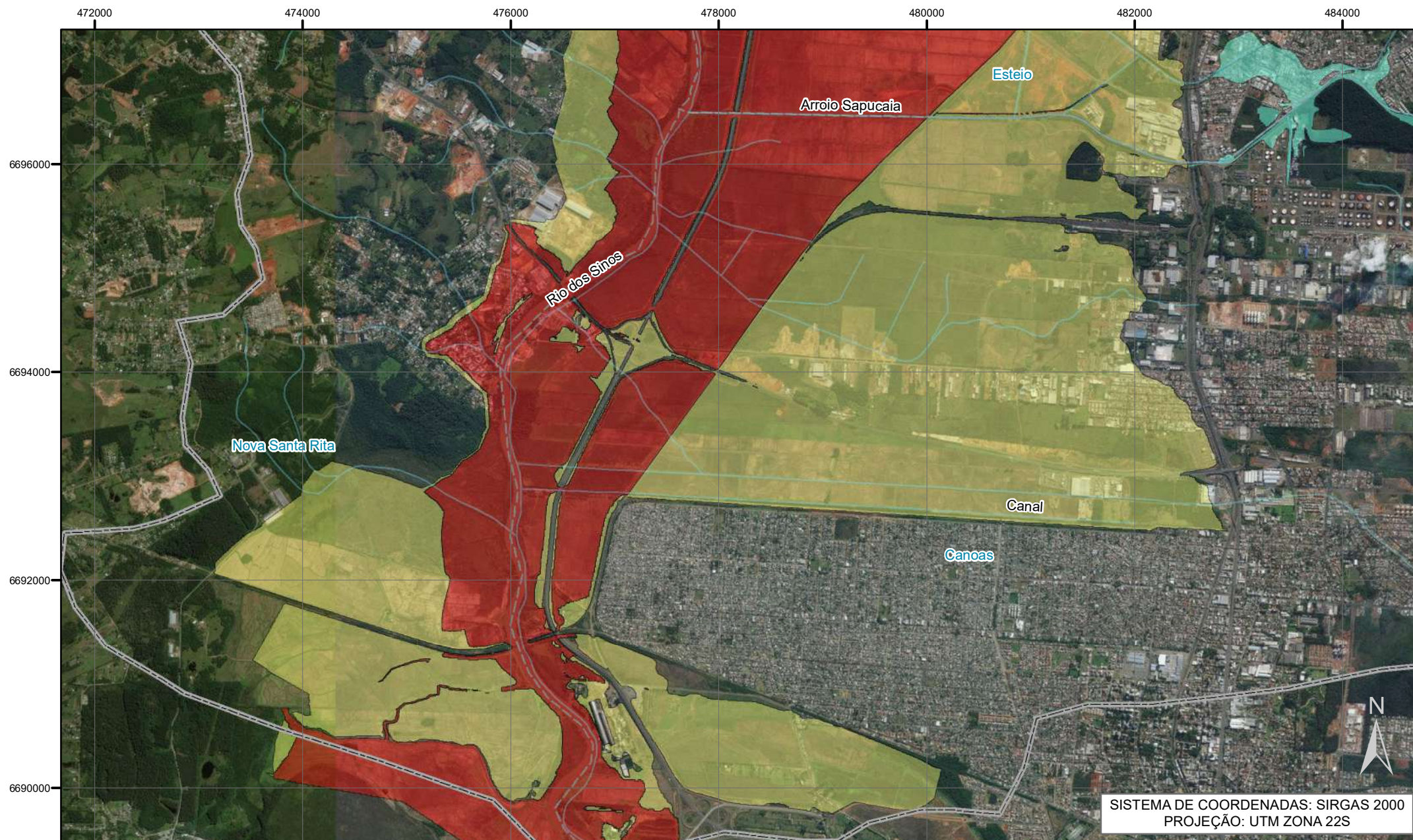
- Hidrografia
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos
- Afluentes (Sem Zoneamento)
- Zona com Restrições de Ocupação
- Zona de Passagem de Cheia



1:38.000

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

Figura 28: Campo Bom
Zoneamento - C1



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S








Legenda

-  Hidrografia
-  Limites Municipais
-  Bacia do Sinos
-  Afluentes (Sem Zoneamento)
-  Zona com Restrições de Ocupação
-  Zona de Passagem de Cheia



1:48.000

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

Figura 29: Nova Santa Rita, Canoas e Esteio
Zoneamento C1

3.7.2 Médio Sinos - Cenário C1-MS

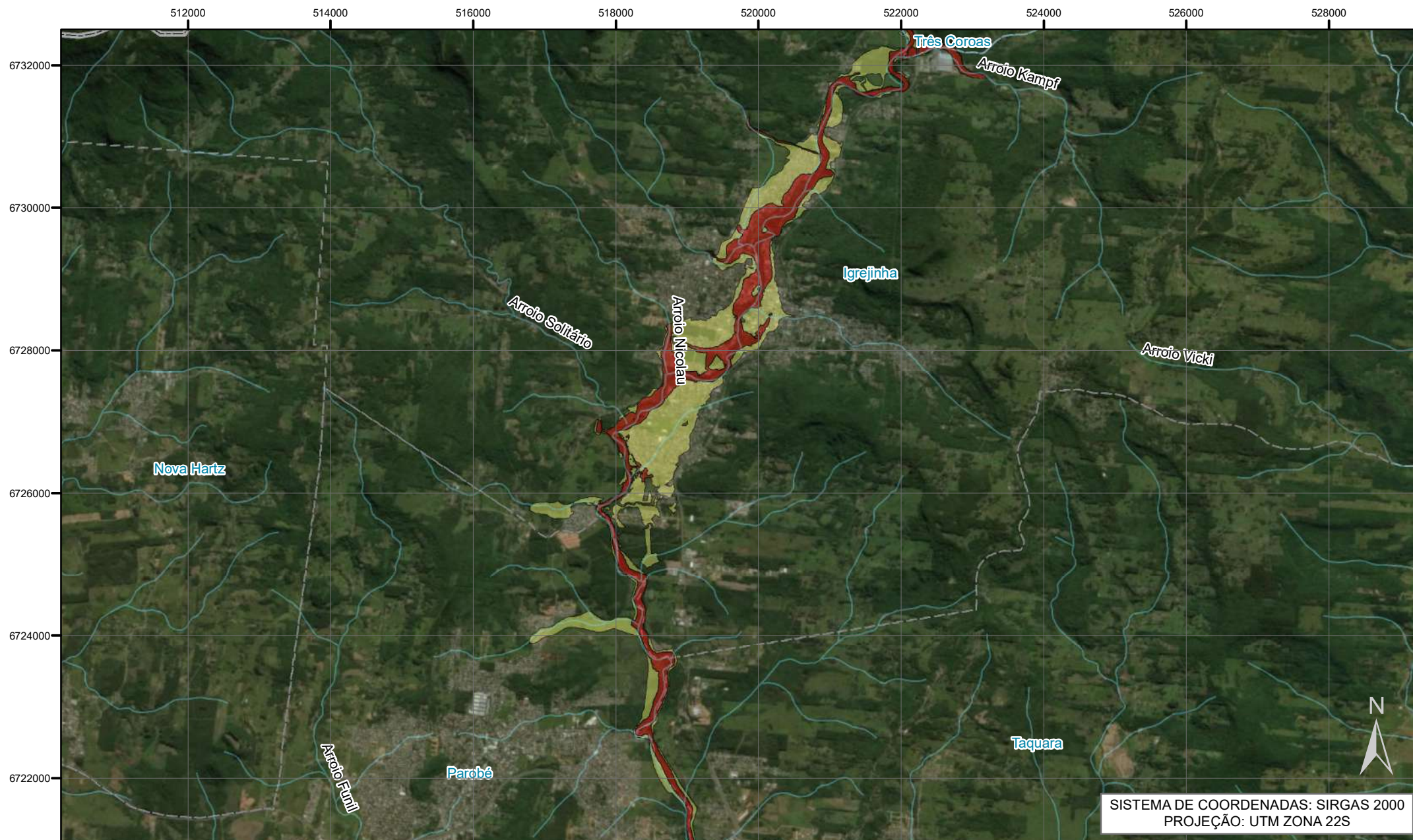
As inundações atingem áreas urbanas significativas no rio Paranhana, principalmente nos municípios de Igrejinha e Três Coroas. As soluções propostas no Cenário C1 são o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A Figura 30 mostra a área inundada para **TR 100**, e seu o zoneamento interno de acordo com as definições apresentadas no capítulo 0 e metodologia exposta no capítulo 3.7.6.

Nos afluentes, as inundações são causadas por incapacidade de escoamento dos tributários, e não por remanso do rio Paranhana.

Conforme definição anterior, nestes casos devem ser propostas, apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais, estabelecendo que devam ser avaliadas alternativas que incluem **limpeza e/ou dragagem de canal (visando melhorar as condições de escoamento nos cursos d'água), melhoria de travessias, tais como pontes e pontilhões (buscando reduzir as possibilidades de restrições localizadas ao escoamento)** e zoneamento de áreas inundáveis (para regular a ocupação do solo, visando estabelecer usos compatíveis com os riscos de inundações de cada área).

Onde possível, os estudos dos Planos Municipais deverão avaliar a possibilidade de utilizar **reservatórios de retenção (on-line ou off-line)**.



	Legenda - Hidrografia - Zona com Restrições de Ocupação - Zona de Passagem de Cheia - Limites Municipais - Bacia do Sinos	 1:70.000	ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS Figura 30: Igrejinha e Parobé Zoneamento - C1
--	---	---------------------	--

3.7.3 Alto Sinos - Cenário C1-AS

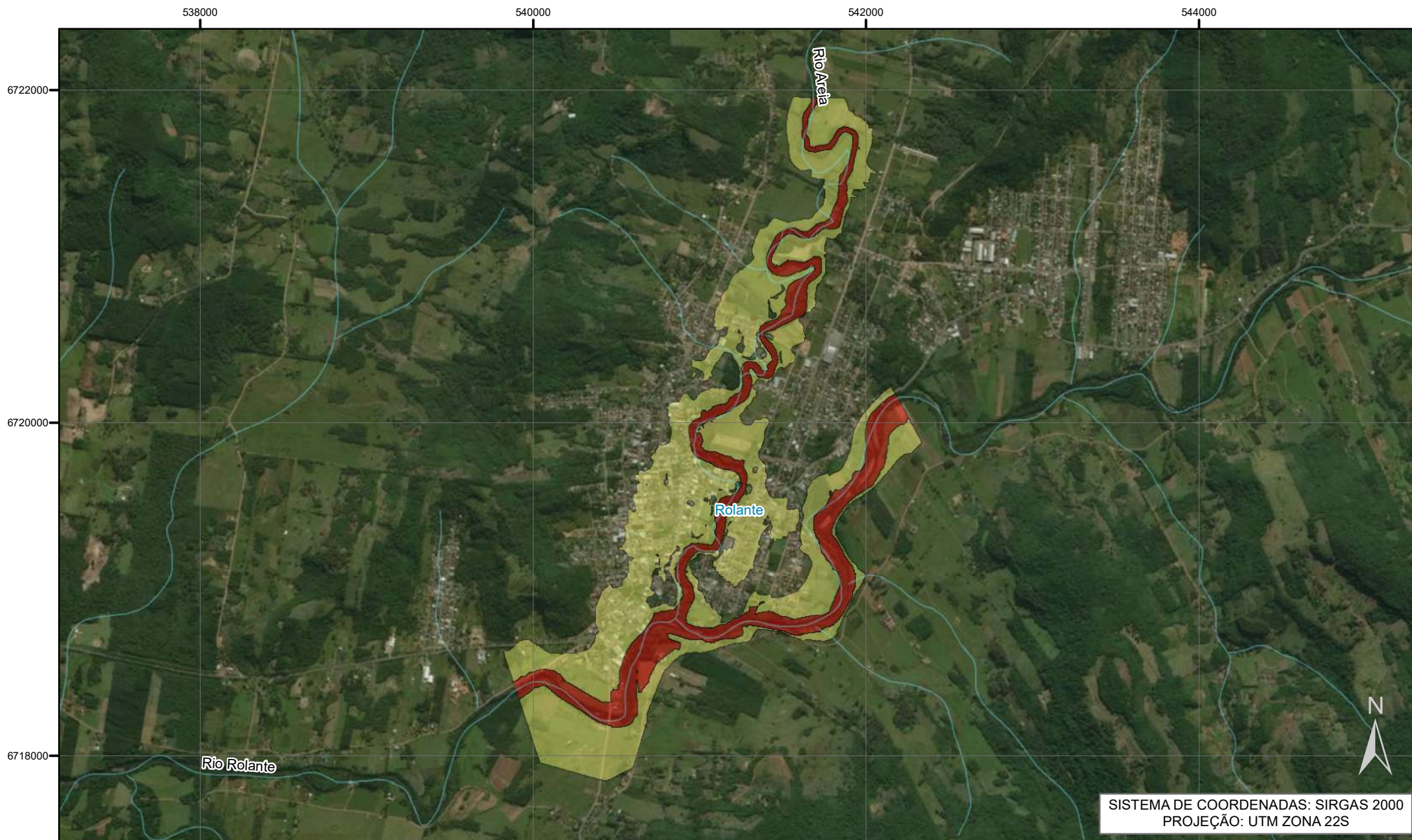
As inundações ocorrem, principalmente, no arroio da Areia (formador do rio Rolante). As soluções propostas no Cenário C1 são o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A Figura 31 apresenta os resultados das inundações com um **TR 100**, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias e zoneamento proposto de acordo com as definições apresentadas no capítulo 3.5 e metodologia exposta no capítulo 3.7.6.

O problema é constatado em menor grau também no município de Caraá no qual também foi proposto o zoneamento da planície de inundação e Sistema de Monitoramento Previsão e Alerta.

Na Figura 32 é apresentado o zoneamento ilustrado para a região das nascentes, incluindo também o município de Riozinho, o qual, a princípio, não apresenta problemas de inundações.

Nos demais afluentes do Alto Sinos, é efetuada a recomendação para limpeza/dragagem de canal e melhoria de travessias (pontes, pontilhões).



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL



COHIDRO
COMISSÃO DE HIDROLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL

Legenda

 Hidrografia	 Bacia do Sinos
 Limites Municipais	 Zona com Restrições de Ocupação
	 Zona de Passagem de Cheia



METROPLAN

1:30.000

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

Figura 31: Rolante
Zoneamento - C1



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJECÇÃO: UTM ZONA 22S



Legenda

- Hidrografia
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos
- Zona com Restrições de Ocupação
- Zona de Passagem de Cheia



1:20.000

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

Figura 32: Formadores
Zoneamento - C1

3.7.4 Resumo

O Quadro 22 resume as soluções propostas na Alternativa C1 para o Baixo, Médio e Alto Sinos (Cenário C1-BS/MS/AS).

Quadro 12 - Alternativa estrutural para o cenário C1

SOLUÇÃO	DESCRIÇÃO
Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta	Manutenção do que já existe e melhorias da rede de monitoramento
Zoneamento	Zona de Passagem de Cheias - Usos compatíveis com inundação (parques, esportes, estacionamento). - Se necessário e quando possível: relocação/reassentamento de ocupações irregulares
	Zona de Uso Restrito - Se necessário e quando possível: Relocação ou adaptação de prédios públicos
	Zona de Baixo Risco - podem ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações
Seguros de Cobertura de Inundações	Sugestões do modelo de seguros de cobertura de enchentes de acordo com o contexto geopolítico da região.

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Os subcapítulos abaixo consolidam os produtos das intervenções estruturais e não-estruturais.

Na alternativa referente ao zoneamento se aplicam as metodologias propostas para a delimitação de cada área, sendo indicados os possíveis usos e formas de ocupação e são apresentados os mapas com os resultados obtidos.

3.7.5 Projetos de Engenharia das Intervenções Estruturais

✓ Avaliação da constrição do escoamento na calha do Rio dos Sinos

No **Cenário 1** não foram propostas alternativas que contemplam intervenções estruturais, sendo priorizadas as intervenções não estruturais com o zoneamento das áreas inundáveis de acordo com as constrições hoje existentes na calha do Rio dos Sinos.

No entanto, cabe destacar a avaliação realizada quanto à folga dos tabuleiros das pontes que atravessam o Rio dos Sinos. O Quadro 13 apresenta a situação de segurança das pontes quanto à capacidade hidráulica de escoamento da cheia de **TR 100**.

Quadro 13 - Situação das pontes quanto a capacidade hidráulica de escoamento da cheia de TR 100

Ponte	Localidade	Estaca	Cota Inferior Superestrutura	Cota Tr100	Folga	Observação
Via Férrea	Canoas/Nova Santa Rita	72+910	7,80	3,78	4,02	
BR-386	Canoas/Nova Santa Rita	69+160	11,10	4,74	6,36	
BR-116	São Leopoldo/Novo Hamburgo	33+530	6,31	6,67	-0,37	Tabuleiro Abaixo da Cota TR100 Anos
Av. Caxias Do Sul	São Leopoldo/Novo Hamburgo	33+180	8,2	6,89	1,31	
R. São Joaquim	São Leopoldo/Novo Hamburgo	32+870	7,62	7,02	0,60	Não Atende Folga Mínima
Av. Mauá/Trensurb	São Leopoldo/Novo Hamburgo	32+490	10,45	7,23	3,22	
Estrada Leopoldo Petri	São Leopoldo/Novo Hamburgo	20+350	9,45	7,84	1,61	
Estrada Arlindo Vargas	Campo Bom	9+320	10,84	8,3	2,54	

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Tanto a ponte da BR-116 e a Rua São Joaquim não atendem os requisitos mínimos de segurança quanto à capacidade hidráulica de escoamento de uma cheia de TR 100, sendo a situação mais crítica a da BR-116 que represa parte do escoamento, uma vez que a cota inferior da superestrutura está abaixo da cota da enchente analisada.

Como as velocidades também são altas, é necessário avaliar a segurança das pontes quanto à erosão de sua estrutura, considerando que esta é uma importante causa de colapso de pontes.

Indica-se que sejam realizados estudos para a readequação das estruturas das pontes onde foram observadas situações fora das condições aceitáveis de segurança.

Além disso, indica-se um levantamento detalhado das condições dos processos erosivos nessas estruturas de passagem sobre o Rio dos Sinos ocasionados devido à correnteza do canal fluvial.

3.7.6 Zoneamento das Áreas Inundáveis - Cenário 1

Conforme descrito no item 3.5, 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.

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

✓ Delimitação da Planície de Inundação:

A determinação da *planície de inundação para efeitos de zoneamento* é efetuada em função do risco de ocorrência de inundações.

Conforme já mencionado anteriormente, a planície de inundação, à qual serão estabelecidas as regras de ocupação referentes ao zoneamento, é associada à área delimitada pela cota de inundação da cheia com **TR 100**.

A partir da delimitação da **Planície de Inundação**, o Zoneamento de Inundações contempla a elaboração do mapeamento de inundações, com definição das três zonas de risco já apresentadas (Zona de Passagem de Cheias, Zona com Restrições de Ocupação e Zona de baixo Risco).

✓ **Metodologia para definição da Zona de Passagem de Cheias, da Zona com Restrições de Ocupação e da Zona de Baixo Risco:**

Conforme as definições apresentadas, a **Zona de Passagem de Cheias** deve ser capaz de conduzir o escoamento da cheia de **TR 100**, de forma a não provocar impactos significativos, nem a montante nem a jusante.

Em consequência, a **Zona com Restrições de Ocupação** (ou seja, o restante da Planície de Inundação) não deve prover contribuições importantes ao escoamento. A **Zona de Baixo Risco** é composta pelas áreas urbanas externas à da planície de inundação.

Para delimitar estas áreas, busca-se definir a **Zona de Passagem de Cheias** de forma a garantir que a elevação do seu nível d'água esteja dentro de valores aceitáveis mesmo se houver ocupação da **Zona com Restrições**. Nos Estados Unidos (FEMA, 1992; FEMA, 2004), a máxima elevação permitida no nível d'água é de 1 pé (30,45 cm).

No presente estudo, define-se a máxima elevação no nível d'água como sendo 30 cm. Visando avaliar o efeito da ocupação da **Zona com Restrições no Cenário 1**, segue-se o seguinte procedimento:

- a) efetua-se simulação do sistema para a cheia de **TR 100**, considerando a condição atual da **Planície de Inundação** e determina-se o nível d'água e velocidades;
- b) efetua-se uma delimitação preliminar da Zona de Passagem de Cheias. Os critérios para esta delimitação preliminar podem variar. No presente estudo, a primeira estimativa da Zona de Passagem de Cheias inclui as Áreas inundadas para a cheia de **TR 5**, acrescida das áreas atingidas pela cheia de **TR 10** onde:
 - a profundidade da lâmina d'água supera 50 cm ($h > 50$ cm); ou
 - a profundidade da lâmina d'água está entre 25 cm e 50 cm e a velocidade de escoamento é maior que 1,0 m/s ($25 \text{ cm} \leq h \leq 50 \text{ cm}$ e $v > 1,0 \text{ m/s}$)³;
- c) supõe-se a execução de aterros em todas áreas previstas para expansão urbana dentro da **Zona com Restrições de Ocupação**, restringindo o escoamento apenas à **Zona de Passagem de Cheias**;
- d) efetua-se nova simulação do sistema para a cheia de **TR 100**, determinando-se o novo nível d'água na **Zona de Passagem de Cheias**;
- e) a delimitação efetuada para a **Zona de Passagem de Cheias** será adotada se a elevação no nível d'água for igual ou inferior a 30 cm e se não houver impacto importante em áreas com ocupação já consolidada. Em caso contrário, o processo deve ser repetido com novas delimitações, até serem cumpridas todas as condições.

³ A definição destes valores de profundidade de lâmina d'água e velocidades de escoamento foi efetuada a partir das categorias de perigo hidráulico (*hydraulic hazard categories*) apresentadas em DIPNR (2005).

A Figura 33 mostra a seção transversal do curso d'água sem obstruções.

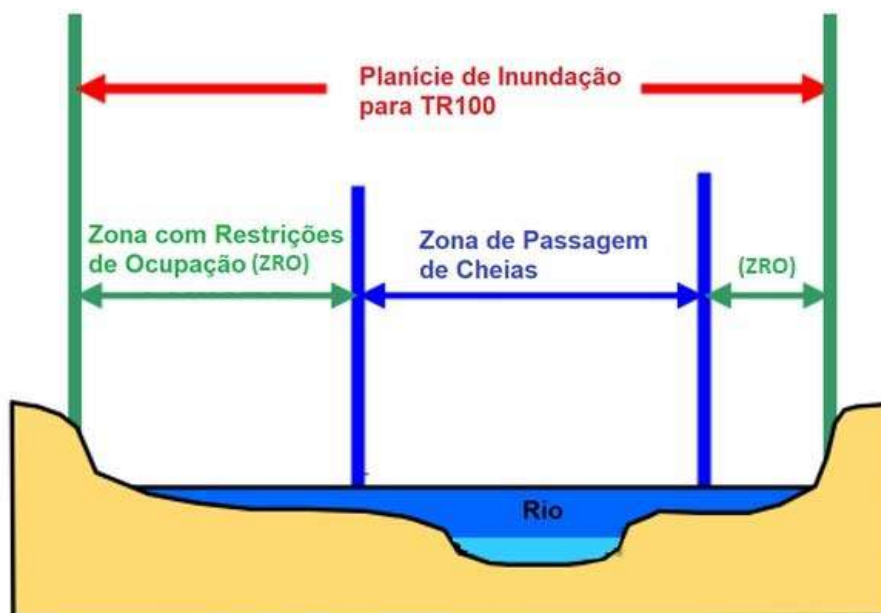


Figura 33 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação sem obstruções
Fonte: DNR, 2014

A Figura 34 mostra a seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação (*Floodplain*) e aterros na Zona com Restrições de Ocupação (*Flood Fringe* - FF), bem como o consequente acréscimo no nível d'água na Zona de Passagem de Cheias (*Floodway*).

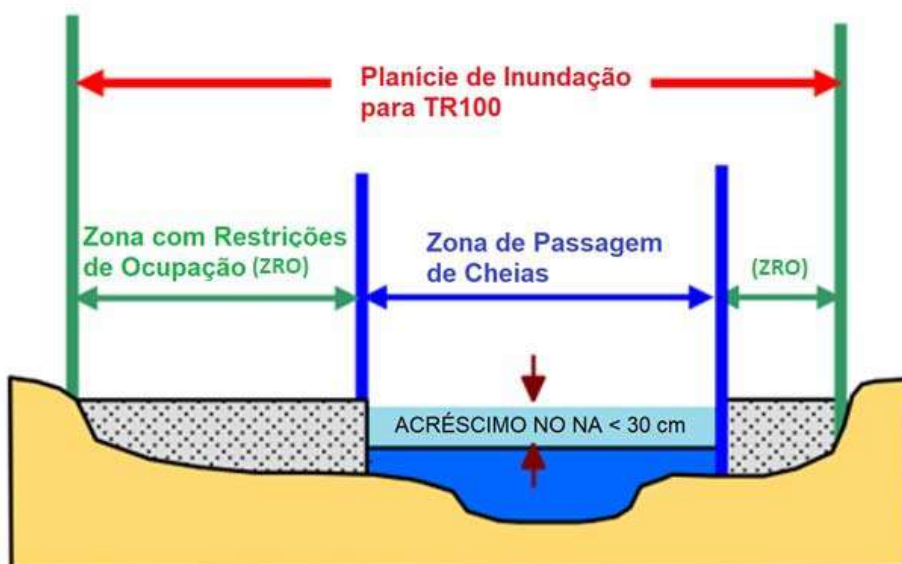


Figura 34 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação com aterros
Fonte: DNR, 2014

As áreas de expansão urbana utilizadas no **Cenário 1** foram definidas com base nos planos diretores de todos os municípios inseridos na bacia do Rio dos Sinos. Os Planos Diretores utilizados, em sua versão e ano de publicação, são os apresentados no levantamento da base de dados realizado nesse estudo (PRODUTO 5).

O **Cenário 1** contemplou todas as áreas de expansão localizadas dentro da mancha TR 100 do **Cenário 0**, nesses locais se supôs a execução de aterros. Nem todos os municípios apresentaram áreas de expansão dentro da mancha do **Cenário 0**.

Os municípios que apresentaram áreas de expansão dentro do TR 100 foram: Canoas, Nova Santa Rita, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo, Igrejinha e Rolante.

Cabe ressaltar que tal simulação não indica ou autoriza a realização dos aterros, sendo apenas um artifício usado para se verificar o pior cenário para estabelecimento da Zona de Passagem de Cheias e para a verificação de possíveis impactos nas regiões vizinhas levando em consideração todos os aterros simulados.

A modelagem numérica detalhada foi utilizada para delimitar a Planície de Inundação, bem como para avaliar os efeitos de aterrar (ou ocupar) toda Zona com Restrição de Ocupação.

Conforme descrito no Relatório Técnico referente ao Produto 10 - Estudos Hidrológicos, 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 chuvas de diferentes tempos de retorno, adotando o módulo hidrológico HEC-HMS em conjunto com o modelo com o módulo hidráulico HEC-RAS.

O processo de transformação chuva-vazão foi efetuado por meio da técnica do hidrograma unitário, utilizando o método SCS-CN.

Apenas a Zona de Passagem de Cheias é definida a partir das simulações com o artifício hidráulico dos aterros. A Planície de Inundação é delimitada pela mancha de inundação de TR 100 no Cenário 0, em que não houve a simulação de aterros.

Dessa forma, tem-se o Cenário 1 com a Planície de Inundação idêntica ao Cenário 0. Portanto, o Cenário 1 não contabiliza externalidades causadas pela possível ocupação da Zona de Ocupação com Restrição.

Qualquer ocupação na Zona de Ocupação com Restrição que possa elevar os níveis d'água da Planície deve ter a sua viabilidade hidráulica verificada individualmente e, caso necessário, avaliadas quais as contrapartidas para a mitigação de tal externalidade às regiões vizinhas já consolidadas. Tal etapa deve ser conduzida nos Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV).

✓ **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 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 12, 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** (Stephenson, 2012).

Dessa forma, na Figura 35 é apresentado o mapeamento da planície de inundação em termos de perigo hidráulico. Delimitou-se as regiões em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ 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 $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$, profundidades superiores a 1,0 m podem representar riscos de afogamento e danos à bens materiais.

O anexo 5.4 apresenta o mesmo mapa de perigo em escala adequada (formato A1).

Com base no critério de risco à vida, as áreas em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ na ocorrência de um evento com Tempo de Retorno igual a 100 anos, foram incorporadas à Zona de Passagem de Cheias.

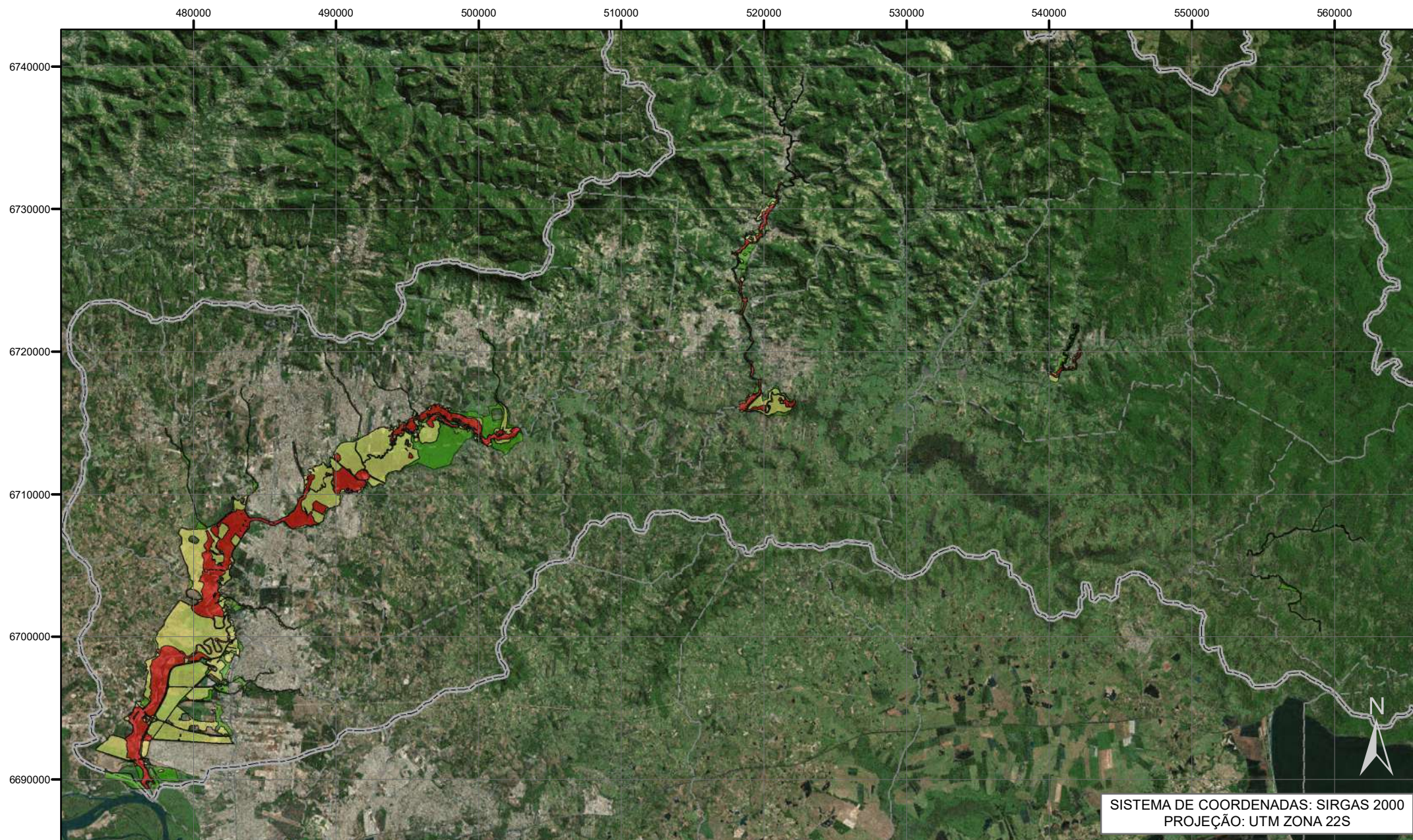
Ou seja, todas as áreas que apresentavam índices ($V \cdot h$) superiores a tal limiar ($0,5 \text{ m}^2/\text{s}$) e que se encontravam externas à Zona de Passagem de Cheias definida através dos critérios hidráulicos de não obstrução, foram incorporadas a essa zona.

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 à região externa à Zona de Passagem de Cheias, ou seja, que faz parte da Zona de Ocupação com Restrição, esta pode ser subdividida 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 subdividam a Zona de Ocupação com restrição, como é o caso do limite de 1,0 m apresentado no mapa da Figura 35.

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



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



Legenda

- Profundidade < 1m
- Profundidade > 1m
- Zona de Alto Risco à Vida
- Limites Municipais
- Bacia do Rio dos Sinos



1:350,000

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

Figura 35 – Mapa de Perigo C1

✓ Resultados

Os resultados da metodologia proposta acima são apresentados em forma de mapas de zoneamento para cada região. Tal produto servirá como subsídio para que as prefeituras elaborem o zoneamento urbano de seus municípios seguindo as diretrizes de ocupação propostas.

Foram quantificadas as edificações a serem desapropriadas que se localizam dentro das zonas de passagem de cheias. O Quadro 14 apresenta os quantitativos sem distinção das edificações quanto ao número de pavimentos, tipo de uso (residencial, comercial ou industrial) e se é privado ou público.

As zonas classificadas como de ocupação restrita que já possuem áreas consolidadas e continuarão a conviver com as cheias também tiveram as edificações quantificadas e são apresentadas no Quadro 15.

Destaca-se a diminuição no número de edificações atingidas quando comparado ao **Cenário 0**, em que nenhuma medida é implementada, dado o fato de que a parcela das edificações localizadas na Zona de Passagem de Cheias é desapropriada.

No Produto 13, que se refere à Viabilidade das Alternativas, são quantificados os prejuízos **remanescentes** a essas edificações que continuarão a conviver com cheias.

Quadro 14 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias C1.

MUNICÍPIO	ÁREA (m²)	NÚMERO DE EDIFICAÇÕES
MANCHA DO RIO DOS SINOS		
Caraá (Alto Sinos)	8.935	28
Campo Bom	14.066	134
Canoas	211	6
Esteio	326	2
Nova Santa Rita	113.402	237
Novo Hamburgo	98.140	216
São Leopoldo	33.976	324
Sapiranga	8.952	2
Sapucaia do Sul	87.610	170
Total - Rio dos Sinos	365.619	1.119
MANCHA DO RIO PARANHANA		
Igrejinha	166.317	1.157
Parobé	3.142	36
Três Coroas	14.002	100
Total - Rio Paranhana	183.461	1.293
MANCHA DO ARROIO AREIA/RIO ROLANTE		
Rolante	2.490	32
Total - Arroio Areia	2.490	32
TOTAL GERAL	551.569	2.444

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Vale lembrar que as edificações que continuarão a conviver com as cheias, tem uma exposição muito menor que edificações mais próximas à calha do rio, portanto, o tempo de recorrência e o nível de ameaça são reduzidos quando comparado às edificações a serem desapropriadas que se encontravam na calha principal com níveis de risco mais altos.

Além disso, conforme já apresentado, a proposta de sistemas de monitoramento, previsão e alerta visa reduzir a vulnerabilidade dessas ocupações e consequentemente os prejuízos.

Quadro 15 - Áreas de convivência de cheias já consolidadas na zona com restrições C1.

MUNICÍPIOS	ÁREA (m²)	NÚMERO DE EDIFICAÇÕES
MANCHA DO RIO DOS SINOS		
Caraá (Alto Sinos)	4.631	23
Campo Bom	113.225	649
Canoas	617.010	2.236
Esteio	752.356	2.650
Nova Santa Rita	46.584	33
Novo Hamburgo	27.956	292
São Leopoldo	497.879	4.490
Sapiranga	28.153	262
Sapucaia do Sul	252.994	292
Total - Rio dos Sinos	2.340.789	10.927
MANCHA DO RIO PARANHANA		
Igrejinha	651.790	4.308
Parobé	9.615	106
Três Coroas	47.660	300
Total - Rio Paranhana	709.066	4.714
MANCHA DO ARROIO AREIA/RIO ROLANTE		
Rolante	212.532	1.203
Total - Arroio Areia	212.532	1.203
TOTAL GERAL	3.262.386	16.844

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

A Figura 36 à Figura 38 apresentam as diferenças de elevação no nível d'água entre os cenários 0 e 1, foi possível perceber que a diferença ficou abaixo dos 30 cm adotados como elevação máxima permitida, mesmo com a simulação de execução de aterros nas áreas de expansão que estão previstas nos planos diretores dos municípios e que se encontram dentro das zonas de ocupação restrita.

A Figura 39 à Figura 41 apresenta o zoneamento do Baixo, Médio e Alto Sinos de forma a ilustrar os resultados obtidos.

Os produtos efetivamente aplicáveis como ferramentas de gestão são apresentados em anexo, em formato condizente ao produto (formato A1) e em escala apropriada (1:10.000). Fazem parte da entrega deste produto, o Geodatabase (.gdb) com o zoneamento em formato digital vetorizado e editável.

Cabe destacar que o zoneamento do Baixo Sinos, especialmente na região entre a BR-448 e a BR-116 foi realizado com base, não só nas simulações que delimitam as zonas inundáveis, mas também no ordenamento e uso do solo atual e pretendido futuramente. Nesta região, a aplicação da Metodologia descrita para definição da Zona de Passagem de Cheias indica que:

- a Zona de Passagem de Cheia atingiria algumas áreas a leste da ferrovia (entre a ferrovia e a BR-116);
- a Zona de Passagem de Cheia não abrangeria áreas a oeste da ferrovia (entre a ferrovia e a BR-448).

Porém, hidraulicamente, tal resultado é aparentemente contra intuitivo dado que a área inundada se encontra mais afastada da calha do rio.

Tal incoerência está atrelada provavelmente à topografia plana da região e a imprecisão do modelo digital do terreno.

Além disso, os Planos Diretores de Esteio e Canoas preveem situação diametralmente oposta, ao levarem em consideração que as áreas mais próximas à BR-116 são justamente as que estão expostas a maior pressão para urbanização.

De forma a corrigir tal distorção hidráulica dos resultados:

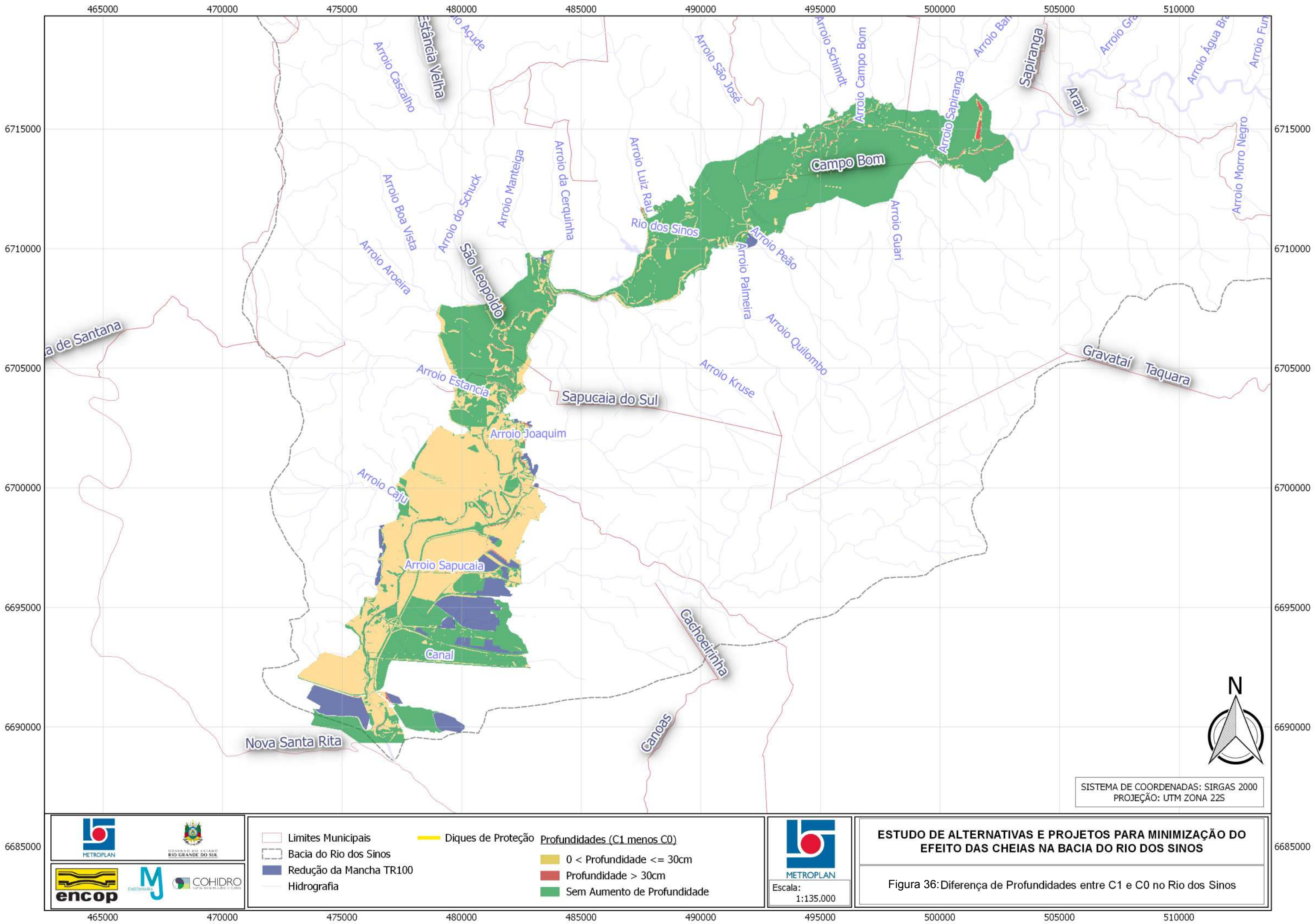
- é prevista **possível** expansão urbana **de forma restrita** nas áreas a leste da ferrovia (entre a ferrovia e a BR-116);
- mas não é proposto parcelamento do solo nas áreas a oeste da ferrovia (entre a ferrovia e a BR-448).

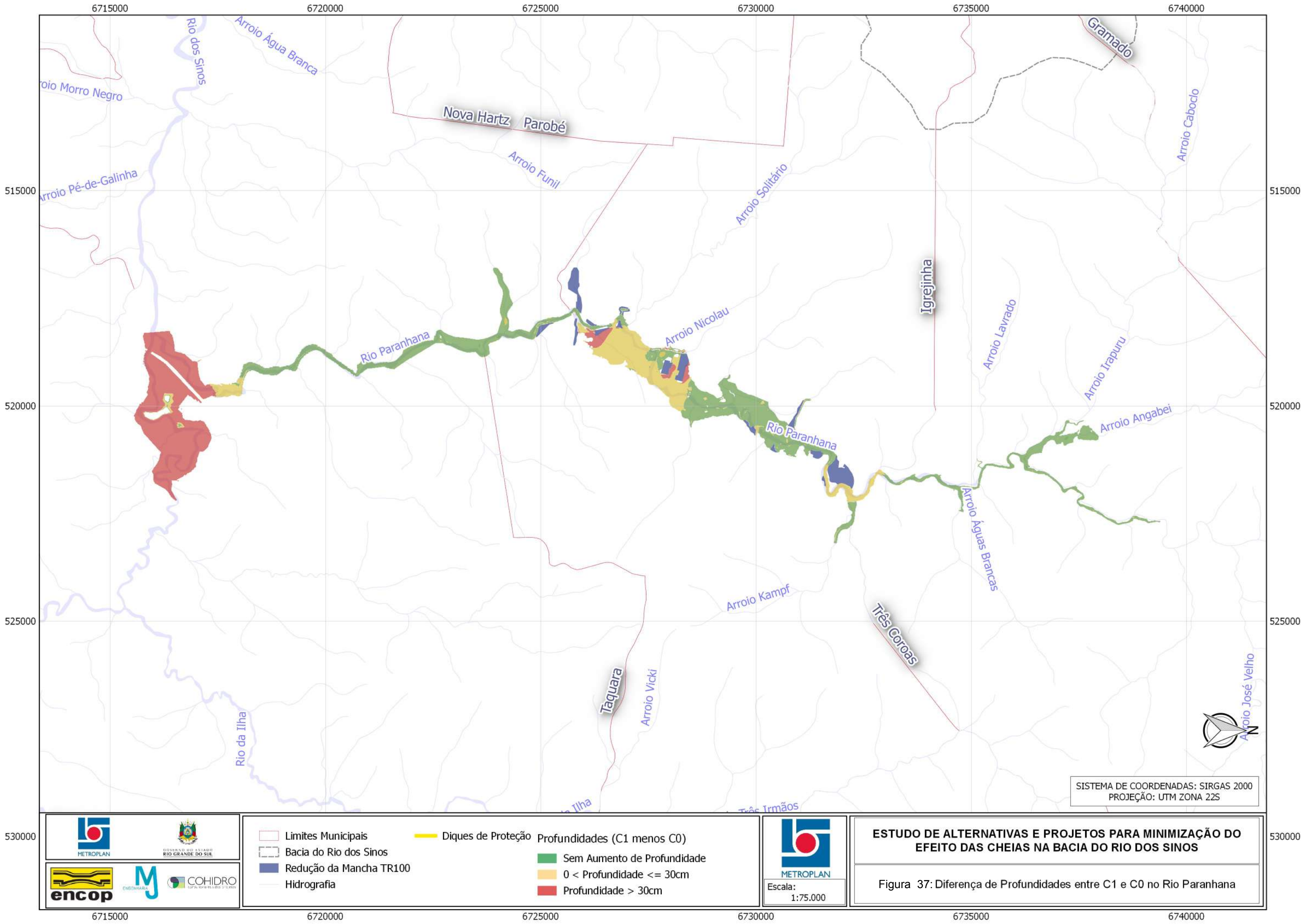
Buscando avaliar as condições previstas nos Planos Diretores, foram efetuadas novas simulações. A região entre a ferrovia e a BR-448 foi simulada como área de armazenamento de excessos da cheia de **TR 100**, de forma a não criar impactos maiores a áreas a montante dessa região com um eventual aumento na constrição da passagem da cheia.

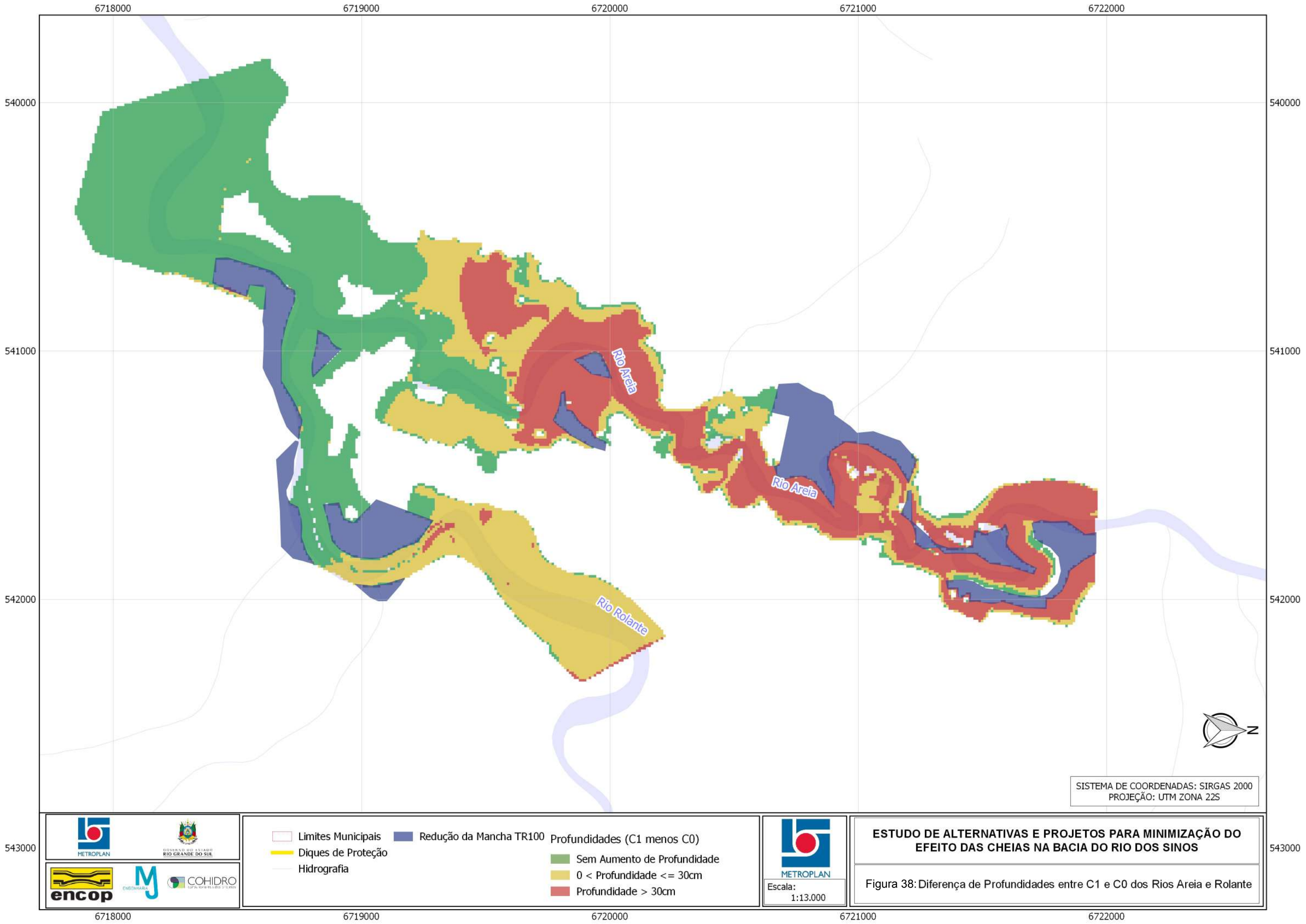
Estas áreas de amortecimento de cheia foram incorporadas à zona de passagem de cheias, impedindo assim sua ocupação.

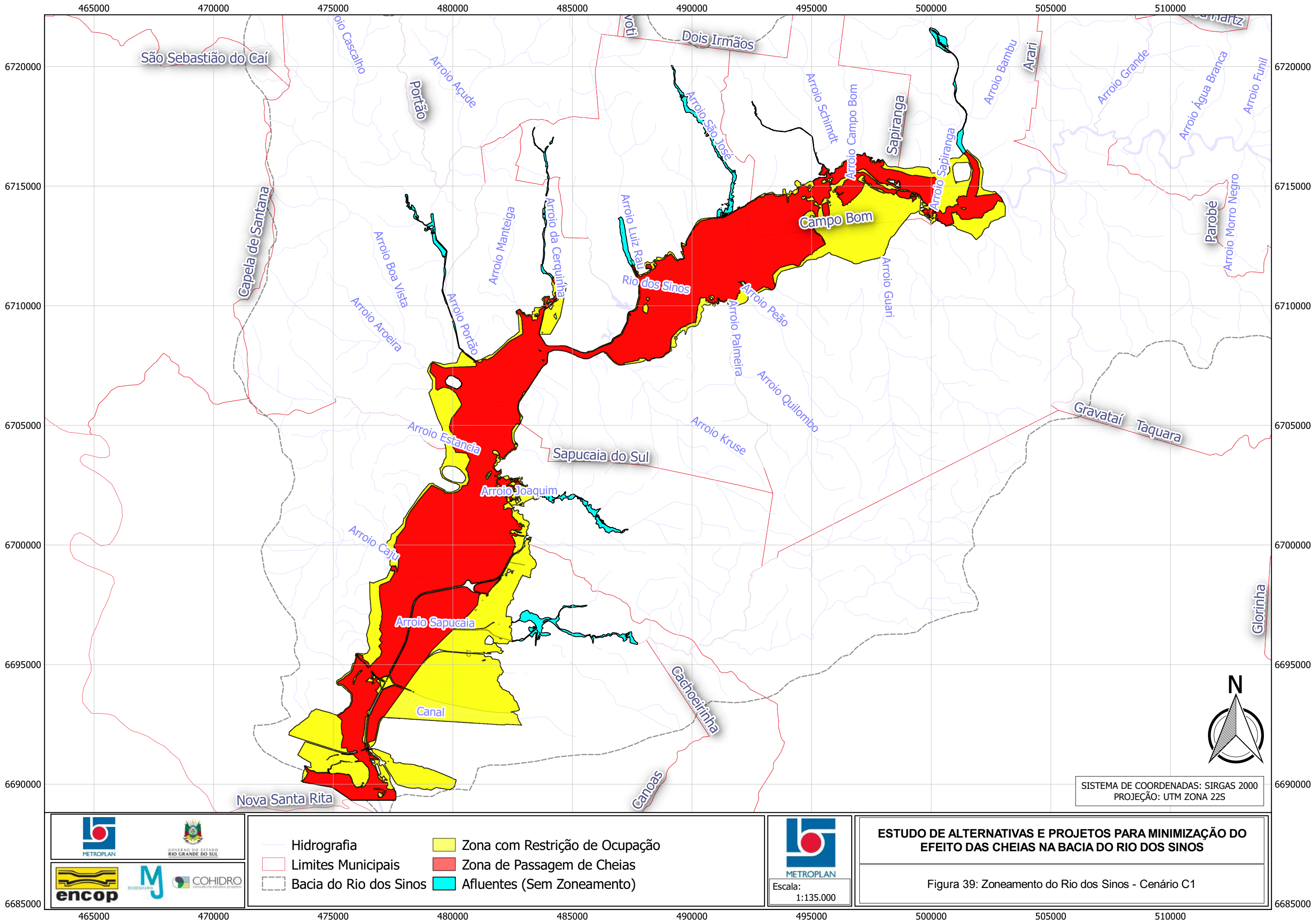
Desta forma, verificou-se que é possível permitir ocupação de forma restrita a leste da ferrovia até a BR-116.

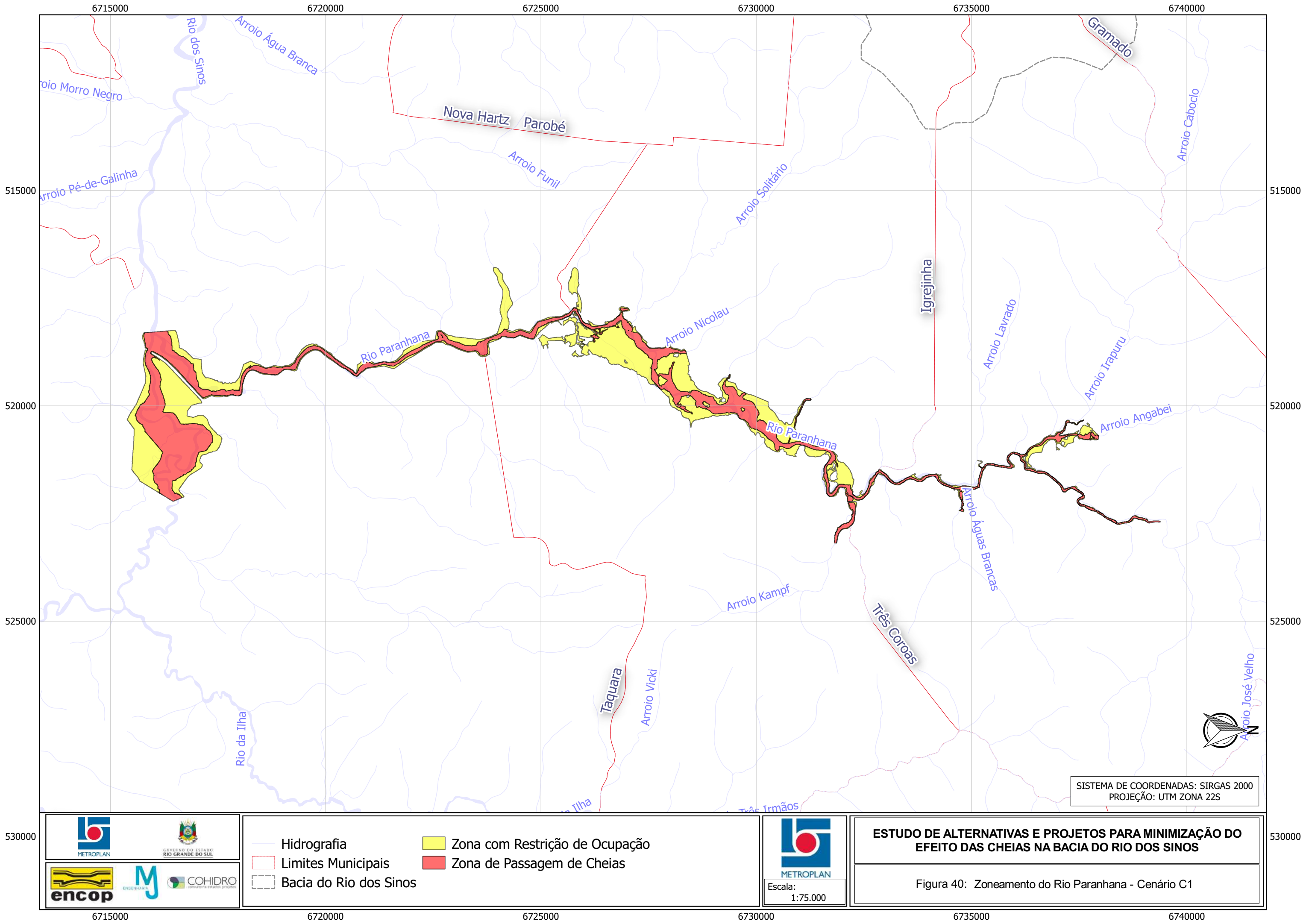
O **Cenário 2** avalia a possível ocupação dessa região através da implementação de pôlderes permitindo que se ocupe com segurança tais áreas, avaliando a magnitude dos impactos a montante.

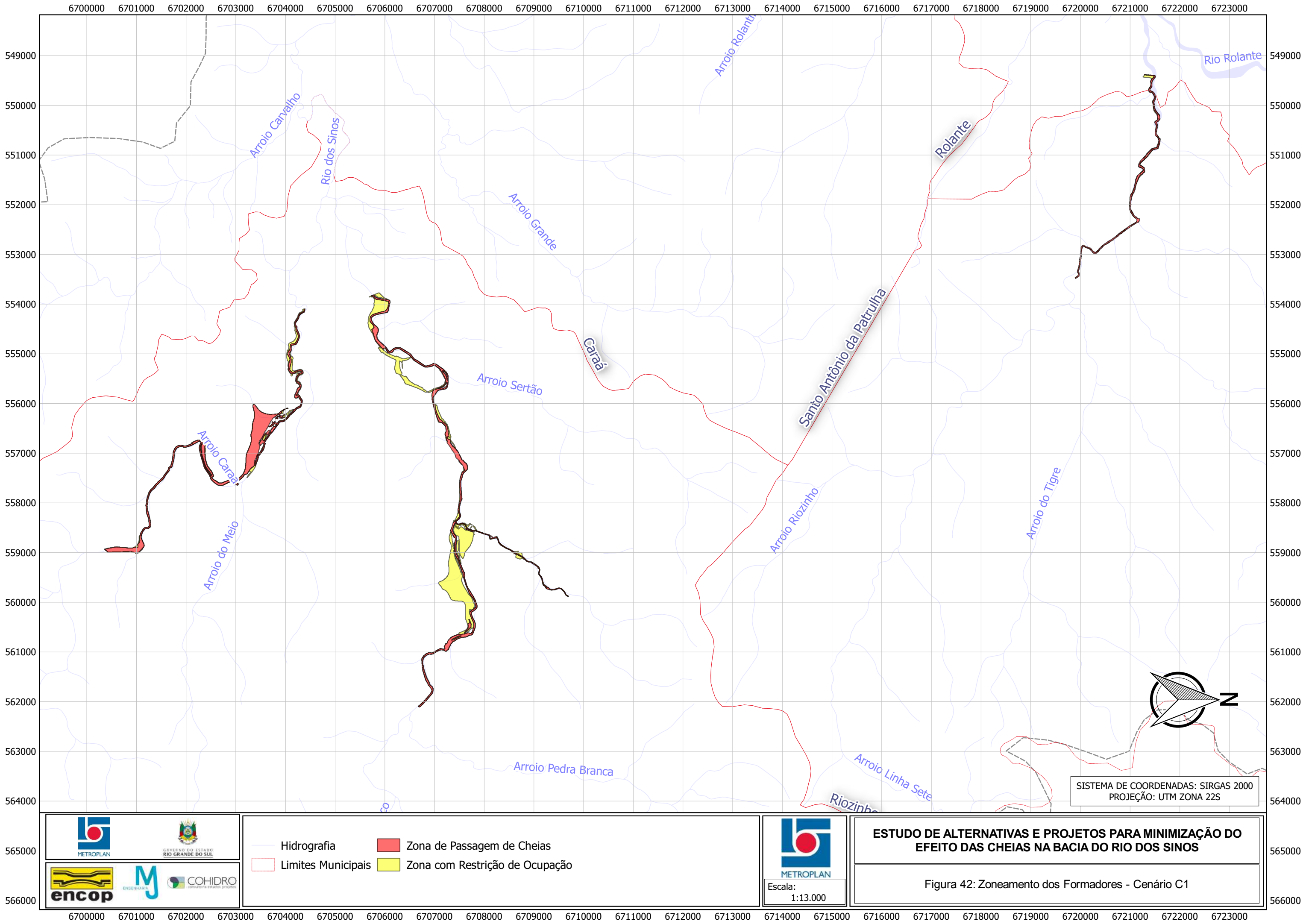












3.7.7 Orçamentos das Intervenções - Cenário 1

✓ Zoneamento, Desapropriação e Revitalização das Áreas Desapropriadas no Cenário 1

Para a avaliação imobiliária é necessário considerar alguns fatores essenciais no desenvolvimento do trabalho: o objetivo da avaliação (se aluguel, se compra, se penhor); os informes sobre o imóvel avaliado (estado de manutenção, acessibilidade, localização); os informes do mercado (vocação da área do entorno, negócios conjugados ou independentes) e o tratamento científico aplicado a esses informes (linhas balizadores e variáveis).

Desta forma   necessário adequar a metodologia de trabalho, indicada no Termo de Referência,   melhor finalidade que será dada ao objeto avaliado; contemplando fatores essenciais como segurança, investimento; assim como, estratégia de negócio ou reserva de  rea.

São diversos os interesses do cidadão que envolve a comercializa o de um imóvel, porém o objetivo da aquisi o   mais pontual.

A Engenharia de Avalia es   uma análise multicritério que reúne um conjunto de conhecimentos na área da Engenharia, Arquitetura, além de outras áreas das ciências sociais e exatas, como objetivo determinar tecnicamente o valor de um bem, contemplando, além de fatores da edifica o, o comportamento no mercado no qual está inserido.

Este estudo   definido pela ABNT NBR 14653-1:2001 como uma análise técnica, realizada por engenheiro de avalia es, 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 utiliza o econ mica para determinada finalidade, situa o e data.

O mercado   formado por três componentes: os bens levados a mercado, as partes desejosas em vendê-los e as partes interessadas em adquiri-los. Quando se tratam de bens imóveis, esses três componentes formam o mercado imobiliário (DANTAS, 2005).

• Metodologia

O **Cenário 1** foi desenvolvido, tendo como base o Método comparativo direto de dados de mercado.   o método mais utilizado na avalia o de imóveis urbanos (THOFEHRN, 2010). Inicia com a coleta de dados de mercado sobre determinado bem, que possua características semelhantes com o bem que está sendo avaliado - contemplando fatores do próprio imóvel como também da região onde está localizado, preferencialmente.

A compara o traz consigo a necessidade da explora o do seu objeto, assim como dos demais. Em termos imobiliários não basta apenas a simples compara o da metragem da testada (frente do terreno para o logradouro), nem somente do padrão construtivo, nem somente da acessibilidade, nem somente do ponto comercial. Avalia o   composi o. Comparam-se os fatores disponíveis de maior relevância para o estudo que está sendo proposto.

No caso específico a tomada de dados do mercado fica um pouco prejudicada, vez que o imóvel que está sendo avaliado não pode, ao menos não deveria ser, objeto latente de observa o. Não há como avaliar com afinco a situa o de cada um dos imóveis das áreas afetadas dentro do próprio município em termos de sua regulariza o junto   Secretaria específica, nem mesmo junto ao Cartório de Imóveis - para averigua o da área legalmente edificada.

Nos estabelecimentos comerciais há outra restrição que tem de ser considerada, pois um dos fatores que estabelecem o valor do bem é o comprovante de Imposto de Renda daquele estabelecimento. Trata-se de considerar os últimos cinco anos de Declaração ao IR como um dos fatores para determinar o valor daquele ponto comercial.

Os demais itens como: ponto, mercado, e afins são objetivados através do valor que consta na Declaração do IR; nesta linha, a avaliação dos estabelecimentos comerciais está intimamente relacionada à sua formalização do negócio junto ao Governo. Não há como garantir que esses estabelecimentos estejam declarados e, menos ainda, revestidos de toda a formalidade exigida na lei.

Ainda dentro dos aspectos comerciais costuma-se observar comparativamente o tipo de negócio objeto do estudo, com outros negócios associados do tipo: bairros antigos tem propensão maior ao estabelecimento de farmácia e ferragens.

A simples substituição do local de trabalho poderia mudar radicalmente a sustentabilidade daquela família, que pode ter feito alguns investimentos de maior complexidade (bacharelado em farmácia). Esta parcela não tem como ser quantificada.

Expressivo é o ponto comercial para a família (tanto do empregador, como do empregado), geralmente representa a única forma de sustento. Há uma diversidade de ações na linha de geração de trabalho e renda, mas nem sempre com aplicabilidade muito além do fornecimento de estímulos ao não-trabalho.

Observa-se de forma bastante serena que os Planos Diretores das cidades que compõem a área de estudo possuem diferenças entre a ocupação e o uso do solo. Nesta linha não há como afirmar que um terreno com determinada dimensão servirá para a criação de um conjunto habitacional de forma igual para todos os municípios - o que interfere no valor de mercado deste terreno.

Observou-se também que os terrenos com maiores áreas podem apresentar um valor mais reduzido, se comparada a metragem quadrada, ou mesmo a testada (frente do terreno para o logradouro) aos terrenos pequenos.

Esta teoria não garante aplicabilidade quando o terreno possui dimensões favoráveis à criação de um conjunto habitacional.

A expectativa de geração de lucro através da comercialização destas unidades, após o cumprimento dos aspectos legais de cada município (estudos, licenças, arruamento, etc), sinalizam um maior retorno ao negócio em áreas maiores - independentemente do município.

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 anexo 5.5.

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

- Orçamento de Desapropriação no Zoneamento no Cenário 1**

No Quadro 16 abaixo consta o orçamento da desapropriação da zona de passagem de cheias no **Cenário 1**.

Para a estimativa dos valores dos terrenos e edificações a desapropriar foi utilizado o valor médio levantado nas pesquisas, conforme quadros do anexo 5.5.

Quadro 16 - Orçamento da desapropriação no Zoneamento no Cenário 1

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	14.066	511,38	7.193.115,74	134	85.340,74	11.435.659,04
Canoas	211	597,47	126.066,54	6	89.075,18	534.451,08
Esteio	326	483,49	157.618,03	2	104.598,92	209.197,84
Nova Santa Rita	113.402	261,00	29.597.410,55	237	134.525,94	31.882.647,05
Novo Hamburgo	98.140	497,38	48.813.358,38	216	106.189,46	22.936.924,22
São Leopoldo	33.976	455,84	15.487.735,98	324	103.614,18	33.570.994,02
Sapiranga	8.952	385,97	3.455.214,09	2	121.799,46	243.598,92
Sapucaia do Sul	87.610	479,34	41.994.878,20	170	90.376,89	15.364.072,09
Total - Rio dos Sinos	365.618	-	150.926.428,16	1.119	-	119.101.866,97
MANCHA DO RIO PARANHANA						
Igrejinha	166.317	337,17	56.077.598,70	1.157	75.848,86	87.757.128,96
Parobé	3.142	222,58	699.350,88	36	121.022,79	4.356.820,53
Três Coroas	14.002	211,01	2.954.500,61	100	127.974,23	12.797.423,27
Total - Rio Paranhana	183.461	-	59.731.450,19	1.293	-	104.911.372,75
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
TOTAL GERAL	551.569	-	211.198.019,00	2.444	-	226.582.557,96
Total	R\$ 437.780.576,96					

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- Orçamento das demolições Cenário 1**

No Quadro 17 abaixo consta o orçamento da demolição das áreas a serem desapropriadas no **Cenário 1**.

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 17 - Orçamento da demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário 1

Município	Áreas a Desapropriar			
	Número de Edificações	Demolição (R\$ / Edificação)	Área média da Edificação	Total Demolição (R\$)
MANCHA DO RIO DOS SINOS				
Caraá (Alto Sinos)	28	73,39	80,00	164.393,60
Campo Bom	134	73,39	80,00	786.740,80
Canoas	6	73,39	80,00	35.227,20
Esteio	2	73,39	80,00	11.742,40
Nova Santa Rita	237	73,39	80,00	1.391.474,40
Novo Hamburgo	216	73,39	80,00	1.268.179,20
São Leopoldo	324	73,39	80,00	1.902.268,80
Sapiranga	2	73,39	80,00	11.742,40
Sapuçaia do Sul	170	73,39	80,00	998.104,00
Total - Rio dos Sinos	1.119			6.569.872,80
MANCHA DO RIO PARANHANA				
Igrejinha	1.157	73,39	80,00	6.792.978,40
Parobé	36	73,39	80,00	211.363,20
Taquara	100	73,39	80,00	587.120,00
Três Coroas	1.157	73,39	80,00	6.792.978,40
Total - Rio Paranhana	1.293			7.591.461,60
MANCHA DO ARROIO AREIA/RIO ROLANTE				
Rolante	32	73,39	80,00	187.878,40
Total - Arroio Areia	32			187.878,40
TOTAL GERAL	2.444			14.349.212,80

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• **Orçamento de 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:

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

No Quadro 18 está apresentada a parametrização dos custos.

Quadro 18 - Custos de revitalização de áreas desapropriadas e implantação de parques lineares

Projeto	Custo (R\$)	Área (m²)	Parâmetro (R\$/m²)	Reajustado para 2018
Parque Linear do Programa Socioambiental - PISA / Arroio Cavalhada às 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.

Quadro 19 - Custo Total da Revitalização da Área C1

Área Total (m²)	Custo Unitário (m²)	Valor Total
551.569	52,59	R\$ 29.007.013,71
Projeto Executivo	2,34%	R\$ 678.764,12
Licenciamentos	1,5%	R\$ 435.105,21
Instalação e Canteiro de Obras	1,5%	R\$ 435.105,21
Administração Local da Obra	4,04%	R\$ 1.171.883,35
Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,6%	R\$ 174.042,08
TOTAL		R\$ 31.901.913,68

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Para estimar o custo de implantação do parque linear foi considerado o valor de R\$ 52.59 / m². No cálculo do custo não estão inclusos as ciclovias, iluminação, equipamentos (quadras, etc.) e demolição.

Os serviços orçados nos parques são:

- o Limpeza do terreno e terraplenagem;
- o Microdrenagem;
- o Mobiliários urbanos (bancos, lixeiras, sinalização, etc.);
- o Replante de árvores e vegetais de médio porte;
- o Bacias de retenção;
- o 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 20 a seguir.

Quadro 20 - Custo total do zoneamento, desapropriação e revitalização das áreas no Cenário 1

Item	Descrição	Valor (sem BDI)
1	Zoneamento com desapropriações C1	R\$ 488.409.509,21
1.1	Desapropriações	R\$ 437.780.576,96
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$ 4.377.805,77
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	R\$ 14.349.212,80
1.4	Parque Linear	R\$ 31.901.913,68

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 21 - Custos das Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área - C1

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					R\$ 586.697.890,73
1.1	Desapropriações	R\$ 437.780.576,96		R\$ 522.491.118,61		R\$ 522.491.118,61
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$ 4.377.805,77			R\$ 5.051.112,30	R\$ 5.051.112,30
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	R\$ 14.349.212,80	R\$ 18.397.125,73			R\$ 18.397.125,73
1.4	Parque Linear	R\$ 31.901.913,68	R\$ 39.473.351,66		R\$ 1.285.182,43	R\$ 40.758.534,09
2	Sistema de monitoramento, previsão e alerta					R\$ 320.525,00
2.1	Melhoria da rede de monitoramento*	R\$ 250.000,00	R\$ 320.525,00			R\$ 320.525,00
TOTAL C1		R\$ 488.659.509,21	R\$ 58.191.002,39	R\$ 522.491.118,61	R\$ 6.336.294,73	R\$ 587.018.415,73

*Descrição de tal solução a seguir no capítulo 3.9.

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.8 Cenário de Alternativas 2 (C2)

De uma forma geral, o Cenário C2 propõe, na bacia do Rio dos Sinos, alternativas estruturais que são os **Diques de Proteção Combinados a Sistemas de Bombeamento** e, onde não se constatou a viabilidade técnica de tais obras, optou-se pela solução não-estrutural de **Zoneamento de Áreas Inundáveis** combinada com o uso de **Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta**.

Destaca-se, ainda a proposta de inclusão de um **Sistema de Seguro de Cobertura de Inundações**.

✓ Obras de proteção

As obras de proteção propostas no **Cenário 2** são essencialmente as mesmas em todos os locais de intervenção.

Nas áreas com cotas mais baixas, em que se constatou o risco de inundações através dos estudos hidrodinâmicos das ondas de cheia, propôs-se a criação de polders que são estruturas hidráulicas artificiais de proteção.

O sistema é composto por diques de terra ou muros de concreto, dependendo da disponibilidade de área para a implantação da obra, por reservatórios de acumulação de água e por casas de bombas.

O sistema funciona da seguinte maneira: quando os eventos críticos ocorrem nas áreas ribeirinhas, elevando os níveis d'água na planície de inundação, os diques realizam o isolamento da área protegida, evitando que a água adentre o sistema.

Enquanto isso, o volume escoado dentro dos polders, captado e conduzido pela macrodrenagem local, é armazenado em reservatórios e então lançado através das bombas de volta ao rio após o período de pico da vazão do rio principal. O sistema deve poder funcionar por gravidade durante o restante do tempo, sem que seja acionado o sistema de bombas.

✓ Zoneamento

A solução composta pelas diferentes intervenções propostas no **Cenário 2** prevê não só as intervenções estruturantes, mas também mantém o ordenamento do uso do solo, através da proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis onde são definidas duas formas de uso, conforme já definido no **Cenário 1**:

- Áreas com possível urbanização - correspondendo a Zona com Restrições de Ocupação, onde serão estabelecidas condições para o uso destas áreas, conforme proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis;
- Áreas com uso compatível com inundações - correspondendo a Zona de Passagem de Cheia, com função de amortecer inundações causadas pela ocupação das áreas urbanizáveis.

Há uma região no município de Campo Bom, na margem direita do Rio dos Sinos, ao atravessar a Av. Presidente Vargas no sentido Norte Sul que é impactada por eventos mais extremos.

Mesmo no **Cenário 2**, onde se procura proteger as áreas consolidadas com intervenções estruturais, não se propôs sistema de proteção estrutural nessa região, uma vez que a área ocupada se encontra numa região da planície de inundação entre meandros e que qualquer intervenção estrutural implicaria no ilhamento da região.

Tal estrutural implicaria em mudanças significativas da dinâmica/regime do escoamento da planície de inundação na região. Além disso, o próprio Plano Diretor do município indica que tal área é Área de Preservação Permanente (APP).

Portanto, em consonância com o Plano Diretor e com as premissas adotadas nesse trabalho, de diminuir as externalidades e influências no regime de escoamento do rio, mantém-se a opção por zoneamento na região o que implica na desapropriação de algumas edificações e a continua convivência com cheias em eventos mais extremos de outras edificações.

A Figura 43 apresenta o Plano Diretor de Campo Bom, atualizado em Dezembro de 2017, em que não consta zona ocupada na região em discussão e a Figura 44 apresenta o a área atingida pelo evento de **TR 100** .

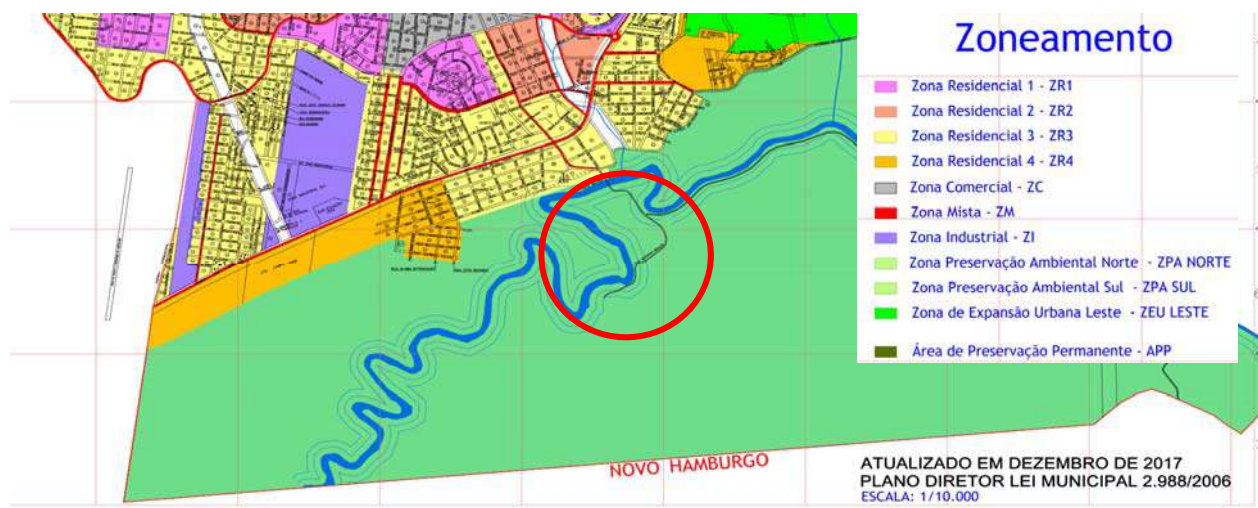


Figura 43 - Plano Diretor do município de Campo Bom
Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Campo Bom, 2017



Figura 44 - Área atingida por evento de **TR 100** no município de Campo Bom
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.8.1 Baixo Sinos - Cenário C2-BS (A, B e C)

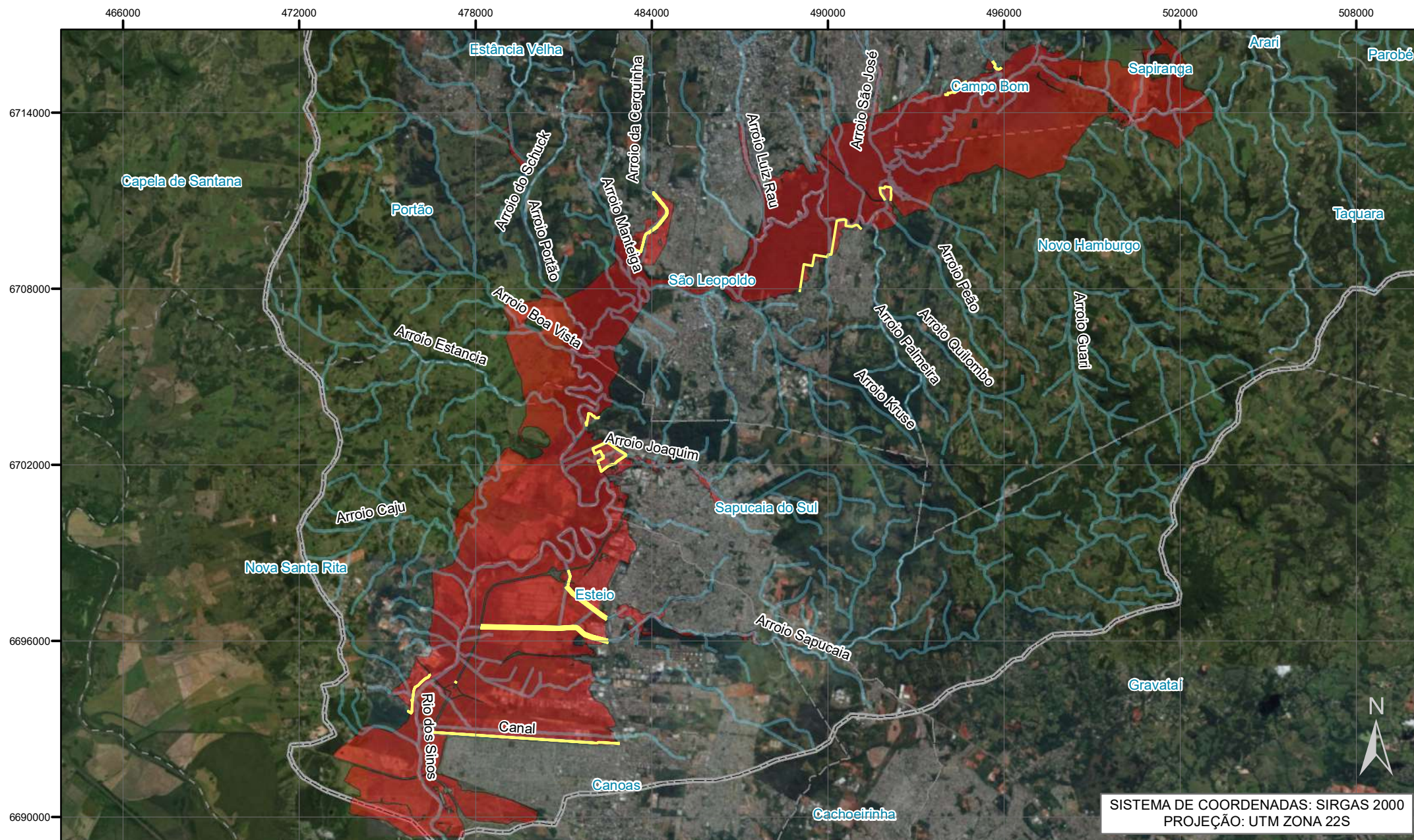
Para diminuir a exposição da população ao risco de cheias, propôs-se diques de proteção nas seguintes regiões do Baixo Sinos no Cenário C2-BS:

- Melhoria do canal secundário do Rio dos Sinos junto à BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo e elevação dos diques existentes no local.
- Proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos em Canoas e Esteio. Foram dadas três soluções estruturais distintas para tal região, dada a criticidade dos eventos e a expectativa e conflito da sociedade para a definição dos futuros usos de tal área:
 - o **Alternativa A:** Criação de um polder, na região limitada a oeste pela BR-448 e a leste pela BR-116, a Norte pela BR-448 no município de Esteio e a Sul pelo Bairro Mathias Velho. É proposta a readaptação da BR-448 para que funcione como um dique, com diques internos nos arroios Sapucaia e Esteio, trabalhando em conjunto com casas de bombas internas ao polder.
 - o **Alternativa B:** Criação de um polder, na região protegendo apenas as regiões já ocupadas, limitada a oeste pela expansão urbana existente e a leste pela BR-116, a Norte pela BR-448 e a Sul pela BR-386.
 - o **Alternativa C:** Criação de um polder, com área de expansão inferior à alternativa A, limitado a oeste pela ferrovia e a leste pela BR-116, a Norte pela BR-448 no município de Esteio e a Sul pelo Bairro Mathias Velho.
- Proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem direita, próximo à foz no município de Nova Santa Rita.
- Proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda, próximas à foz do Arroio José Joaquim no município de Sapucaia do Sul.
- No município de São Leopoldo a elevação dos diques existentes nas margens esquerda e direita do arroio Cerquinha.
- No município de Campo Bom a criação de um dique de proteção contra as cheias do Rio dos Sinos na foz do Arroio Schmidt e outro no Bairro N.
- No município de São Leopoldo no bairro Feitoria, próximo à divisa com Novo Hamburgo é proposta a criação de um dique de proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda.
- No município de Novo Hamburgo no bairro Lomba Grande, próximo à divisa com São Leopoldo é proposta a criação de um dique de proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda.

As inundações nos arroios Luiz Rau (Novo Hamburgo), Schmidt (Campo Bom) e Sapiranga não são causadas por remanso do Rio dos Sinos; sendo assim, está-se propondo apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais, estabelecendo que devem ser avaliadas alternativas que incluem **limpeza e/ou dragagem de canal (visando melhorar as condições de escoamento nos cursos d'água), melhoria de travessias, tais como pontes e pontilhões (buscando reduzir as possibilidades de restrições localizadas ao escoamento)** e zoneamento de áreas inundáveis (para regular a ocupação do solo, visando estabelecer usos compatíveis com os riscos de inundação de cada área).

A Figura 45, a Figura 46 e Figura 47 apresentam os resultados das inundações com um **TR 100**, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias e os diques propostos para proteção das populações já consolidadas e eventuais áreas de expansão anexas.

Onde não foram propostas soluções estruturais, manteve-se a solução não-estrutural de **Zoneamento de Áreas Inundáveis** combinada com o uso de **Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta**

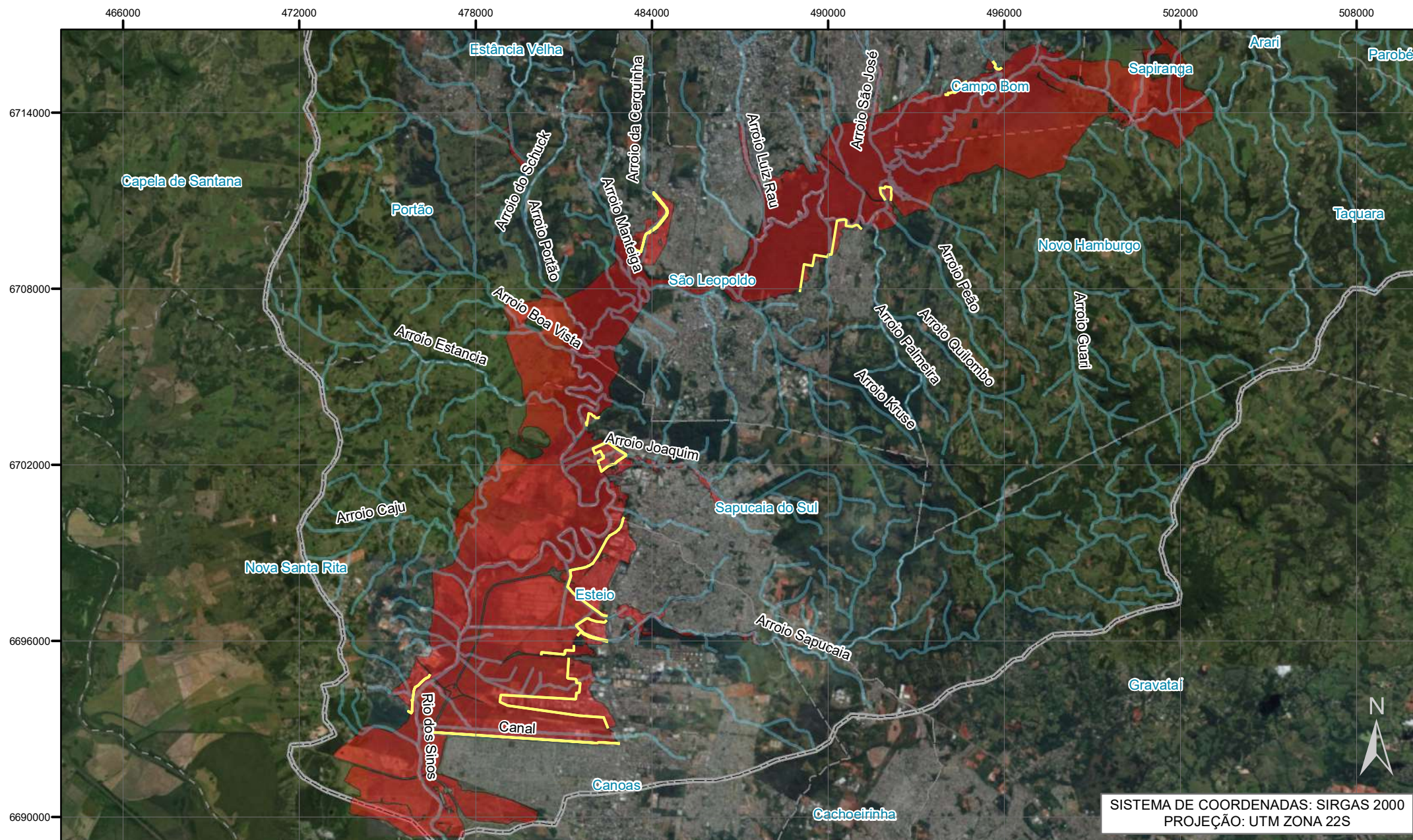


Legenda

- Diques C2-A
- Hidrografia
- Mancha TR100 - Cenário 0
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos

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

Figura 45: Baixo Sinos - Mancha TR100 (C0) e localização dos eixos dos diques propostos no Cenário 2A



SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000
PROJEÇÃO: UTM ZONA 22S



Legenda

- Diques C2-B
- Hidrografia
- Mancha TR100 - Cenário 0
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos



1:170,000

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

Figura 46: Baixo Sinos - Mancha TR100 (C0) e localização dos eixos dos diques propostos no Cenário 2B

3.8.2 Médio Sinos - Cenário C2-MS (A e B)

As soluções propostas no Cenário C2-MS são a implantação de diques, onde se constatou que não causariam externalidades nem a montante nem a jusante, combinado ao Zoneamento de Áreas Inundáveis onde não foi indicado o uso das estruturas.

Soma-se a proposta do **Cenário 2**, o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta, conforme o **Cenário 1**.

Devido à criticidade dos impactos dos eventos com maior tempo de retorno na região de Igrejinha causados pelo Rio Paranhana, são propostos dois cenários de alternativas com diferentes obras.

- Cenário C2-MS-A: opta por utilizar menos diques, mantendo principalmente na margem direita o zoneamento e protegendo estruturalmente a margem esquerda.
- Cenário C2-MS-B: é mais extensivo estruturalmente, realizando a proteção com diques de terra e muros de concreto em praticamente todas as áreas expostas ao risco de cheias.

As seguintes alternativas foram estudadas:

- Proteção de áreas inundáveis por dique ao norte do município de Três Coroas na confluência do Arroio Angabei com o Rio Paranhana nas margens direita do Paranhana e esquerda do Angabei. Localizados ao Sul do bairro Sander
- Proteção de áreas inundáveis pelo rio Paranhana no município de Igrejinha, sendo desenvolvidas duas alternativas:
 - o **Alternativa A:** Dique ao Norte do município de Igrejinha, apenas na margem esquerda do Rio Paranhana. Localizado à Oeste do Bairro Moinho. Complementado também por dique ao centro do município de Igrejinha **na margem esquerda**, mais a jusante do dique anteriormente citado, protege o Centro do município e o bairro 15 de Novembro.
 - o **Alternativa B:** Diques de terra e muros de concreto em ambas as margens do Rio Paranhana em Igrejinha.

A Figura 48 apresenta os resultados das inundações com um **TR 100**, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias e os diques propostos para proteção das populações já consolidadas e eventuais áreas de expansão anexas.

Nos afluentes, as inundações são causadas por incapacidade de escoamento dos tributários, e não por remanso do rio Paranhana. Conforme definição anterior, nestes casos devem ser propostas, apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais, estabelecendo que devam ser avaliadas alternativas que incluem **limpeza e/ou dragagem de canal (visando melhorar as condições de escoamento nos cursos d'água), melhoria de travessias, tais como pontes e pontilhões (buscando reduzir as possibilidades de restrições localizadas ao escoamento)** e zoneamento de áreas inundáveis (para regular a ocupação do solo, visando estabelecer usos compatíveis com os riscos de inundação de cada área).

Onde possível, os estudos dos Planos Municipais deverão avaliar a possibilidade de utilizar **reservatórios de detenção (on-line ou off-line)**.

6738000

6732000

6726000

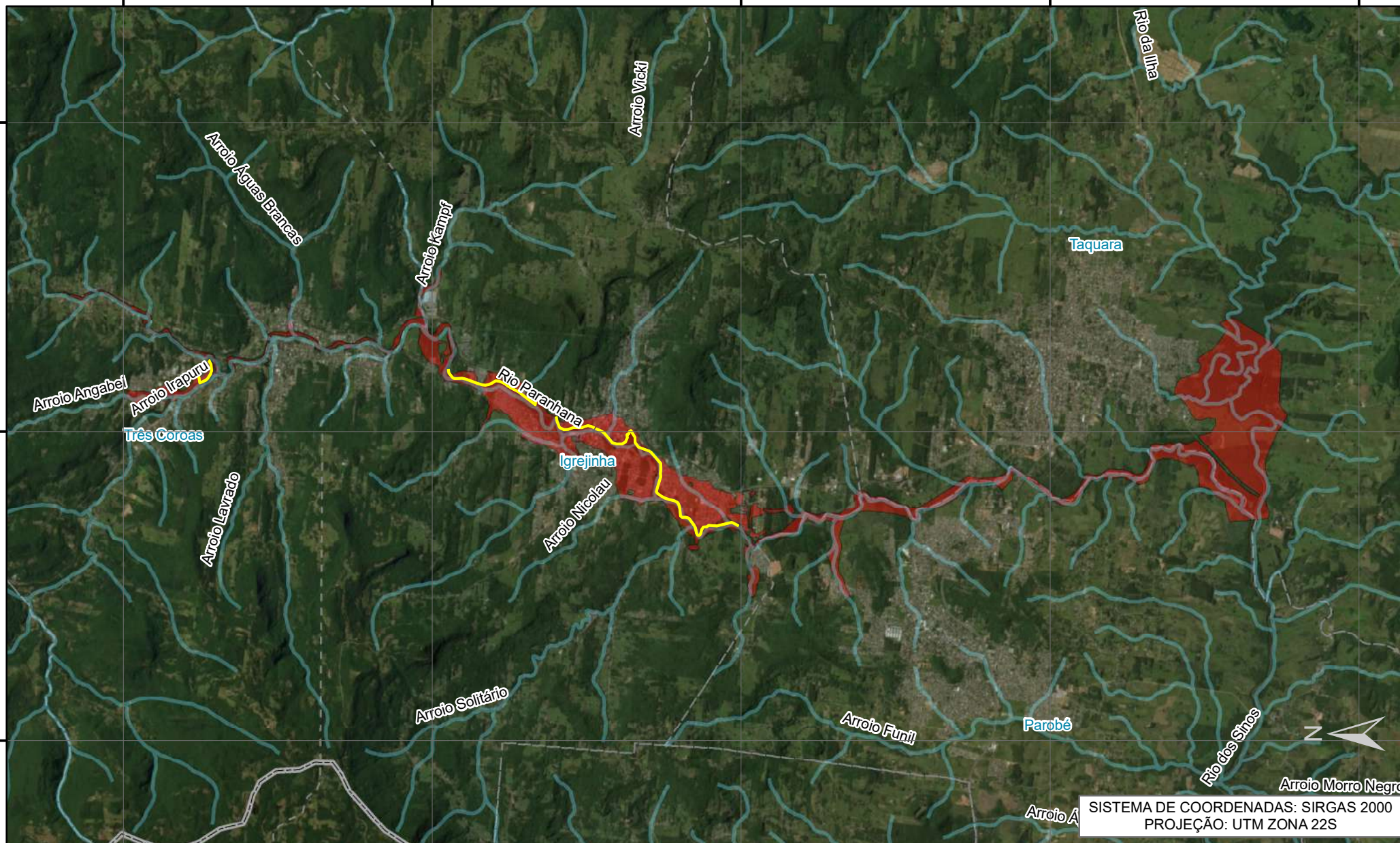
6720000

6714000

526000

520000

514000

**Legenda**

- Diques Propostos
- Hidrografia
- Mancha TR100 - Cenário 0
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos



1:100,000

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

Figura 48: Paranhana - Mancha TR100 (C0) e localização dos eixos
dos diques propostos no Cenário 2A

6738000

6732000

6726000

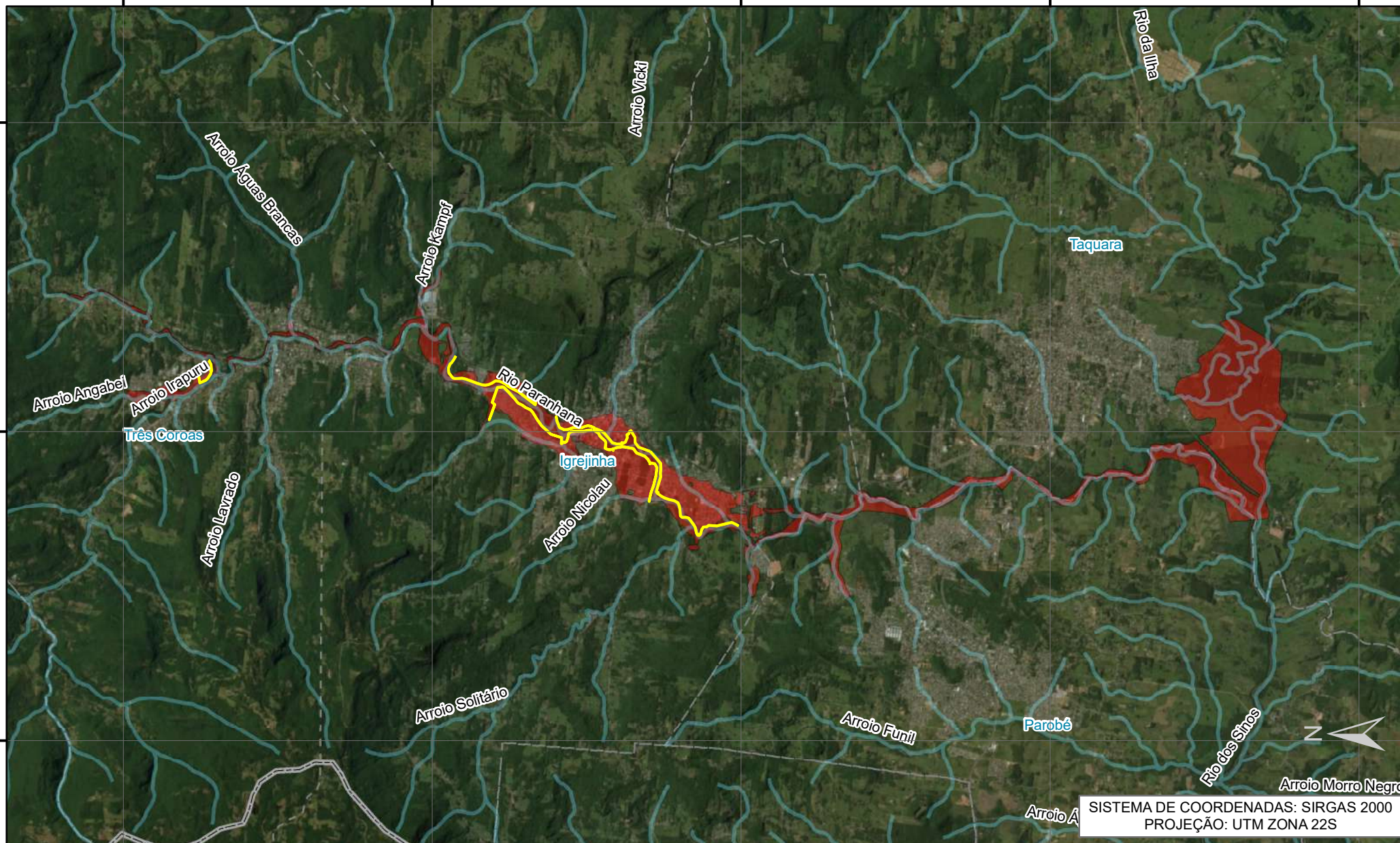
6720000

6714000

526000

520000

514000

**Legenda**

- Diques Propostos
- Hidrografia
- Mancha TR100 - Cenário 0
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos



1:100,000

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

Figura 49: Paranhana - Mancha TR100 (C0) e localização dos eixos
dos diques propostos no Cenário 2B

3.8.3 Alto Sinos - Cenário C2-AS

As inundações ocorrem, principalmente, no arroio da Areia (formador do rio Rolante). As soluções propostas no Cenário C2 são a implantação de diques de proteção, onde se constatou que não causariam externalidades nem a montante nem a jusante, combinado ao Zoneamento de Áreas Inundáveis.

Além de tais soluções, se contará com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta para a mitigação dos efeitos às populações que permanecerão em áreas de risco.

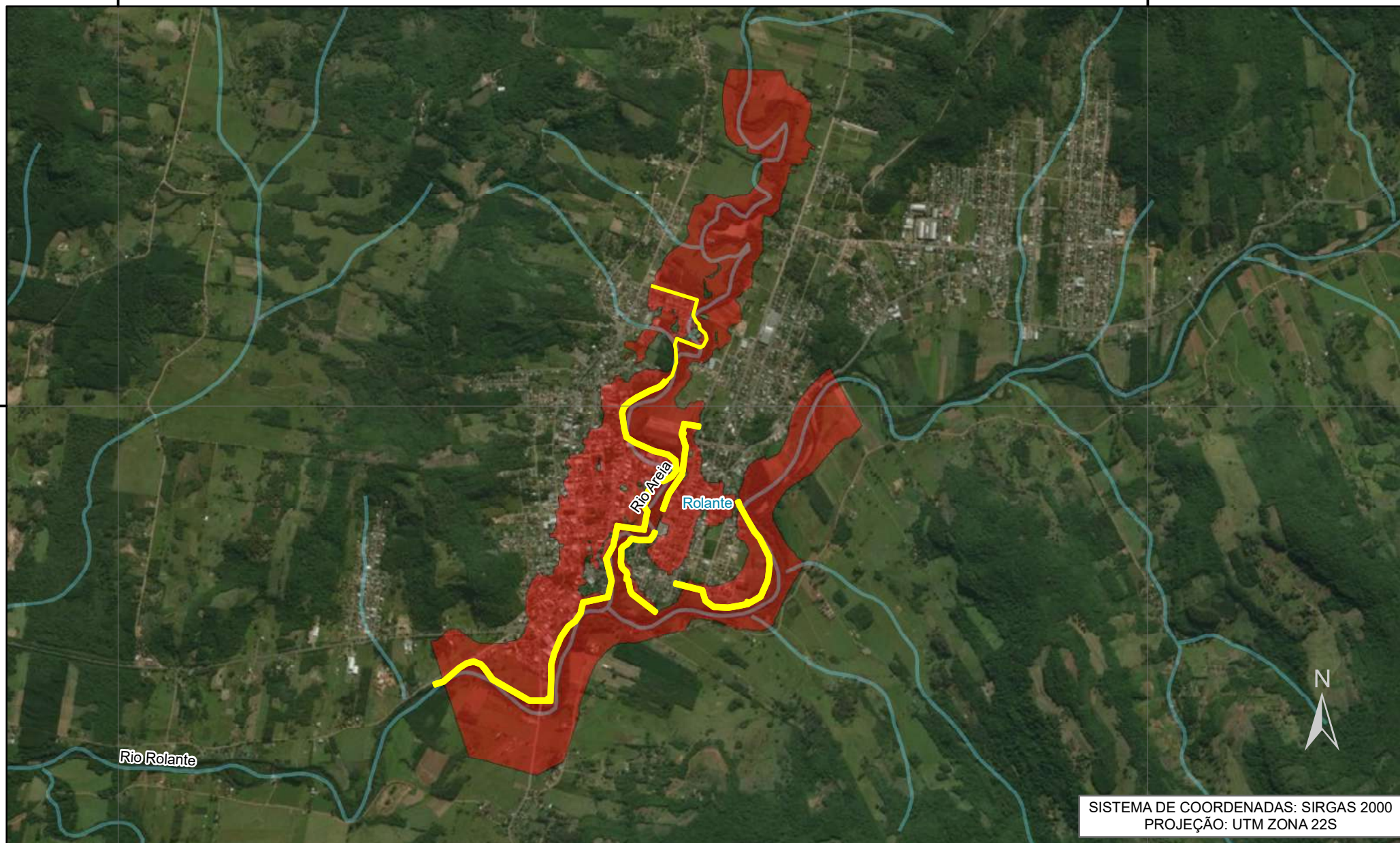
A Figura 50 apresenta os resultados das inundações com um **TR 100**, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias e os diques propostos para proteção das populações já consolidadas e eventuais áreas de expansão anexas.

Nos demais afluentes do Alto Sinos, é efetuada a recomendação para limpeza/dragagem de canal e melhoria de travessias (pontes, pontilhões).

538000

544000

6720000



Legenda

- Diques Propostos
- Hidrografia
- Mancha TR100 - Cenário 0
- Limites Municipais
- Bacia do Sinos



1:30,000

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

Figura 50: Rolante - Mancha TR100 (C0) e localização dos eixos dos diques propostos no Cenário 2

3.8.4 Resumo

O Quadro 22 resume as soluções propostas na Alternativa C2 para o Baixo, Médio e Alto Sinos (Cenário C2-BS/MS/AS).

Quadro 22 - Alternativas estrutural e não-estrutural para o cenário C2

SOLUÇÃO	DESCRIÇÃO
Diques de proteção com sistemas de bombeamento	Implantação de diques de proteção combinados a sistemas de bombeamento em diversas regiões da bacia para a diminuição da vulnerabilidade das populações expostas ao risco de cheias.
Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta	Manutenção do que já existe e melhorias da rede de monitoramento
Zoneamento	Zona de Passagem de Cheias - Usos compatíveis com inundação (parques, esportes, estacionamento). - Se necessário e quando possível: relocação/reassentamento de ocupações irregulares
	Zona de Uso Restrito - Se necessário e quando possível: Relocação ou adaptação de prédios públicos
	Zona de Baixo Risco - podem ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações
Seguros de Cobertura de Inundações	Sugestões do modelo de seguros de cobertura de enchentes de acordo com o contexto geopolítico da região.

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Os subcapítulos a seguir consolidam os produtos das intervenções estruturais e não-estruturais.

Cabe destacar, que diferentemente do **Cenário 1**, o Zoneamento do **Cenário 2**, passa a contar com Zonas de Baixo Risco que antes eram consideradas Zonas de Ocupação Restrita ou até mesmo Zona de Passagem de Cheias devido à implantação dos diques de proteção.

Portanto, a solução do Zoneamento de Áreas Inundáveis se altera às condições de tal cenário.

Assim como no **Cenário 1**, na alternativa referente ao zoneamento se aplicam as metodologias propostas para a delimitação de cada área, sendo indicados os possíveis usos e formas de ocupação e são apresentados os mapas com os resultados obtidos.

3.8.5 Propostas das Intervenções Estruturais Baixo Sinos - Cenário 2

São analisadas e propostas intervenções estruturais na bacia em diferentes locais. As intervenções na região do Baixo Sinos são descritas abaixo por área de intervenção.

- Canal secundário do Rio dos Sinos junto à BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo e elevação dos diques existentes.
- Áreas inundáveis a leste da BR-448 nos municípios de Canoas e Esteio (alternativas A, B e C conforme já mencionado).
- Áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem direita, próximo à foz no município de Nova Santa Rita.
- Áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda, próximas à foz do Arroio José Joaquim no município de Sapucaia do Sul.
- Áreas inundáveis pelo remanso do Sinos no Arroio Cerquinha no município de São Leopoldo.
- Áreas inundáveis pela cheia do Sinos no município de Novo Hamburgo na margem esquerda.
- Áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda no município de São Leopoldo no Bairro Feitoria.
- Áreas inundáveis pela cheia do Sinos na foz do Arroio Schmidt no município de Campo Bom.
- Áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem direita do Sinos no município de Campo Bom no Bairro N.

A intervenção no leito do Rio dos Sinos, junto à BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo, visa aumentar a condutância do canal fluvial secundário ali existente, com isto minimizando as cheias deste ponto para montante.

Em adição, propõe-se elevar o grau de segurança das estruturas existentes com a elevação dos diques da região.

Por sua vez, as intervenções a jusante, nos municípios de Canoas e Esteio, visam à proteção das áreas inundáveis a leste da rodovia BR-448.

A alternativa A, mais extensiva, utiliza o maciço da BR-448, adaptado para a proteção interna da região, bem como o aumento da condutância e da capacidade de laminação de cheias dos arroios Esteio, Sapucaia e da própria vala de drenagem lateral a BR-448.

Já a alternativa B menos extensiva, protege apenas as regiões já ocupadas da área, não permitindo a expansão urbana da região, apenas mitigando os prejuízos existentes.

A alternativa C, é intermediária às alternativas A e B e permite a expansão urbana limitada ao eixo da ferrovia que cruza de norte a sul a região, mantendo ainda, uma área interna à BR-448 e a oeste da ferrovia, desocupada, incorporada à Zona de Passagem de Cheias.

Em Nova Santa Rita, observou-se no cenário tendencial impactos consideráveis com tempos de retorno menores (5 e 10 anos), portanto, propõe-se a proteção por dique único a jusante da BR-386 na margem direita do Rio dos Sinos. O sistema é complementado por sistema de bombeamento.

No município de Sapucaia do Sul há uma proposta de implantação de diques para a proteção das cheias do Sinos próximos à foz do Arroio José Joaquim e em região mais a montante combinados com sistemas de bombeamento. As soluções propostas se encontram a oeste do município.

Já as intervenções no Arroio Cerquinha são propostas visando de forma integrada, mitigar os efeitos causados pelo remanso do Rio dos Sinos, assim como, das inundações do próprio arroio. Já existe um dique nas margens direita e esquerda que deverão ser ampliados. A casa de bombas existente na margem direita permanece inalterada.

Na margem esquerda do Rio dos Sinos a montante do estrangulamento em São Leopoldo sob a BR-116, ainda na planície de inundação foram propostos dois diques um em Novo Hamburgo e outro em São Leopoldo no bairro Feitoria.

Ambos se localizam próximos à divisa dos dois municípios. As soluções propostas são também diques e sistemas de bombeamento nos dois casos.

Por fim, no caso das intervenções em Campo Bom no Rio dos Sinos junto à foz do Arroio Schmidt e no Bairro N, são previstas as implantações de dois diques em cada área, compostos por sistemas de bombeamento visando mitigar os efeitos apenas da cheia do Rio dos Sinos. As intervenções propostas se encontram ao Sul do município.

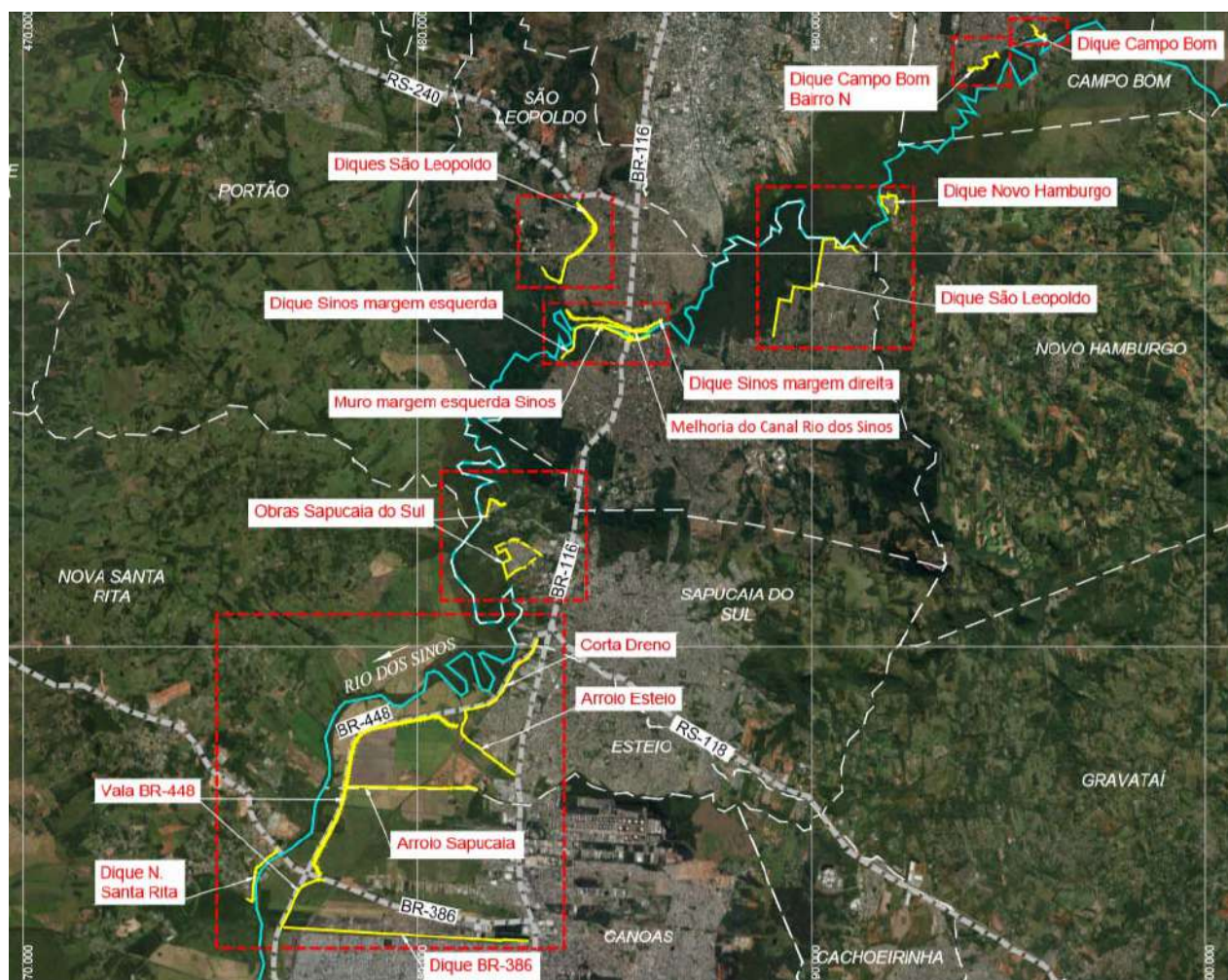


Figura 51 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Baixo Sinos - C2-BS-A
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Todas as intervenções propostas, cuja análise, seções-tipo, quantitativos e métodos construtivos são apresentados a seguir, têm a sua localização indicada na Figura 51 acima, Alternativa A, e nas Figura 52 e Figura 53, a seguir as Alternativas B e C respectivamente.

As sondagens utilizadas para a análise geotécnica das intervenções próximas à BR-116 encontram-se no anexo 5.3.4.

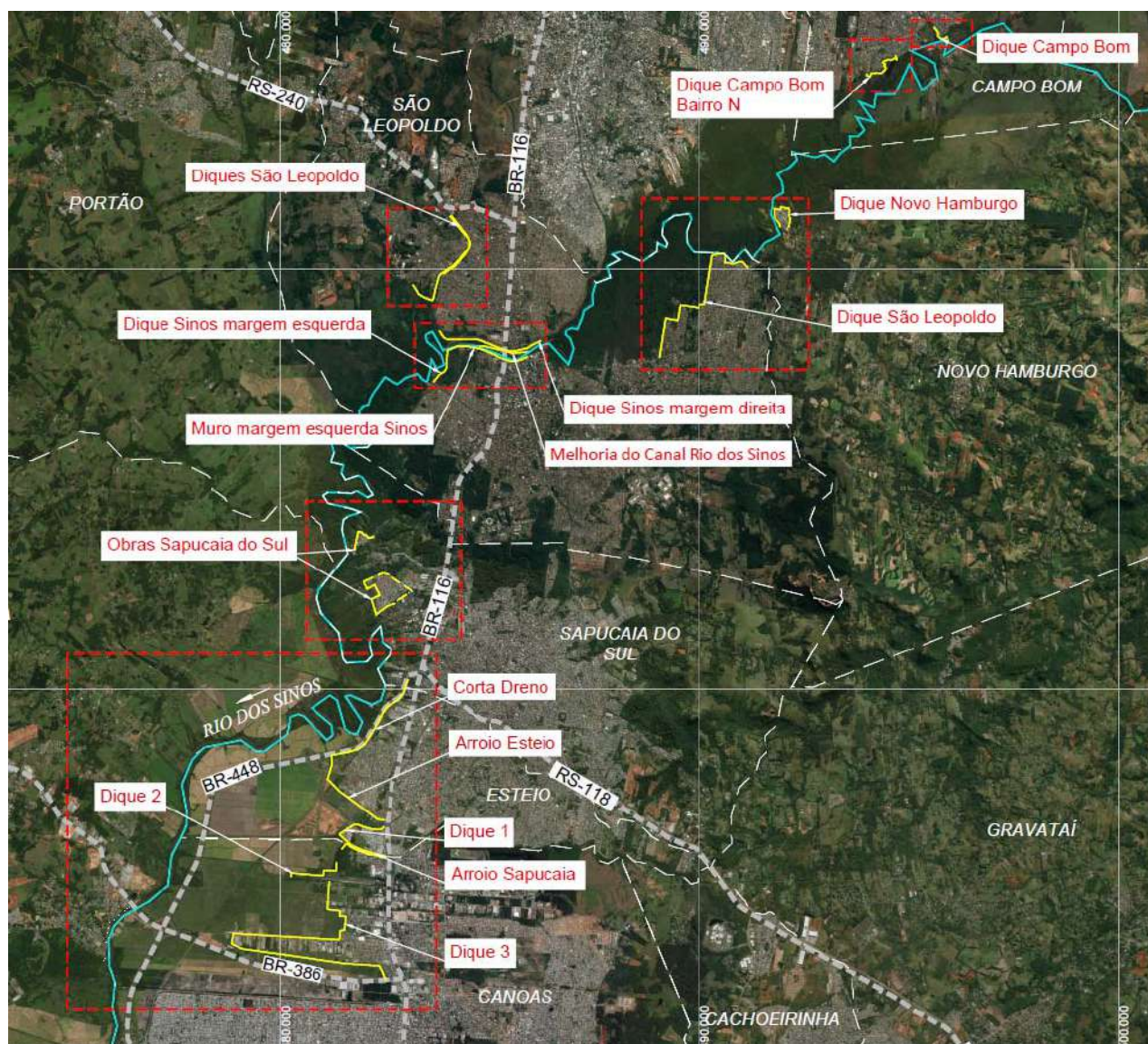


Figura 52 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Baixo Sinos - C2-BS-B
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

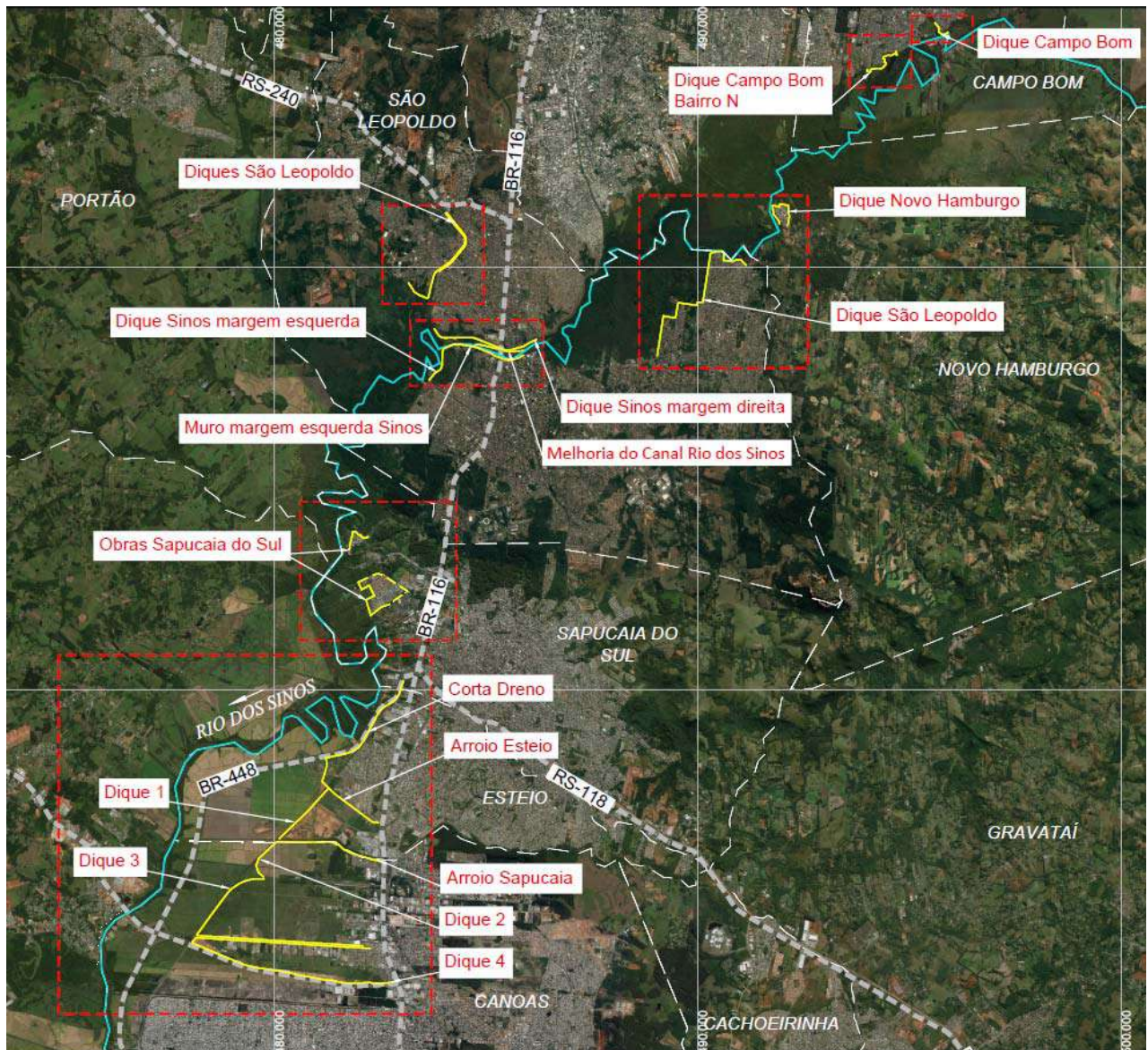


Figura 53 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Baixo Sinos - C2-BS-C
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Obras no Canal Secundário do Rio sob a BR-116 e Elevação dos Diques Existentes**

• **Localização e caracterização do problema**

A área em questão localiza-se junto à BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo (Figura 54), 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.

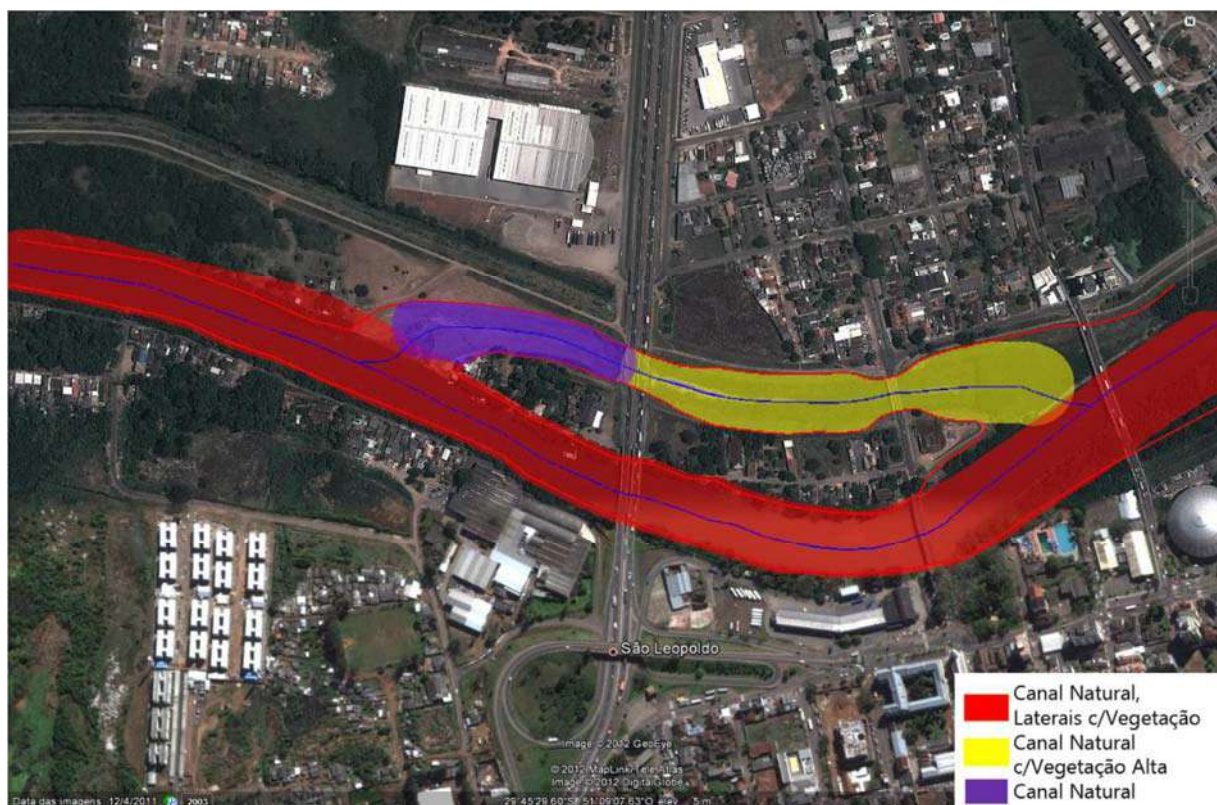


Figura 54 - Intervenções junto a BR-116 no centro de São Leopoldo, com indicação dos canais
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Projeto executivo para recuperação, reforço e reabilitação de pontes rodoviárias na BR-116 - RS, Abril/2014

O canal secundário, como pode ser observado na Figura 55, Figura 56 e Figura 57, 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 55 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.

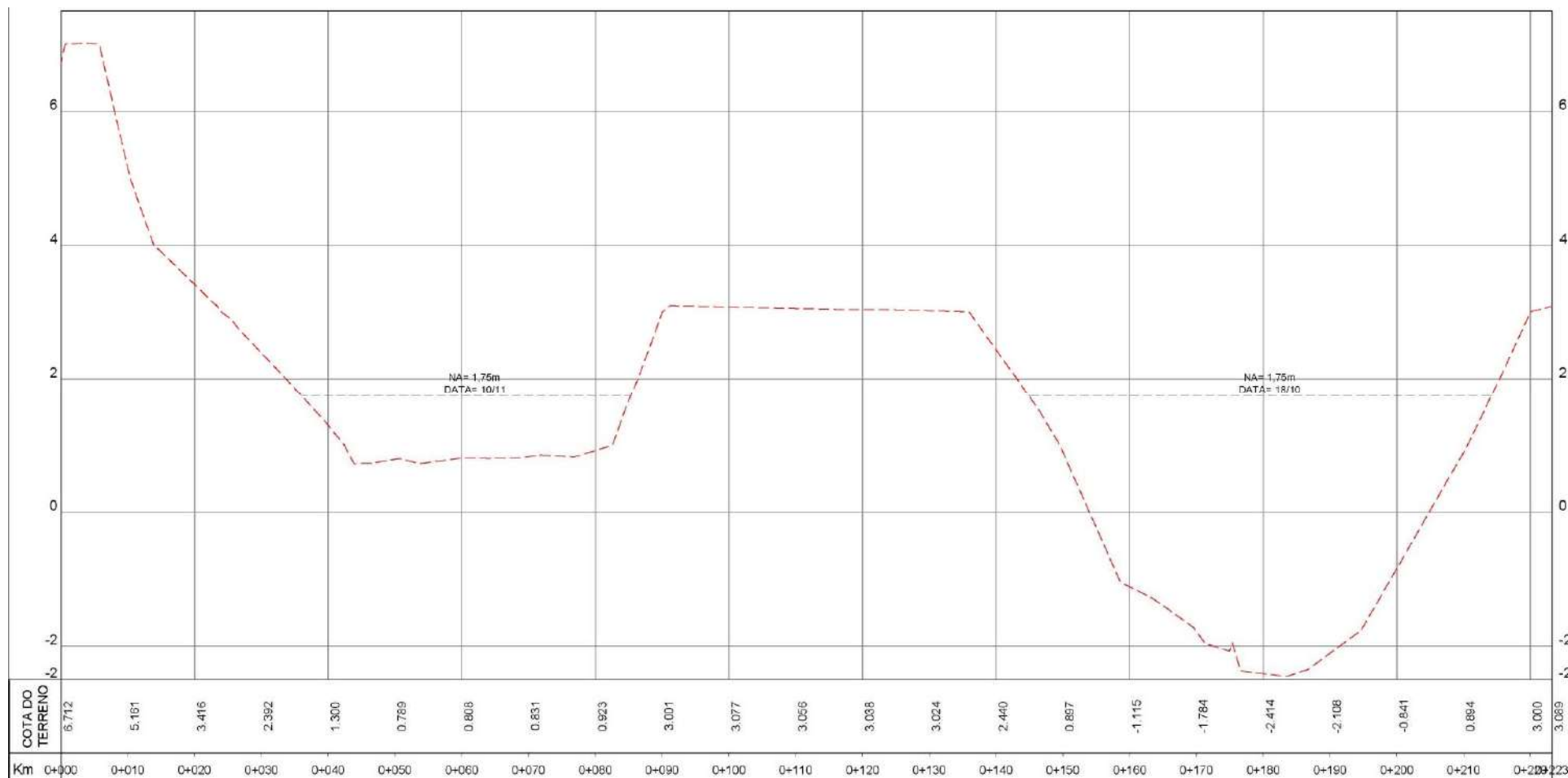


Figura 55 - Seção transversal dos canais secundário e principal a jusante da ponte sobre a BR-116

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Na Figura 56 observa-se que o canal encontra-se predominantemente seco, com retenção localizada de água e parcialmente coberto por vegetação.



*Figura 56 - Trecho do canal secundário a montante da ponte da BR-116
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Projeto executivo para recuperação, reforço e reabilitação de pontes rodoviárias na BR-116 - RS, Abril/2014*

Também na Figura 57 observa-se que devido à sua cota de fundo mais elevada, o canal secundário encontra-se predominantemente seco.



*Figura 57 - Confluência do canal secundário com o canal principal, a jusante da ponte da BR-116
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Projeto executivo para recuperação, reforço e reabilitação de pontes rodoviárias na BR-116 - RS, Abril/2014*

• **Análise das alternativas de intervenção**

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

- o 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 5.3.8).
- o Rebaixamento do fundo e modificação da seção hidráulica do canal secundário do Rio dos Sinos (peças gráficas apresentadas no anexo 5.3.8).

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 58 e os perfis das sondagens apresentados no anexo 5.3.4.

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).

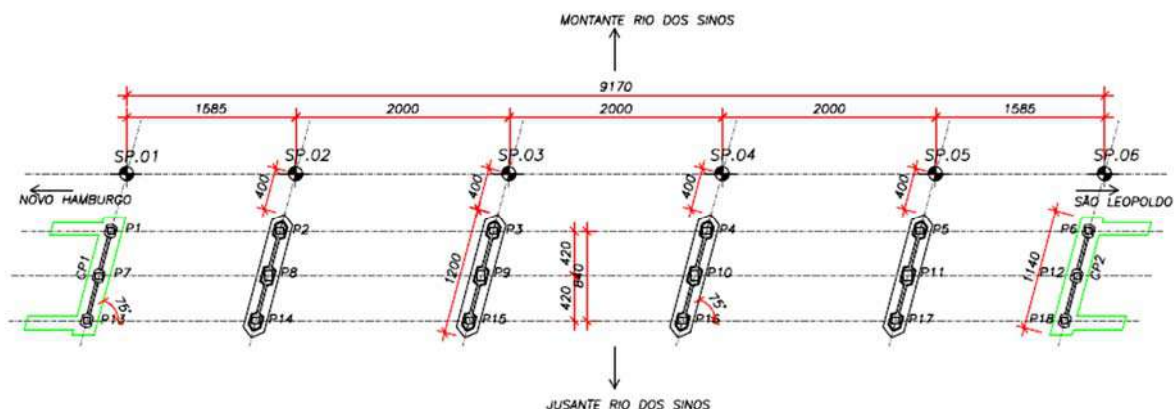


Figura 58 - Localização das sondagens geotécnicas executadas ao lado da ponte da BR-116
Fonte: DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Projeto executivo para recuperação, reforço e reabilitação de pontes rodoviárias na BR-116 - RS, Abril/2014

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 $N_{spt} = 2$ 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 inexistiu 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 59 e Figura 60).

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.

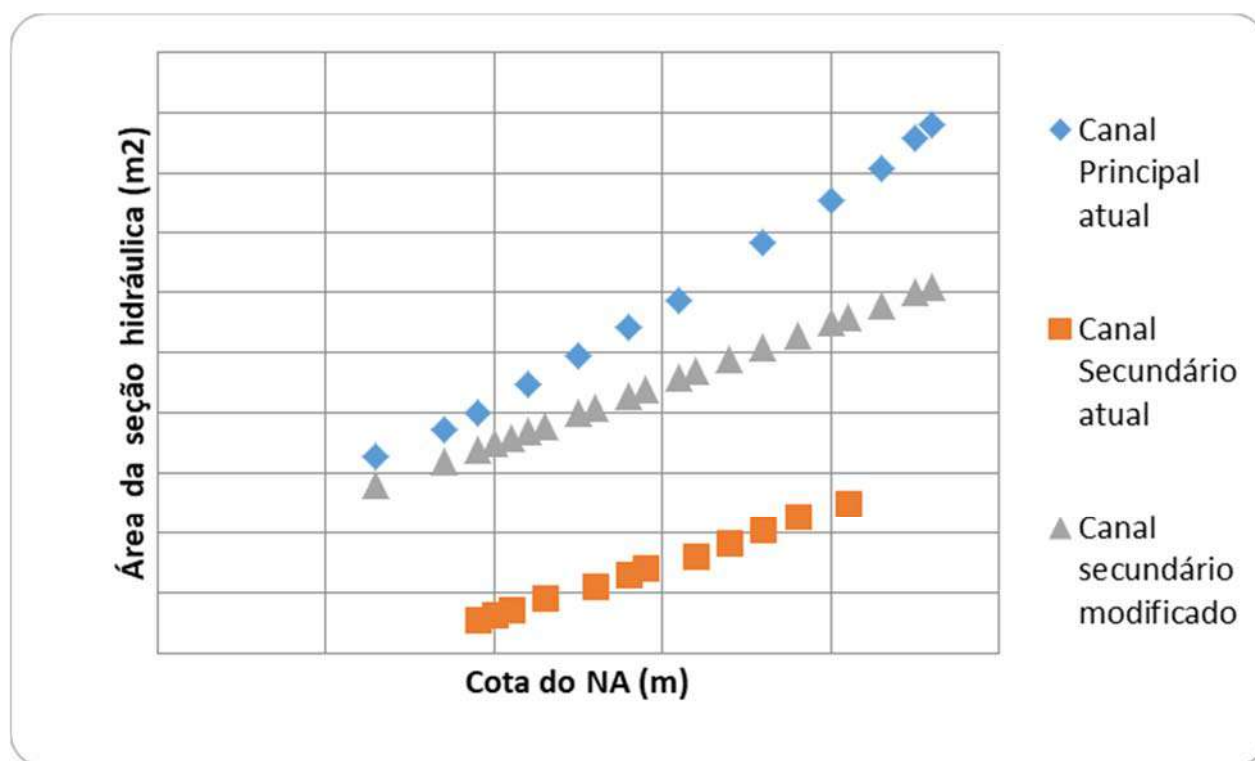
Para isto deve ser aberta uma trincheira de engastamento (escavação 1ª ou 2ª categoria), a partir do topo do arenito (cota -1,50 m), com largura de 1,0 m e profundidade de 1,50 m, atingindo-se a cota -3,00 m no fundo da vala.

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



*Figura 59 - Área das seções hidráulicas dos canais principal e secundário
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos*

Já na Figura 60 observa-se que o canal secundário modificado passou a apresentar raio hidráulico superior ao próprio canal principal.

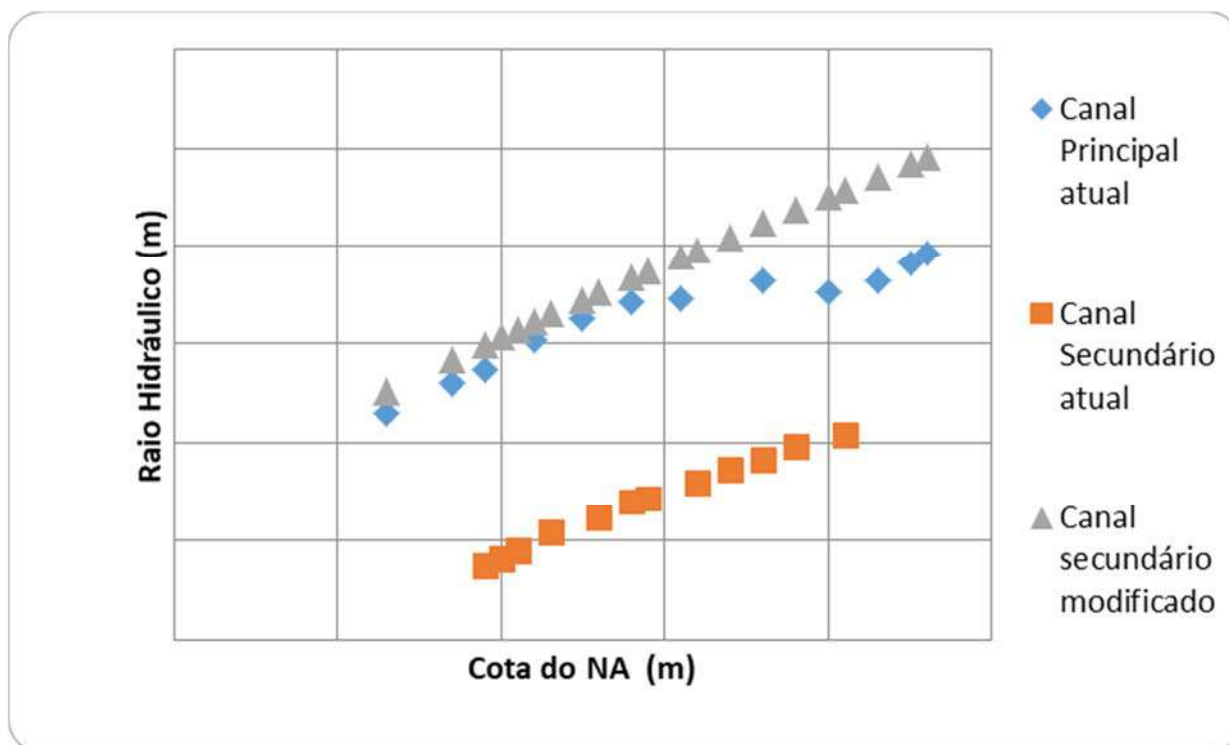


Figura 60 - Raio hidráulico dos canais principal e secundário em função do nível d'água
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• 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 reaterado 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 são realizadas por métodos construtivos simples, com o aterro compactado da estrutura original.

- **Quantitativos e métodos construtivos**

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

- o **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 61 e na Figura 62 a seção transversal-tipo do canal secundário (estaca 0+850 m), encontrando-se indicados o rebaixamento do fundo do canal até a cota -0,50 m, as cortinas laterais em perfis metálicos com 6,00 m de comprimento (trecho livre=3,50 m e ficha=2,50 m), os muros de gabiões com altura de 2,0 m e o reaterro das margens até a cota +5,00 m.

Também é apresentada a elevação dos muros existentes e dos diques em terra.

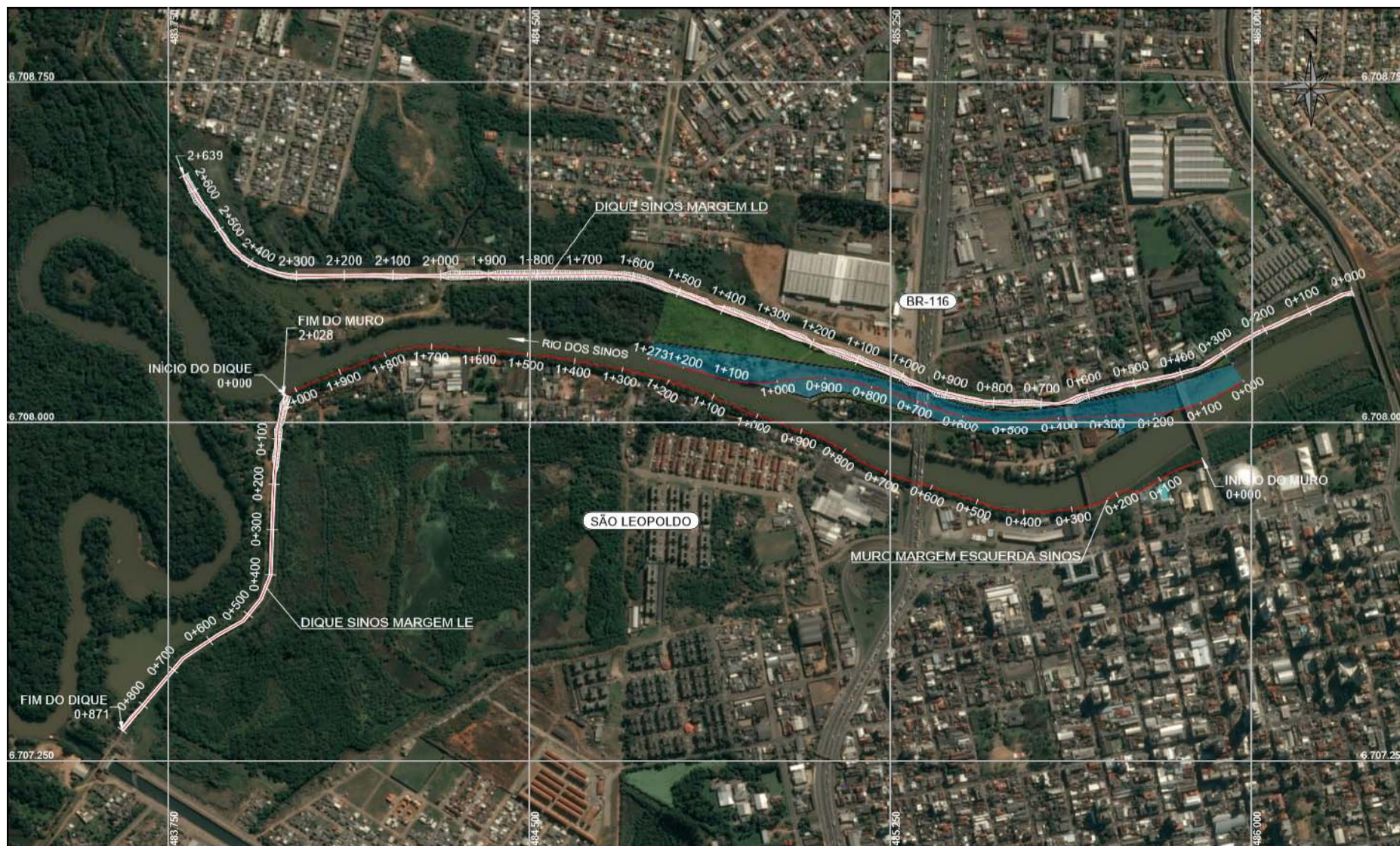
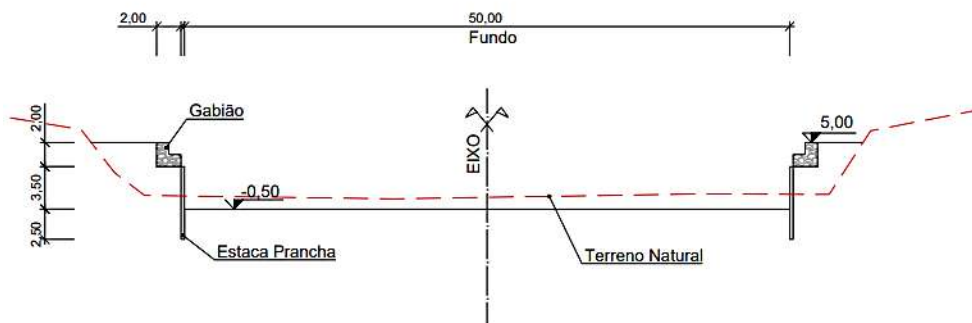


Figura 61 - Arranjo geral das obras junto a BR-116 em São Leopoldo
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

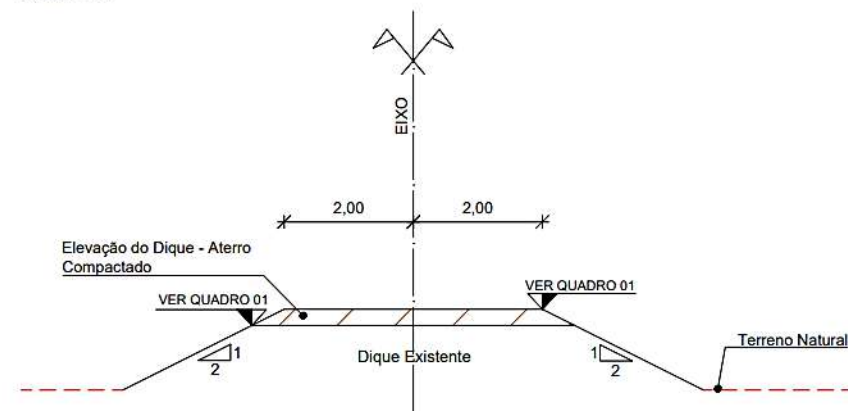
SEÇÃO-TIPO

APROFUNDAMENTO DO CANAL DO SINOS
Escala: 1:400



SEÇÃO-TIPO

DIQUE SINOS MARGEM LD
Escala: 1:75



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



SEÇÃO-TIPO

DIQUE SINOS MARGEM LE
Escala: 1:75

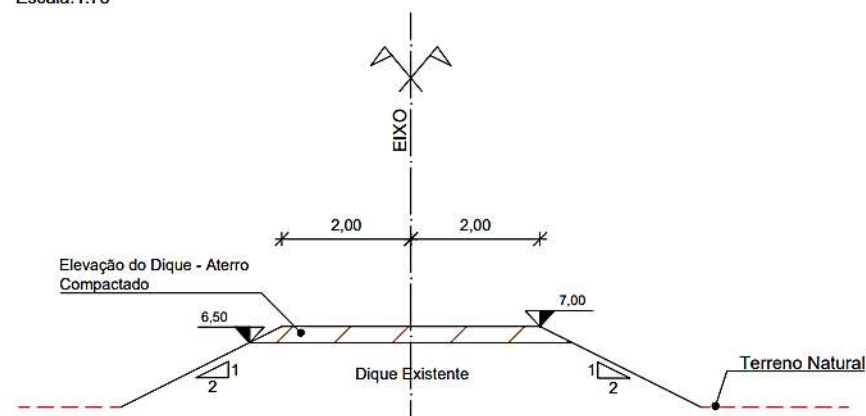


Figura 62 - Seção transversal-tipo do canal secundário (estaca 0+850 m)
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

o 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.

o 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.

o 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 contraporca, nos perfis horizontais em trilho TR-37 anteriormente instalados.

o 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.

o **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.

o **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.

o **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.

o **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.

o **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 **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	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 existentes junto a BR-116

Item	Descrição	Quant.	Unidade
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/ moniveladora 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
3	Material importado de jazida	12656	m³
3.1	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	16.453	m³

Item	Descrição	Quant.	Unidade
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/ moniveladora 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

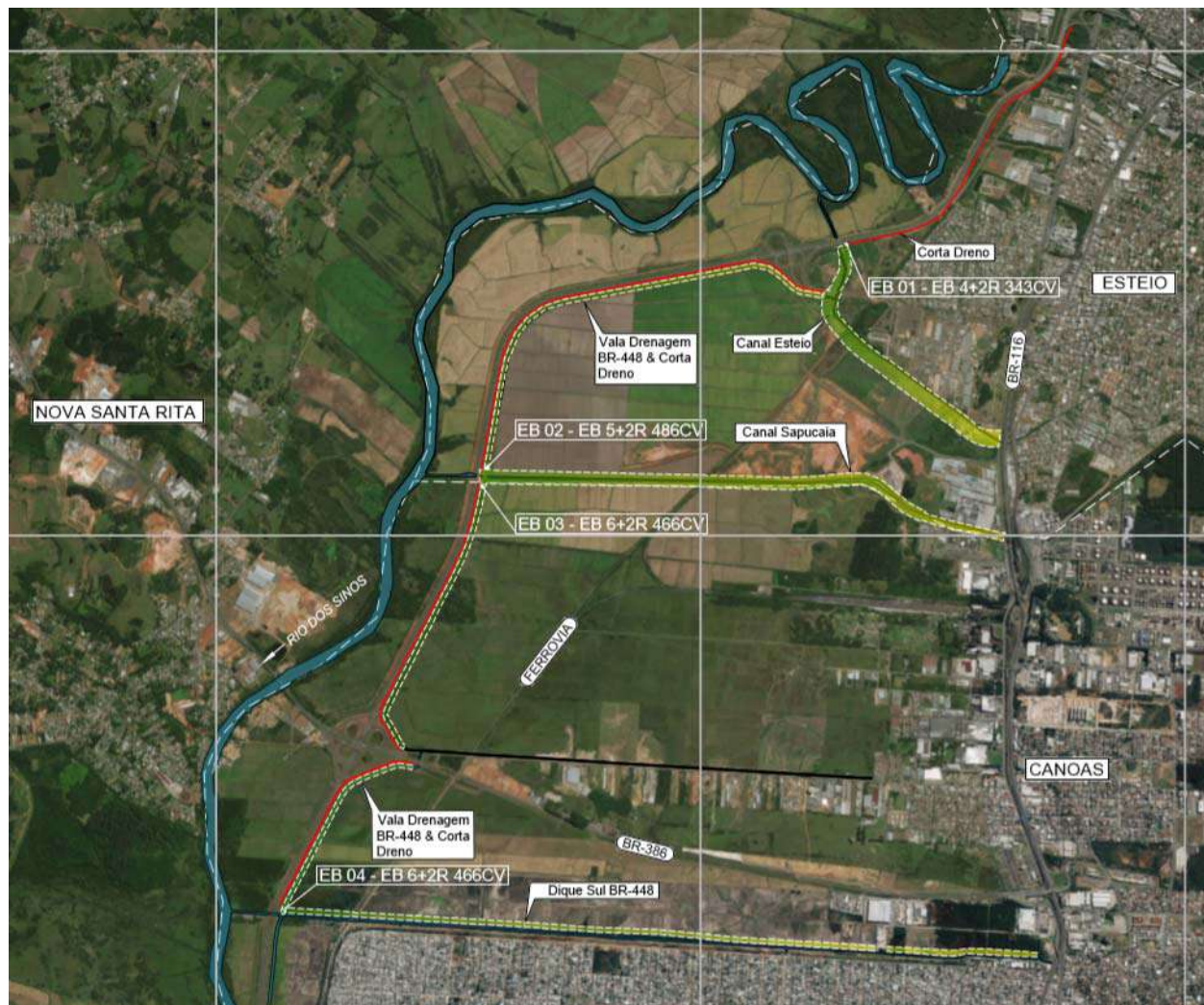
✓ Canoas e Esteio - Alternativa A: Obras do Pôlder da BR-448

• Localização e caracterização do problema

A área inundável em questão localiza-se a leste da BR-448, nos municípios de Canoas e Esteio (Figura 63), estendendo-se desde o arroio Esteio ao norte até a BR-386 ao sul.

Constituída por solos orgânicos parcialmente saturados, a área caracteriza-se por um relevo plano com cotas predominantemente entre 1,00 m a 4,00 m, sendo que quaisquer obras de proteção contra as cheias (TR = 100) devem atingir a cota 6,00 m a 6,15 m.

Devido aos arroios existentes, assim como à grande extensão a ser protegida, quaisquer intervenções contra as cheias representam um grande volume de obras de terra, motivo pelo qual, apesar de suas características geotécnicas, deve-se aproveitar ao máximo os próprios solos locais.



*Figura 63 - Localização das obras a leste da BR-448
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos*

- **Análise geotécnica das alternativas de intervenção**

A área é constituída por depósitos de sedimentos inconsolidados de idade holocênica e holocênico-pleistocênicas, tais como aluviões, depósitos lagunares e depósitos lacustre-paludais, os quais estão constituídos por uma intercalação de camadas argilo-siltosas e areias, por vezes com a ocorrência localizada de turfeiras.

Sobre este substrato geológico, desenvolveram-se solos hidromórficos, tais como gleyssolos e planossolos.

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 (Figura 64).

Apesar do efeito drenante e da continuidade lateral da camada arenosa, o que deve ser considerado para fins de estimativa de adensamento dos solos moles, não há uma percolação franca entre as águas superficiais e a areia em subsuperfície, o que se deve a baixa permeabilidade dos solos moles os quais a camada arenosa está sotoposta.

A Figura 64 mostra a ocorrência de solos moles até 7,0 m de profundidade, com densidades naturais entre 13 e 14 kN/m³. As resistências ao cisalhamento não drenado dos solos moles são crescentes em profundidade, variando de 12 a 19 kPa.

Segue-se ainda uma camada de solo mole a médio, a qual está assente sobre areias finas a médias, medianamente compactas e drenante.

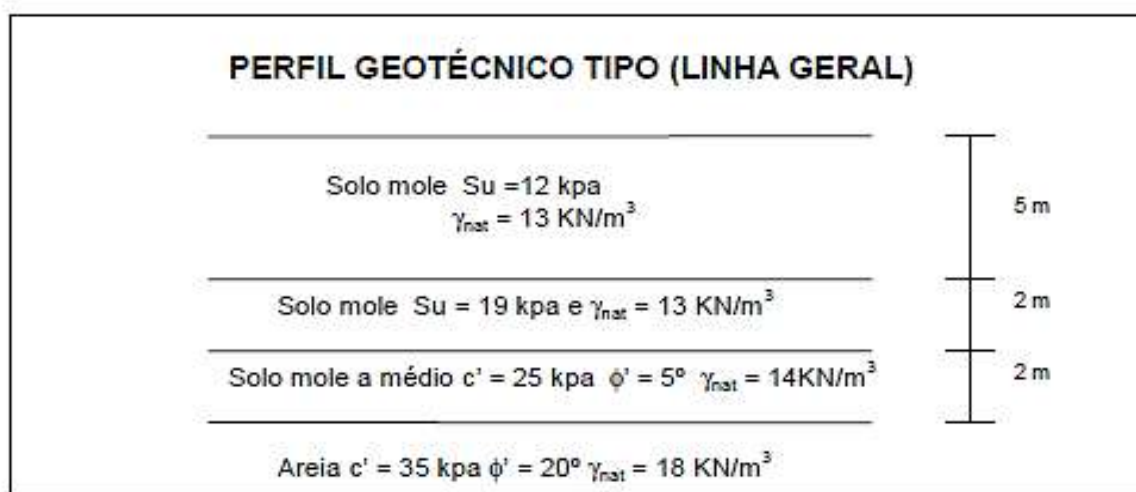


Figura 64 - Perfil-tipo da área
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

A partir deste perfil geotécnico, as obras de terra foram concebidas com bermas laterais de estabilização, executando-se diques centrais em solo compactado até a cota 6,00 m e 6,15 m nos diques Sapucaia e Esteio respectivamente, a qual é a cota indicada pelos estudos hidrológicos para a proteção contra as cheias desta área a leste da BR-448.

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.

Os materiais indicados para os diques em solo compactado poderão ser obtidos em jazidas de solos próximas, tais como as indicadas na Figura 65, cujas distâncias de transporte encontram-se no Quadro 26.

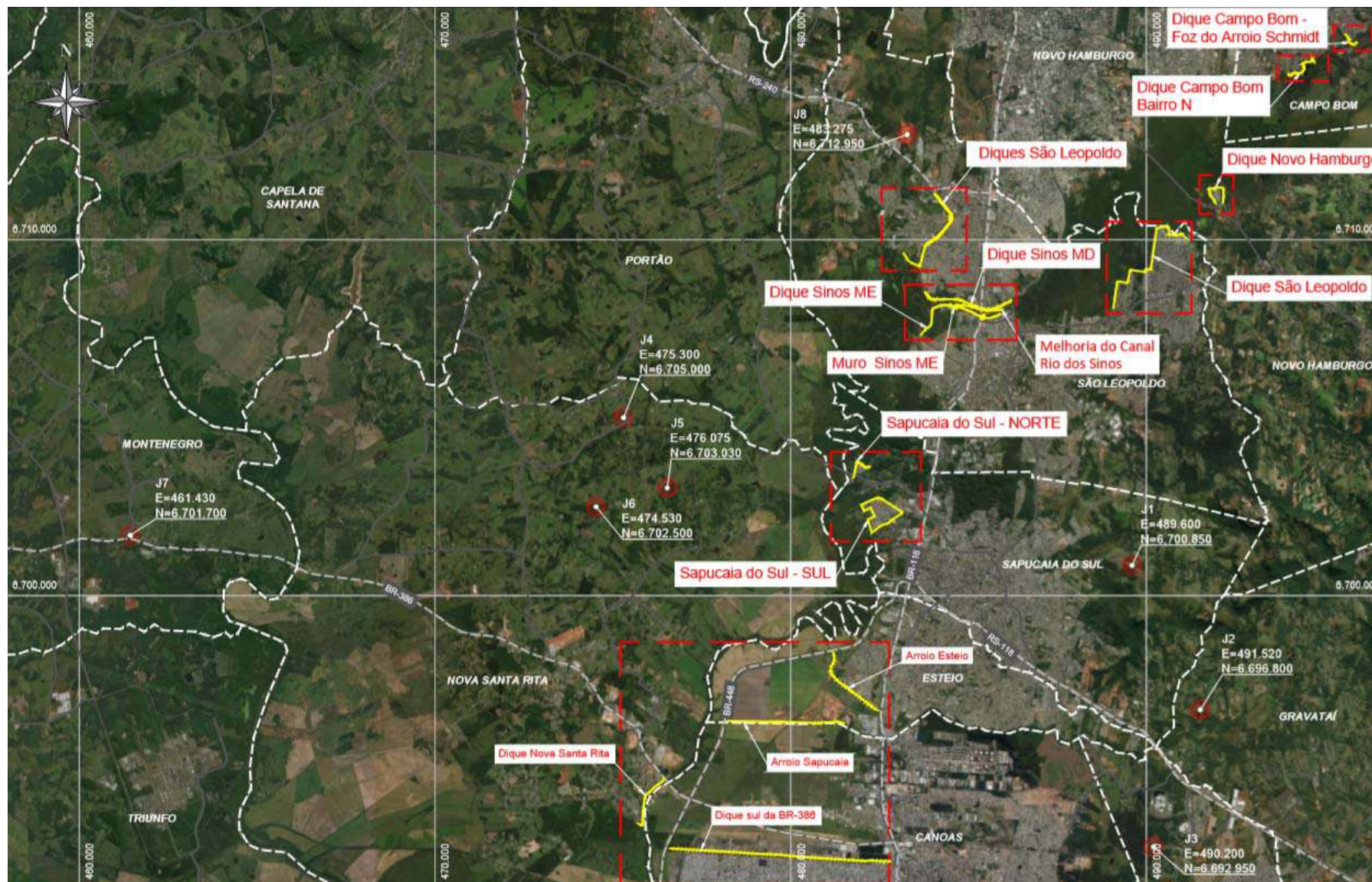


Figura 65 - Localização das jazidas de solos para execução dos aterros compactados

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 26 - Distâncias de Transporte Obras Pôlder BR-448

JAZIDA	DISTÂNCIA (km)
J-08	24
J-12	13
J-14	16
J-19	15
J-21	19
J-26	21
J-27	21
J-28	21

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

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

- o **Vala de Drenagem ao longo da BR-448 e casas de bombas**

O alargamento e aprofundamento da vala de drenagem ao longo da BR-448, a leste da mesma, destinam-se à drenagem superficial e a laminação de cheias, sendo complementados por estações de bombeamento junto aos arroios Esteio e Sapucaia e ao dique Sul junto ao bairro Mathias Velho.

A vala terá largura final de 30 m, com cota de fundo a -1,00 m, sendo o material de escavação utilizado para a composição das bermas laterais de estabilização o dique Sul. Concomitantemente, 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 66.

- o **Canalização Arroio Esteio**

A canalização do arroio Esteio, o qual se estende desde a BR-116 até a BR-448, prevê a execução de dois diques laterais de proteção até a cota 6,15 m, construídos em solo compactado e com bermas laterais de estabilização em solos moles lançados.

Entre as estacas 0+000 m e 0+400 m inexistem o dique da margem esquerda. 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 67.

- o **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.

Junto à BR-448 serão construídas duas Casas de Bombas, as quais se destinam ao esgotamento das águas da vala de drenagem alargada junto a esta rodovia. A seção-tipo desta obra encontra-se indicada na Figura 68.

o **Dique Sul**

Da mesma forma que as obras anteriores, o dique Sul tem sua seção em solo compactado até a cota de coroamento 5,50 m, cuja estabilidade é garantida por bermas laterais em solos moles lançados. Os volumes de solos moles para a execução das bermas laterais são oriundos do alargamento da vala de drenagem junto à BR-448. A seção-tipo desta obra encontra-se indicada na Figura 69.

• **Estações de Bombeamento**

As intervenções na forma de diques apresentadas nesta seção constituem um bloqueio para a drenagem por gravidade apenas para as áreas protegidas durante o período de cheias. Desta forma é necessária a implementação de estações de bombeamento para drenagem de tais áreas. Dentro do escopo das obras para proteção do polder da BR-448 são propostas 4 estações de bombeamento:

- o 2 EB's para proteção do polder formado devido ao dique no Arroio Esteio, contemplando as áreas entre a BR-116 e BR-448, inclusive o Parque Estadual de Exposições Assis Brasil. A primeira será localizada no encontro de um canal de drenagem no Bairro Três portos em Esteio junto à BR-448. A segunda será localizada no encontro do Arroio Esteio e a BR-448.
- o 1 EB entre área formada pelos diques do Arroio Esteio e Arroio Sapucaia (lado norte), localizada no encontro do Arroio Sapucaia e a BR-448.
- o 2 EB's na área formada entre o dique do Arroio Sapucaia e o dique paralelo ao Canal da Rua Curitiba (paralelo ao dique do bairro Mathias Velho/Dique Sul).

Tais dividirão a responsabilidade pela drenagem desta área igualmente. Uma delas estará localizada no encontro do dique do Arroio Sapucaia (lado sul) e a BR-448 e a outra estará localizada junto ao encontro do Canal da Rua Curitiba e a BR-448.

Considerando que nas condições usuais de escoamento dos Arroios Sapucaia e Esteio tais áreas (dos polders) são drenadas exclusivamente por gravidade, o projeto das Estações de Bombeamento deverá permitir que a drenagem assim seja realizada, através de sistema de comportas ou semelhante de modo a reduzir o custo de energia.

O Quadro 27 apresenta as características das estações de bombeamento.

Quadro 27 - Estações de Bombeamento na região da BR-448

LOCALIZAÇÃO	ÁREA DE DRENAGEM (ha)	POTÊNCIA INSTALADA (CV)
Canal sem nome (Sistema Esteio)	190	[2+1R] x 264
Arroio Esteio (Sistema Esteio)	180	[2+1R] x 250
Arroio Esteio/Sapucaia	550	[5+2] x 486
Arroio Sapucaia/Canal R.Curitiba	1900	2 x [6+2R] * 466

Obs.: [5+2R] x 486 = 5 bombas mais 2 bombas reservas de 486 CV cada

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

SEÇÃO-TIPO
Km 0+000 ao Km 1+760

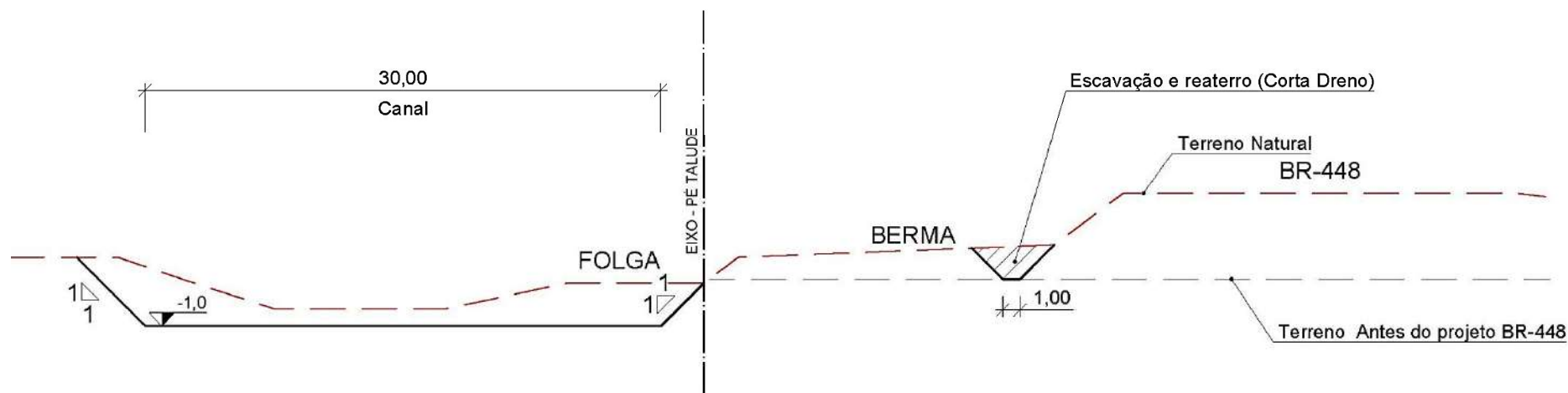


Figura 66 - Seção transversal da vala de drenagem lateral à BR-448 e indicação da vala dreno
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos



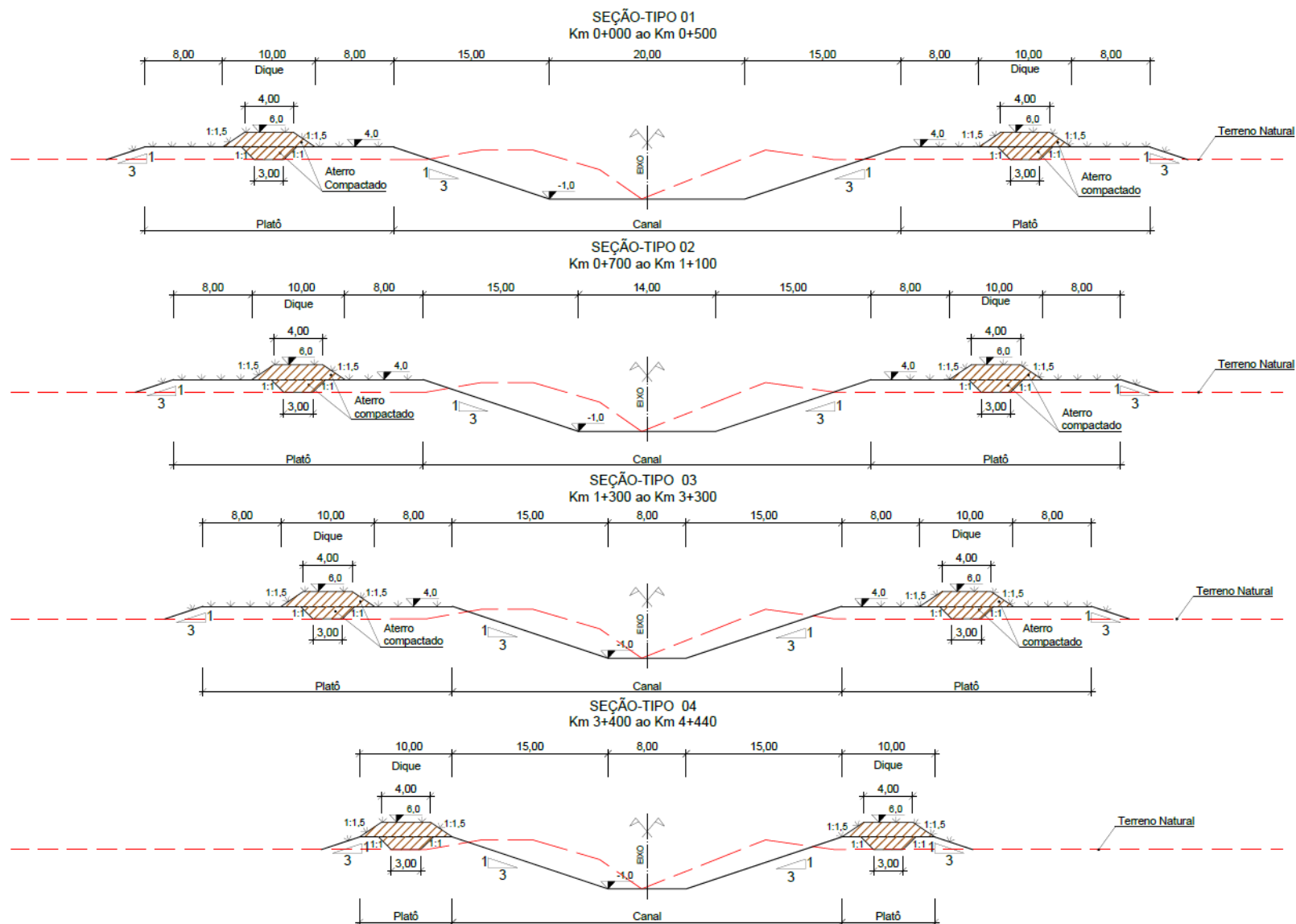


Figura 68 - Seções transversais da canalização do arroio Sapucaia, com diques laterais
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

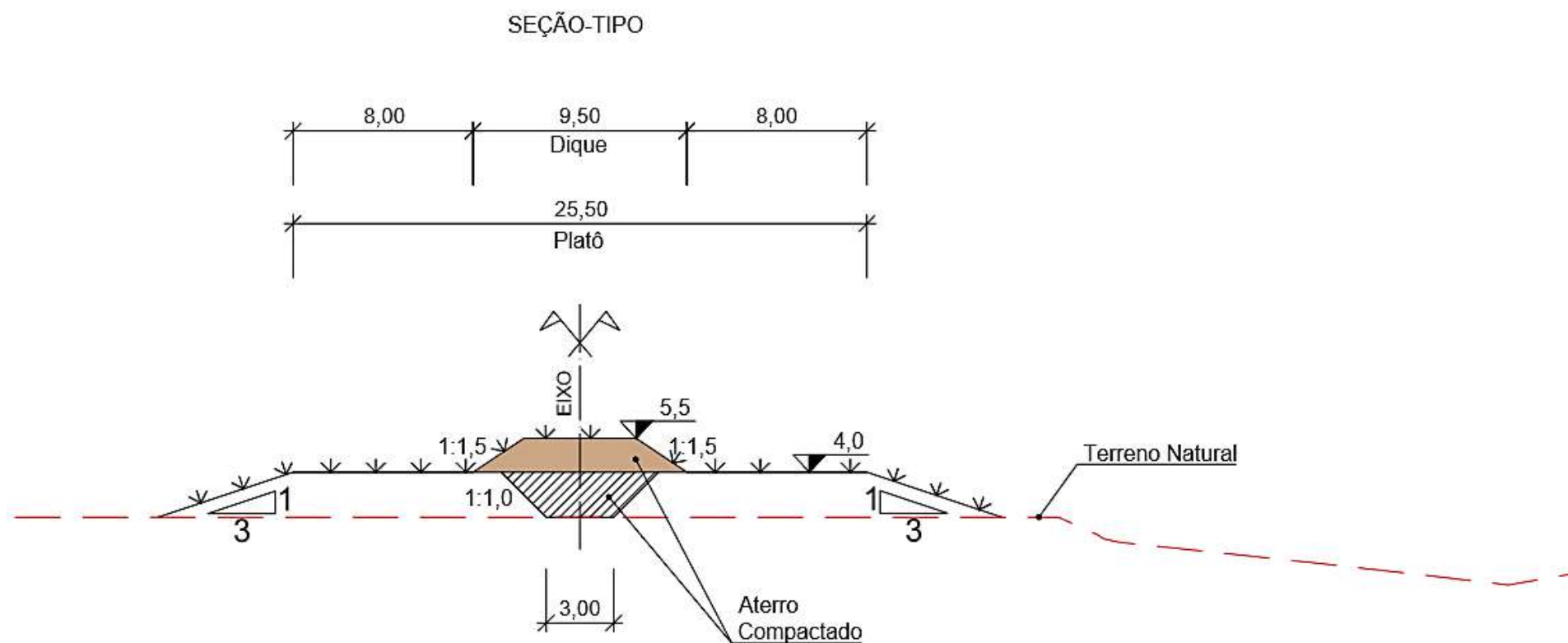


Figura 69 - Seção-tipo do dique Sul,
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do Dique sul, vala de drenagem junto a BR-448, e canalização dos arroios Esteio e Sapucaia, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 28.

- o **Escavação e construção de bermas em solos moles**

Todas as obras são invariavelmente 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.

- o **Construção das trincheiras centrais de vedação**

Os diques laterais dos canais de ambos os arroios, assim como o próprio dique sul, tem invariavelmente bermas laterais de estabilização em solos moles.

Entre estas 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.

- o **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.

o 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.

o 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 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 de terra a leste da BR-448

Item	Descrição	Quant.	Unid.
1	Trincheira de Vedação adjacente a rodovia BR-448		
1.1	Escavação de 1ª. categoria	52.311	m³
1.2	Reaterro em solo sem compactação (mesmo material removido)	52.311	m³
2	Alargamento vala de drenagem junto a rodovia BR-448		
2.1	Escavação de 1ª. categoria (solos moles)	498.007	m³
2.2	Lançamento e espalhamento de solos moles com trator de esteira (berma lateral)	498.007	m³
3	Canalização Arroio Esteio		
3.1	Limpeza e destocamento ao longo do eixo da trincheira central de vedação	6.900	m²
3.2	Remoção do solo superficial até 0,30m de profundidade ao longo do eixo da trincheira central de vedação (1ª. categoria)	2.070	m³
3.3	Escavação de 1ª. categoria (solos moles)	268.435	m³
3.4	Lançamento e espalhamento de solos moles com trator de esteira (bermas laterais)	191.337	m³
3.5	Aterro em solo argiloso compactado (trincheira central de vedação)	39.616	m³
3.6	Aterro em solo argiloso compactado (Dique central)	22.931	m³
4	Canalização do Arroio Sapucaia		
4.1	Limpeza e destocamento ao longo do eixo da trincheira central de vedação	9.900	m²
4.2	Remoção do solo superficial até 0,30m de profundidade ao longo do eixo da trincheira central de vedação (1ª. categoria)	2.970	m³
4.3	Escavação de 1ª. categoria (solos moles)	196.887	m³
4.4	Lançamento e espalhamento de solos moles com trator de esteira (bermas laterais)	210.904	m³
4.5	Aterro em solo argiloso compactado (trincheira central de vedação)	36.125	m³
4.6	Aterro em solo argiloso compactado (Dique central)	71.775	m³

Item	Descrição	Quant.	Unid.
5	Dique Sul		
5.1	Limpeza e destocamento ao longo do eixo da trincheira central de vedação	18.600	m ²
5.2	Remoção do solo superficial até 0,30m de profundidade ao longo do eixo da trincheira central de vedação (1ª. categoria)	5.580	m ³
5.3	Escavação de 1ª. categoria (solos moles)	499.519	m ³
5.4	Lançamento e espalhamento de solos moles com trator de esteira (bermas laterais)	499.519	m ³
5.5	Aterro em solo argiloso compactado (trincheira central de vedação)	81.698	m ³
5.6	Aterro em solo argiloso compactado (Dique central)	64.676	m ³

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Canoas e Esteio - Alternativa B: 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 80 apresenta a localização das estruturas.



Figura 70 - Dique de proteção em Canoas e Esteio protegendo as áreas já ocupadas
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:

- o EB 1: [2+1R] x 264 CV
- o EB 2: [2+1R] x 250 CV
- o EB 3: [2+1R] x 70 CV
- o EB 4: [2+1R] x 86 CV
- o EB 5: [2+1R] x 171 CV
- o 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 5.3.6.

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**

- o **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 74.

- o **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 73.

- o **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 72.

- o **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 71.

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 29.

- ✓ **Diques Arroio Esteio e Sapucaia**

- **Escavação e construção de bermas em solos moles**

- o 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 imediatamente 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**

o **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**

o **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.

o **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**

o **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 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.

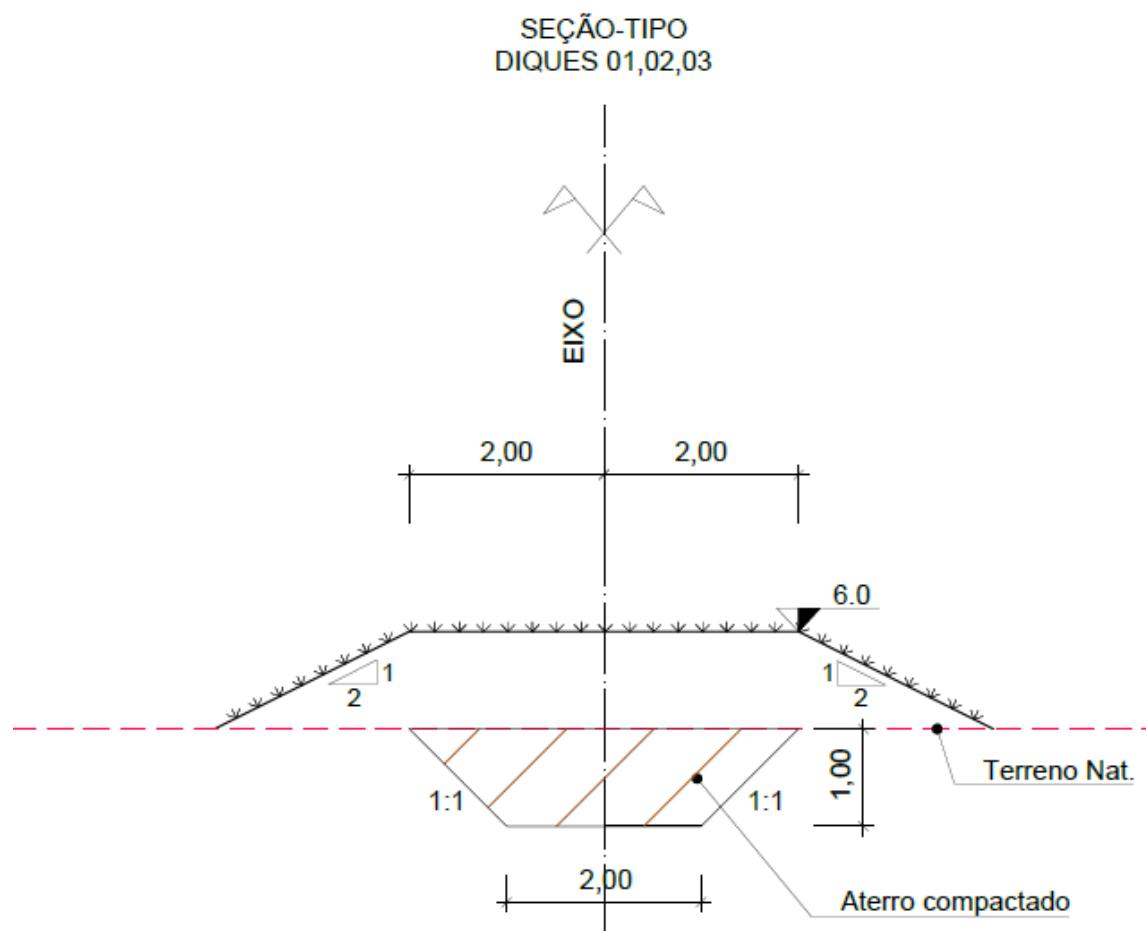


Figura 71 - Seção-tipo dos diques 1, 2 e 3 de proteção em Canoas e Esteio C2B.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

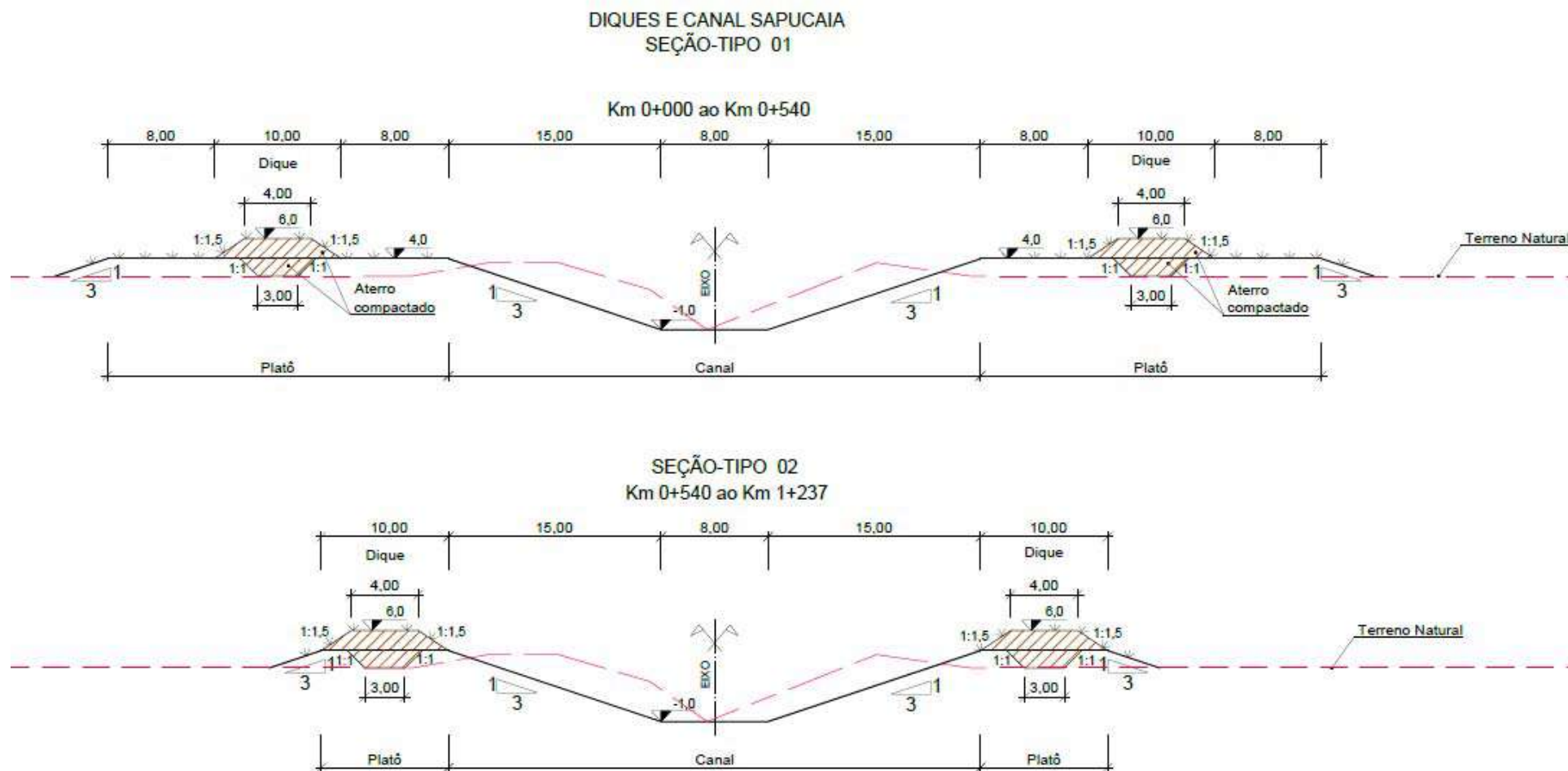


Figura 72 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Sapucaia C2B.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

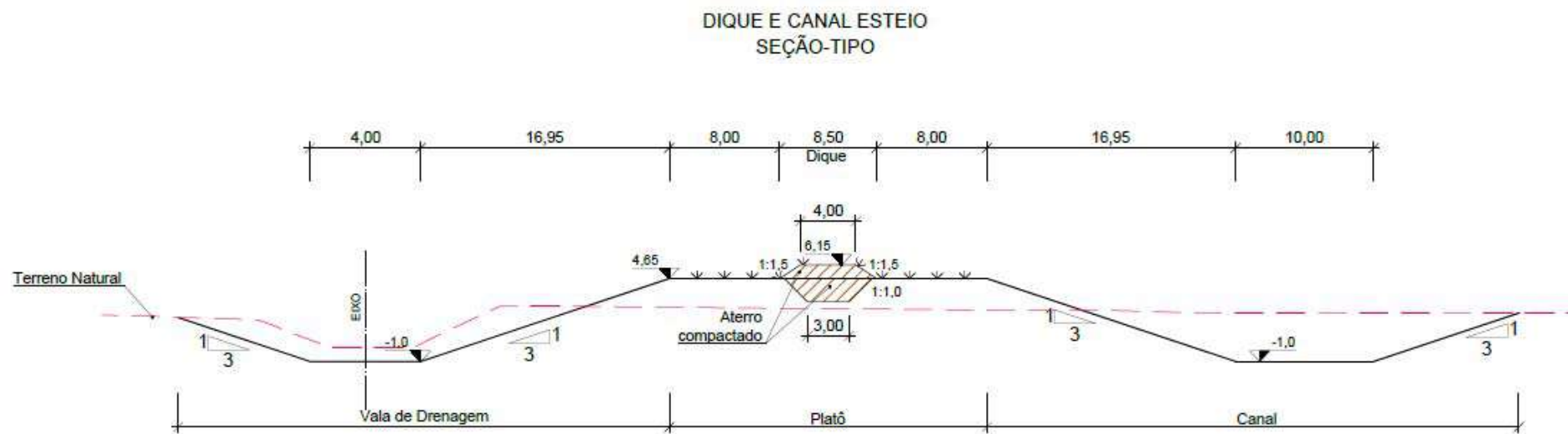


Figura 73 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Esteio C2B.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

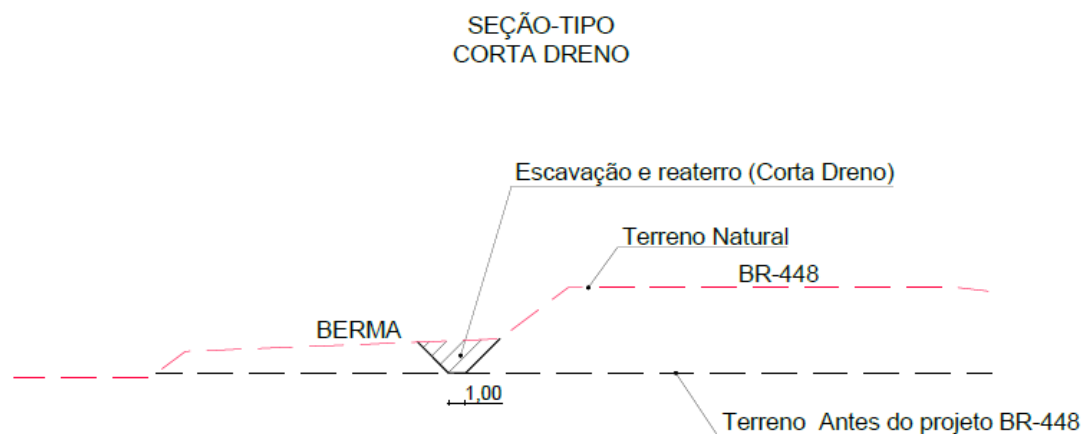


Figura 74 - Seção-tipo do corta-dreno junto à BR-448 no trecho de Esteio.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 29 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Canoas e Esteio

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

✓ **Canoas e Esteio - Alternativa C: Diques de proteção no eixo da Ferrovia**

• **Localização e caracterização do problema**

Assim como as alternativas A e B, a alternativa C localiza-se na área 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 não só as regiões já consolidadas na planície de inundação, mas também áreas a oeste das ocupações até a linha férrea. São quatro sistemas distintos, dois no município de Esteio e dois 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). É a mesma concepção da alternativa B.

O segundo e menor sistema (Dique 01 + Dique ME Esteio + Dique MD Sapucaia), protege uma região industrial na divisa com o município de Canoas, incluindo áreas de expansão. É complementado por uma casa de bombas (EB nº 3).

O terceiro sistema, é composto por três maciços distintos (Dique ME Sapucaia + Diques 02 + Dique 03), aproveitando-se da topografia por onde passa, sendo interceptado por um dos ramais da linha férrea.

Protege uma região parcialmente industrial e residencial, incluindo o pátio de manobras férreo. A proteção por diques de terra é complementada por duas casas de bombas (EB nº 04 e 05).

Por último, o quarto sistema (Dique 04) protege também uma região de expansão urbana e uma área consolidada por glebas industriais e residenciais. É complementado por uma casa de bombas (EB nº 06). A Figura 80 apresenta a localização das estruturas.



*Figura 75 - Dique em Canoas e Esteio protegendo áreas já ocupadas e de expansão urbana
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:

- o EB 1: [2+1R] x 264 CV
- o EB 2: [2+1R] x 250 CV
- o EB 3: [2+1R] x 236 CV
- o EB 4: [2+1R] x 334 CV
- o EB 5: [2+1R] x 361 CV
- o EB 6: [2+1R] x 403 CV

A localização das casas de bomba pode ser melhor visualizada nas peças gráficas do sistema, expostos no anexo 5.3.7.

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** e **2B** 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, as 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**

- o **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 79.

- o **Canalização Arroio Esteio**

A canalização do arroio Esteio, o qual se estende desde a BR-116 até a BR-448 na margem direita e até a ferrovia na margem esquerda, prevê a execução de diques laterais em ambas as margens 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 78.

- o **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 77.

- o **Diques 1, 2, 3 e 4**

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 76.

- **Quantitativos e métodos construtivos**

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

- ✓ **Diques Arroio Esteio e Sapucaia**

- o **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.

o **Construção das trincheiras centrais de vedação dos diques**

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

o **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**

o **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, 3 e 4**

o **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.

o **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**

o **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 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.

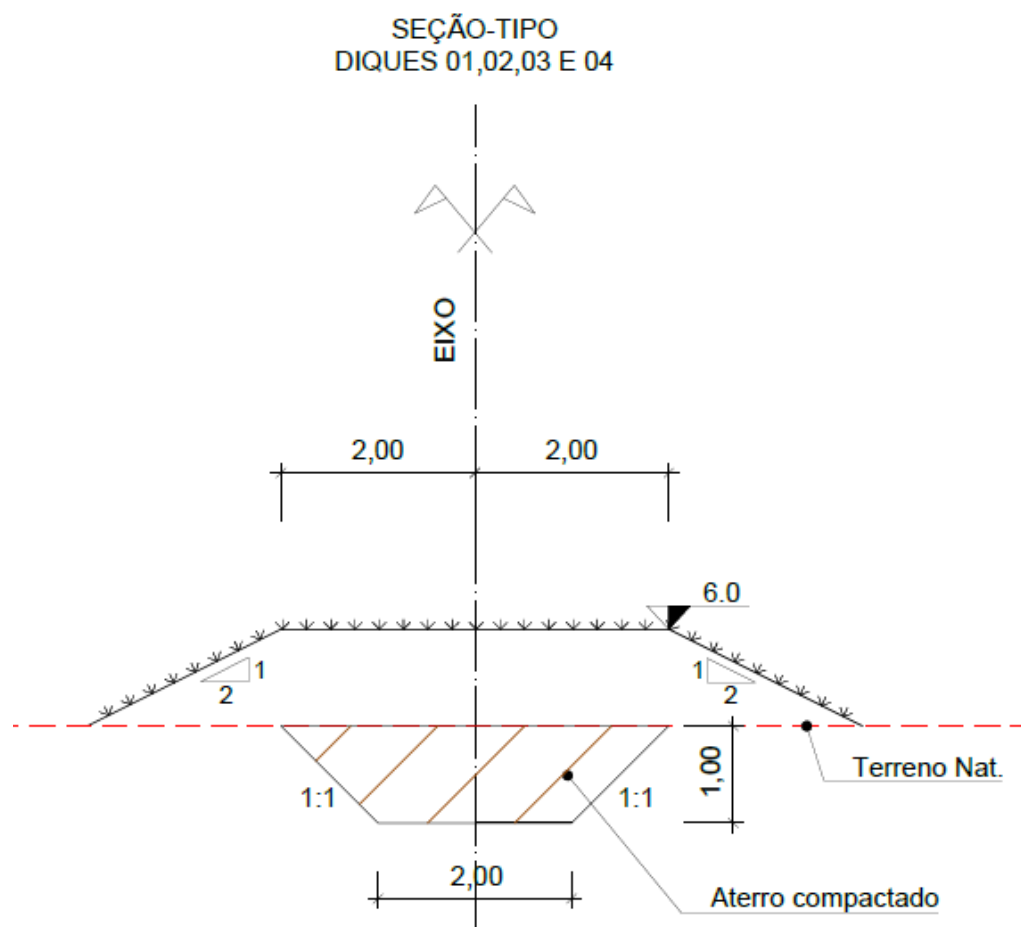


Figura 76 - Seção-tipo dos diques 1, 2, 3 e 4 de proteção em Canoas e Esteio C2C.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

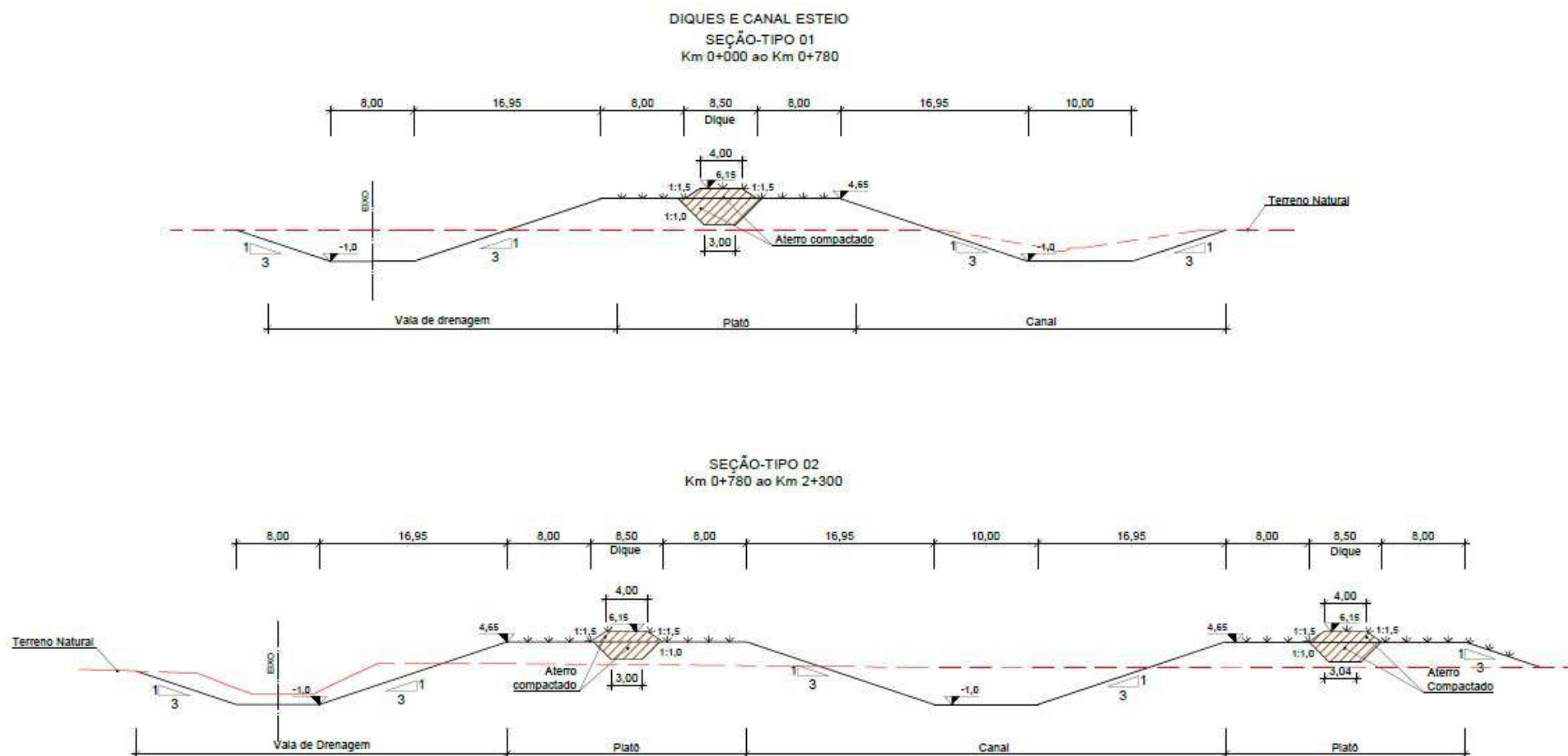


Figura 78 - Seção-tipo do dique de proteção Arroio Esteio C2C.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

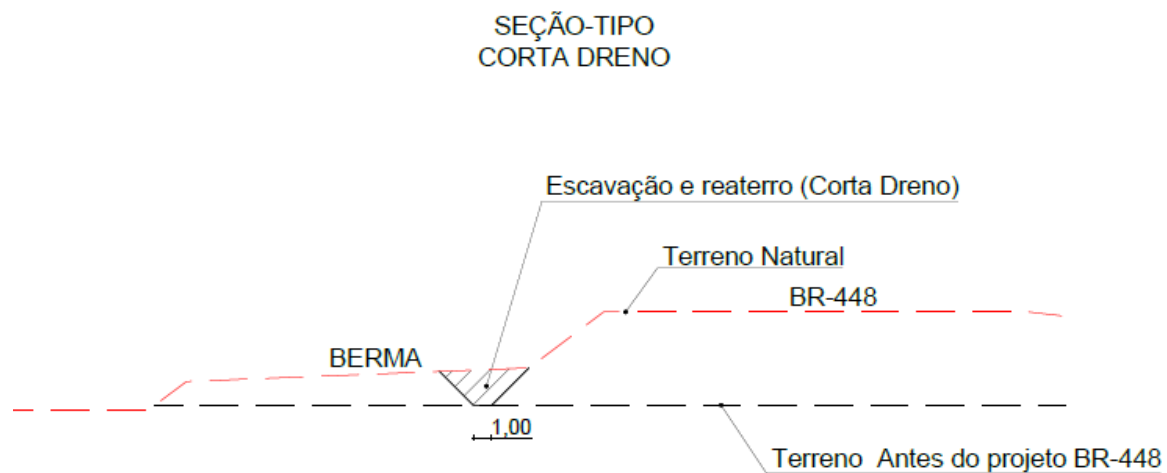


Figura 79 - Seção-tipo do corta-dreno junto à BR-448 no trecho de Esteio.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 30 - Quantitativos das obras do dique de proteção em Canoas e Esteio

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida - aterro compactado	763.169	m³
2	Cut-off / Trincheira de vedação - aterro compactado	108.359	m³
3	Aterro Lançado	384.407	m³
4	Corte	409.462	m³
5	Enleivamento / Hidrossemeadura	580.182	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 236 CV	708	CV
6.4	EB nº 4 - [2+1R] x 334 CV	1.002	CV
6.5	EB nº 5 - [2+1R] x 361 CV	1.083	CV
6.6	EB nº 6 - [2+1R] x 403 CV	1.209	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**.

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

A Figura 80 apresenta a localização das estruturas.



Figura 80 - Dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita
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 81.

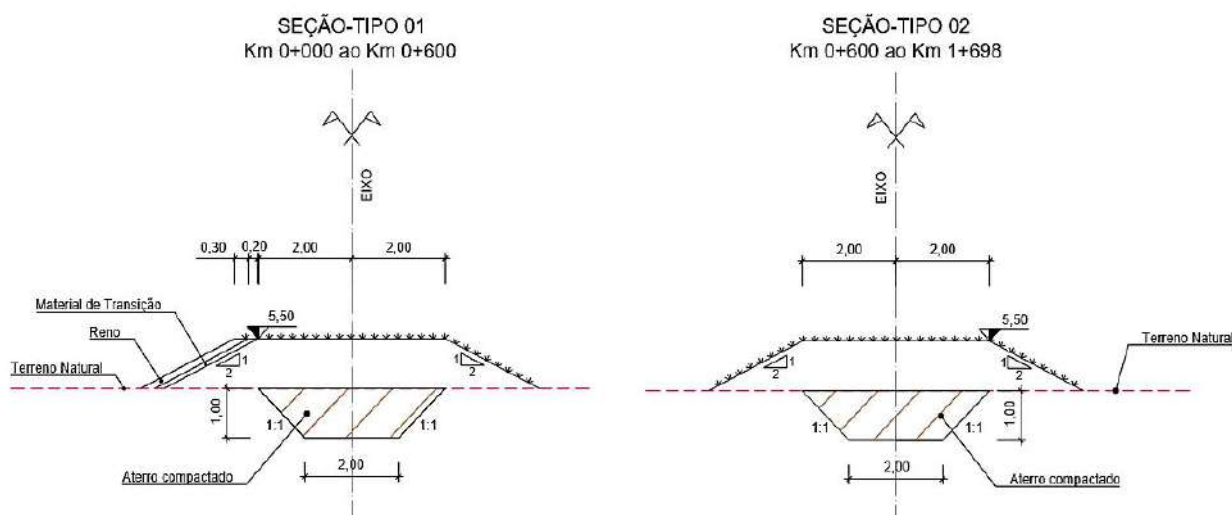


Figura 81 - Dique de proteção em Nova Santa Rita na margem direita
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• Quantitativos e métodos construtivos

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 31. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 82.

o 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.

o 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.

o 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 colocada a tampa sobre o colchão e amarrada as bordas, sempre unindo a borda de colchões vizinhos.

o 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.

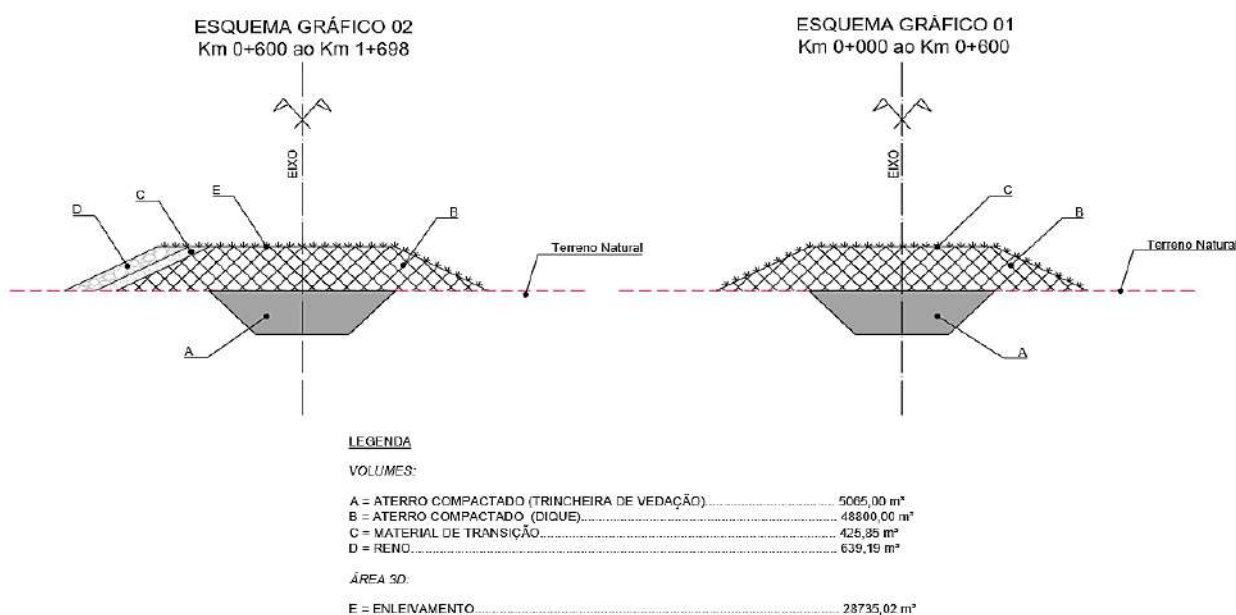


Figura 82 - Esquema gráfico dos volumes do dique em Nova Santa Rita margem direita
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 31 - 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	Enlevamento / 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

✓ 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 83 apresenta a localização das estruturas.



Figura 83 - Diques de proteção em Sapucaia do Sul na margem esquerda.

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.

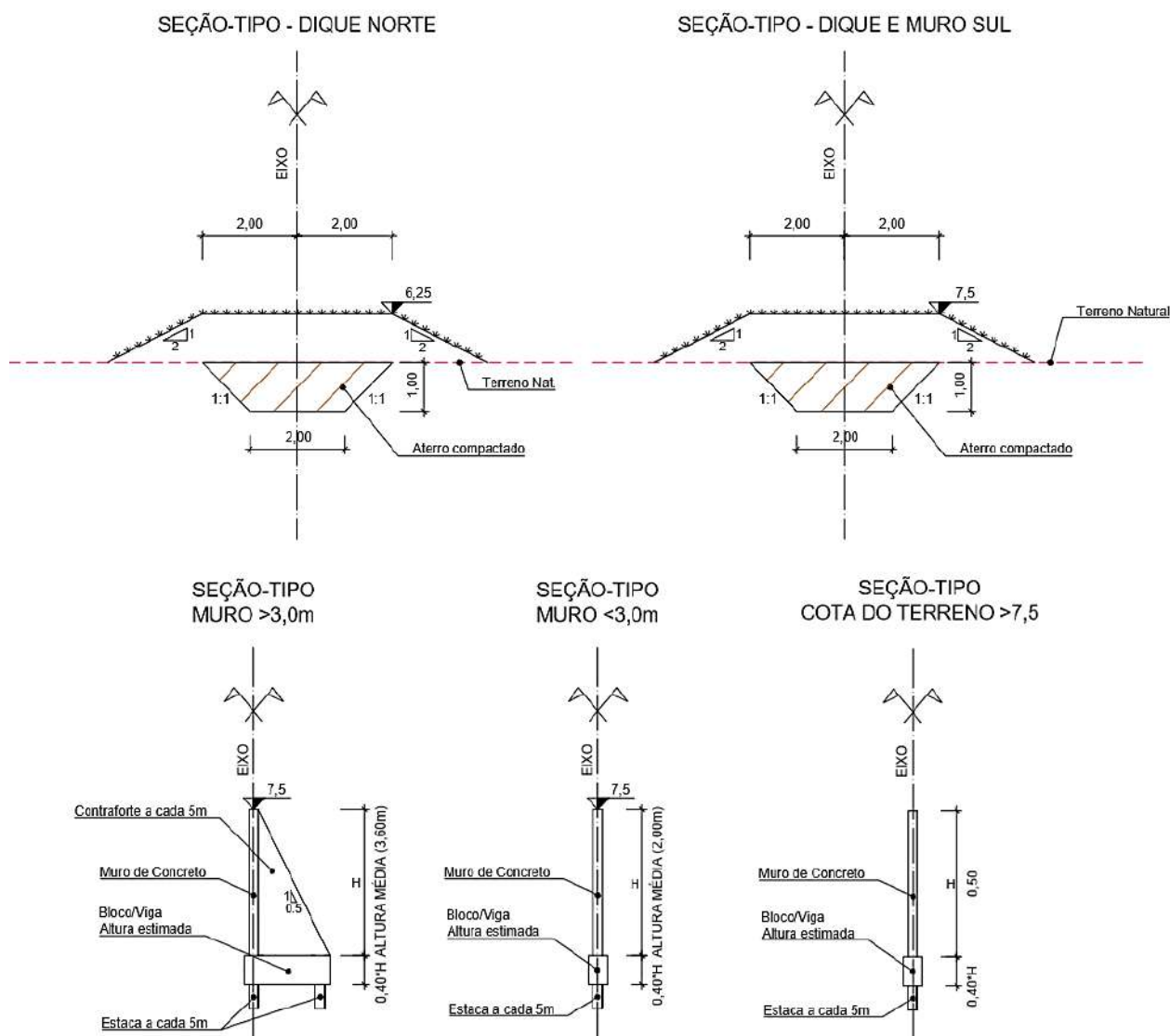
O polder na região mais ao sul é circundado em todo seu perímetro por diques na cota 7,50 m e quando o terreno tem elevação superior à 7,50 m o muro de proteção deve ter 0,50 m de altura, contando com uma casa de bombas. A estação de bombeamento é composta por quatro bombas mais duas reservas com potência 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 84.



*Figura 84 - Diques de proteção em Sapucaia do Sul na margem esquerda
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 32.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 85, adiante.

o **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.

o **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.

o **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.

o **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.

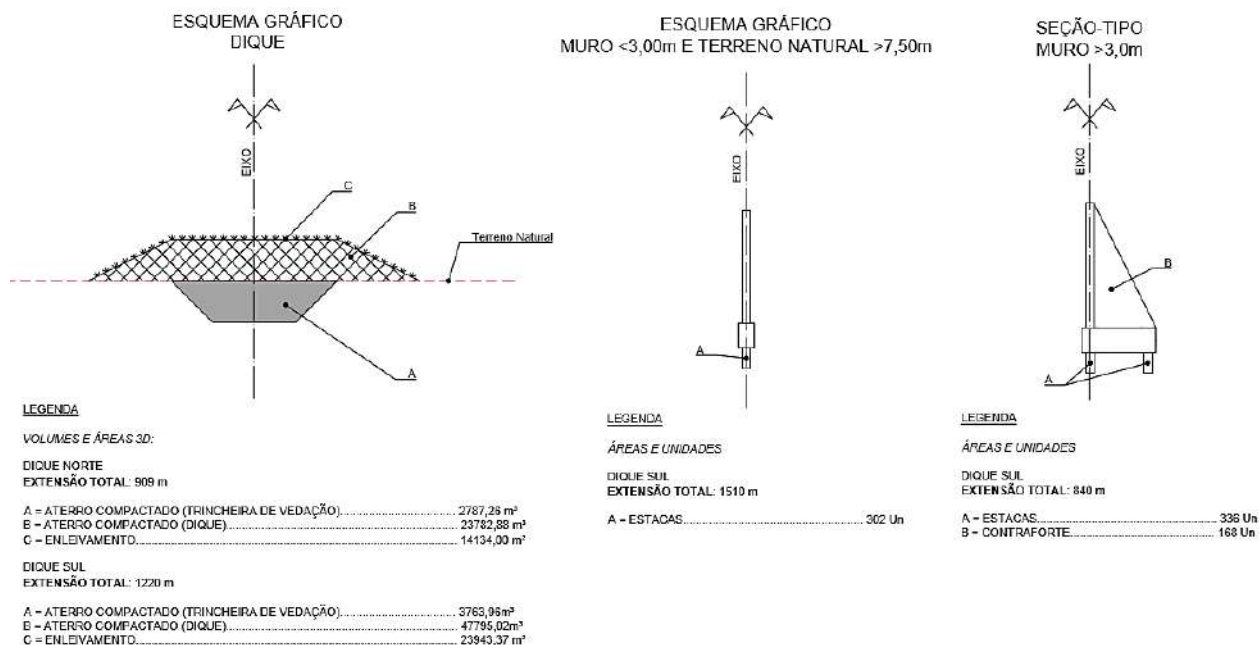


Figura 85 - Esquema gráfico dos volumes dos diques da margem esquerda em Sapucaia do Sul

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 32 - 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

✓ **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.

Portanto, a solução não se restringe ao remanso do Rio dos Sinos no Cerquinha, sendo integrada às áreas inundáveis pelo próprio Cerquinha. A Figura 86 apresenta a localização das estruturas.



- **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 100.

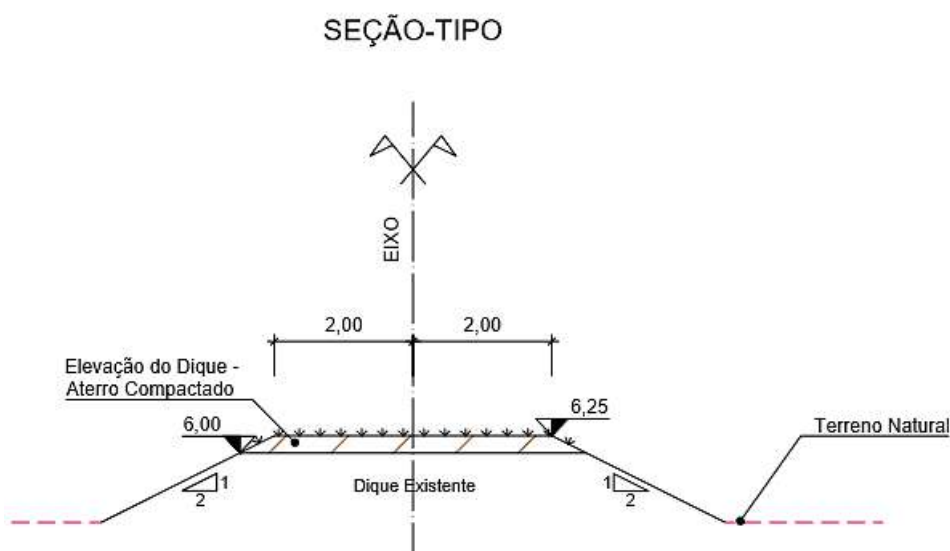
Propõe-se assim que a proteção do dique seja elevada em 25 cm para atender a borda livre mínima para tal estrutura.

- **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 elevação do dique é feita em terra com 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 87.



*Figura 87 - Seção-tipo dique de proteção São Leopoldo - Arroio Cerquinha.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos*

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique na margem direita e na esquerda. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 88.

- o **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.

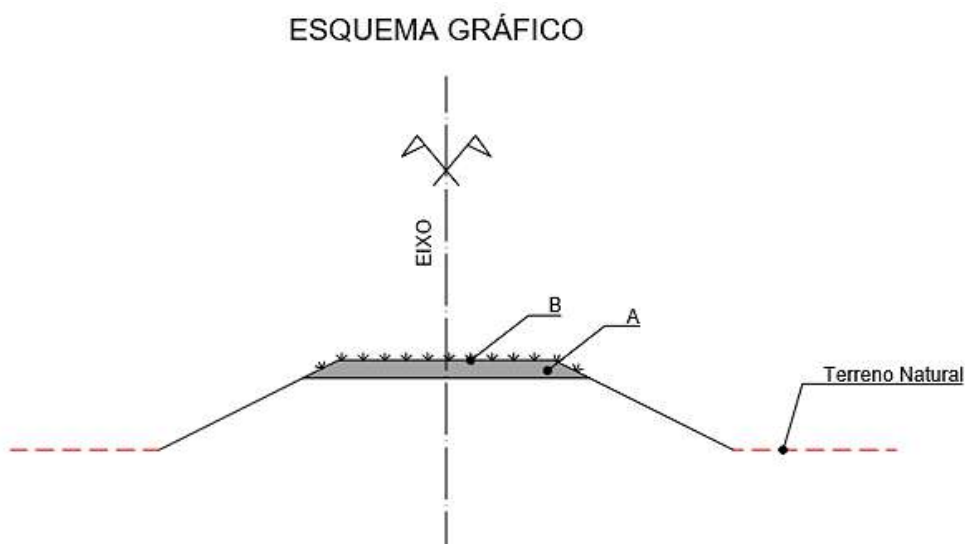
o Hidrossemeadura dos aterros

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.



LEGENDA

VOLUMES E ÁREAS 3D:

DIQUE MARGEM DIREITA:

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....	28484,39 m³
B = ENLEIVAMENTO.....	28597,88 m³

DIQUE MARGEM ESQUERDA:

A = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....	9224,54 m³
B = ENLEIVAMENTO.....	13272,11 m³

Figura 88 - Esquema gráfico dos volumes dos diques das margens do Arroio Cerquinha.
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Os quantitativos encontram-se no Quadro 33.

Quadro 33 - 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

✓ **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 a Rua Eugênio Emílio Daudt até o final do bairro.

A Figura 89 apresenta a localização das estruturas.



Figura 89 - Dique proposto no bairro Feitoria em São Leopoldo 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.

- o EB1 = 3+2R * 40CV (três bombas mais duas reservas cada com 400 CV de potência)
- o 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 90.

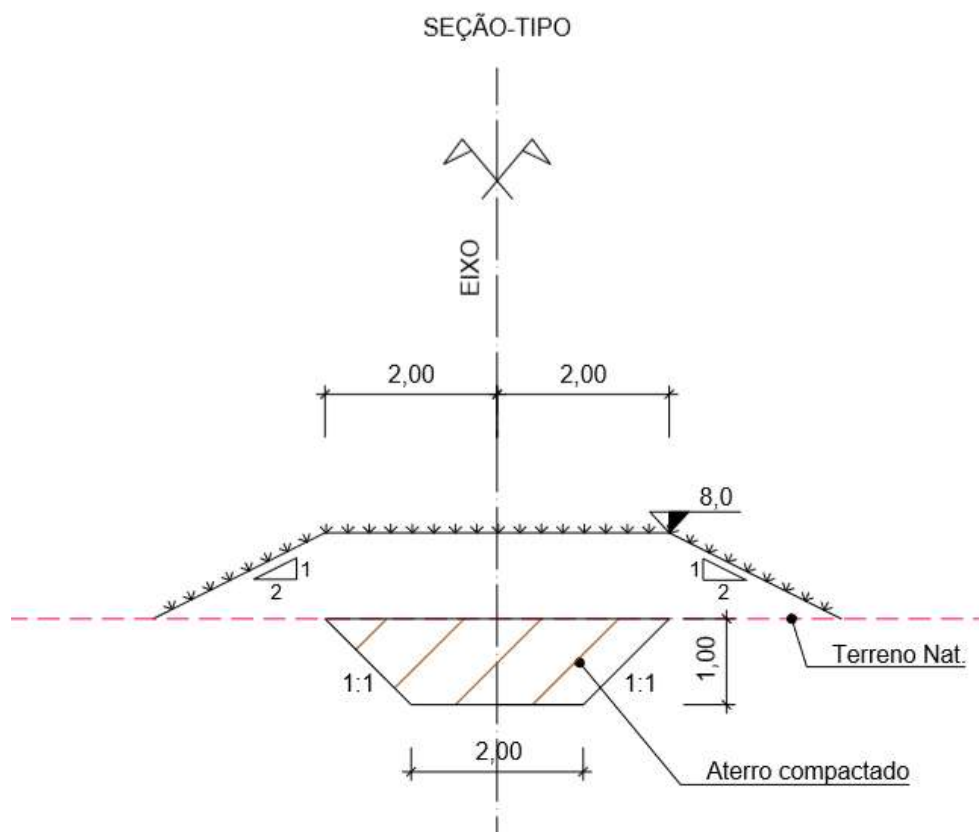


Figura 90 - Seção-tipo dique de proteção São Leopoldo / Feitoria
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 34. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 91.

- o **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.

- o **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.

- o **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.

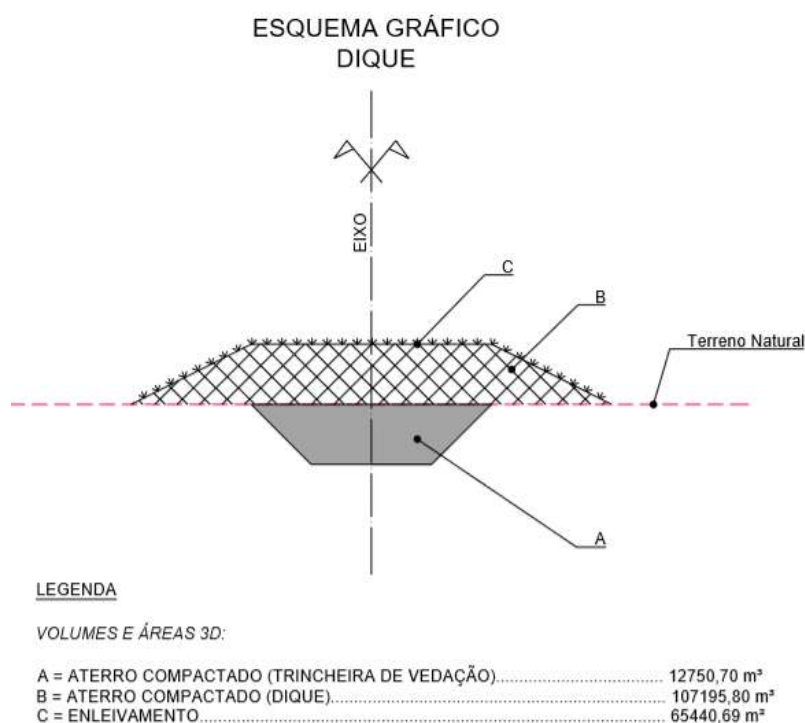


Figura 91 - Esquema gráfico dos volumes do dique na margem esquerda no bairro Feitoria
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 34 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Bairro Feitoria

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 92 apresenta a localização das estruturas.



*Figura 92 - Diques de proteção em Novo Hamburgo / Lomba Grande
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 93.

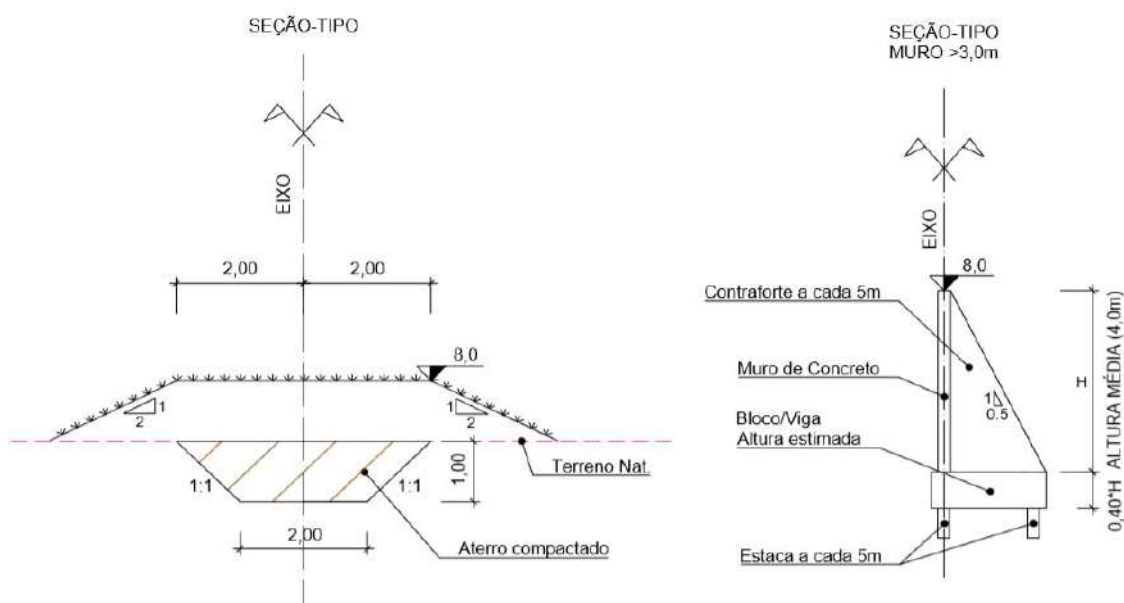


Figura 93 - Seções-tipo dos diques de proteção em Novo Hamburgo / Lomba Grande
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• Quantitativos e métodos construtivos

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 35.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 94.

o 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.

o 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.

o 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.

o 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.

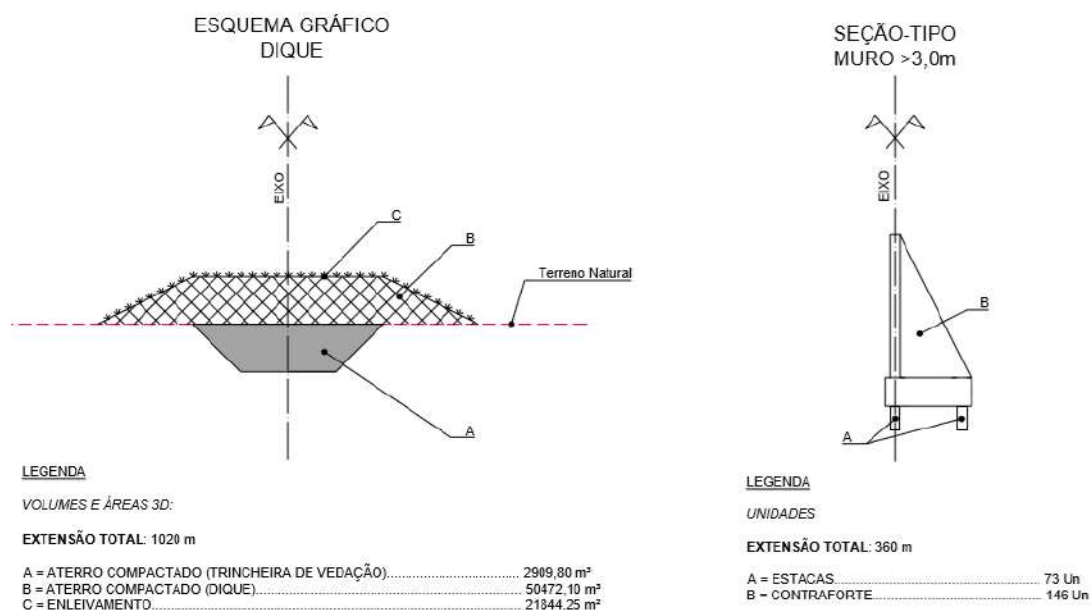


Figura 94 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Novo Hamburgo/ Lomba Grande

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 35 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Novo 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

✓ **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 95 apresenta a localização das estruturas.



- 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 $([1+1R] * 11 \text{ CV})$ e a outra estação de bombeamento deverá possuir uma bomba de 38 CV mais uma reserva $([1+1R] * 38 \text{ CV})$.

- 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 e do Arroio Schmidt, 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 96.

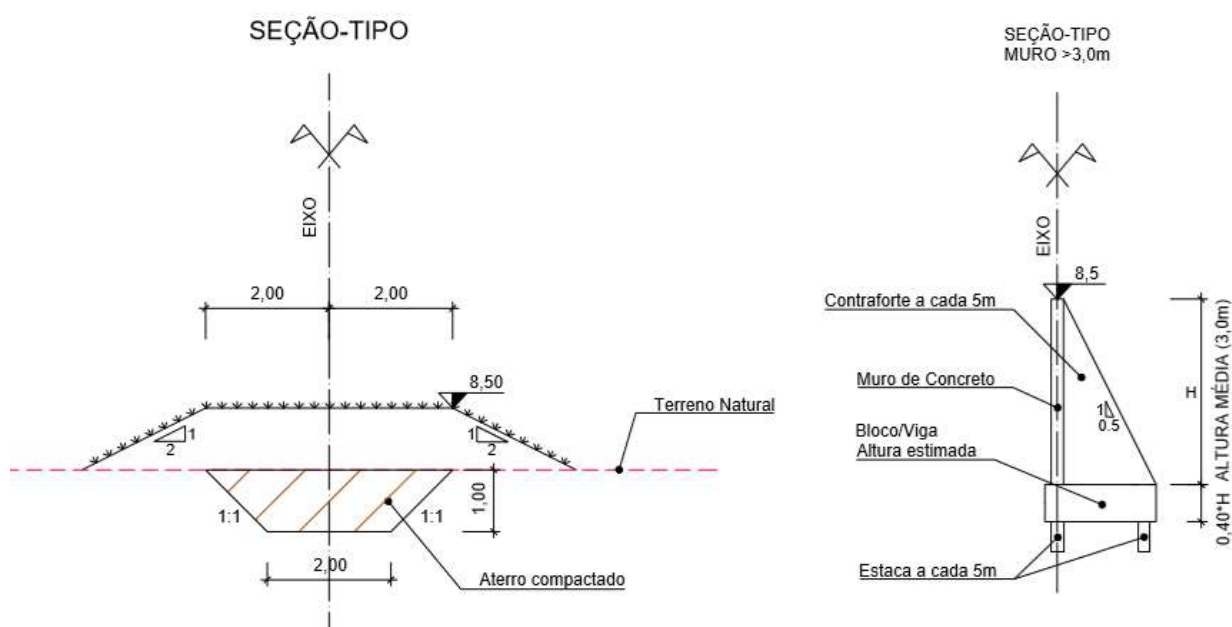


Figura 96 - Seção-tipo dique de proteção no Bairro N em Campo Bom
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 36.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 97, adiante.

o **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.

o **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.

o **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.

o **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.

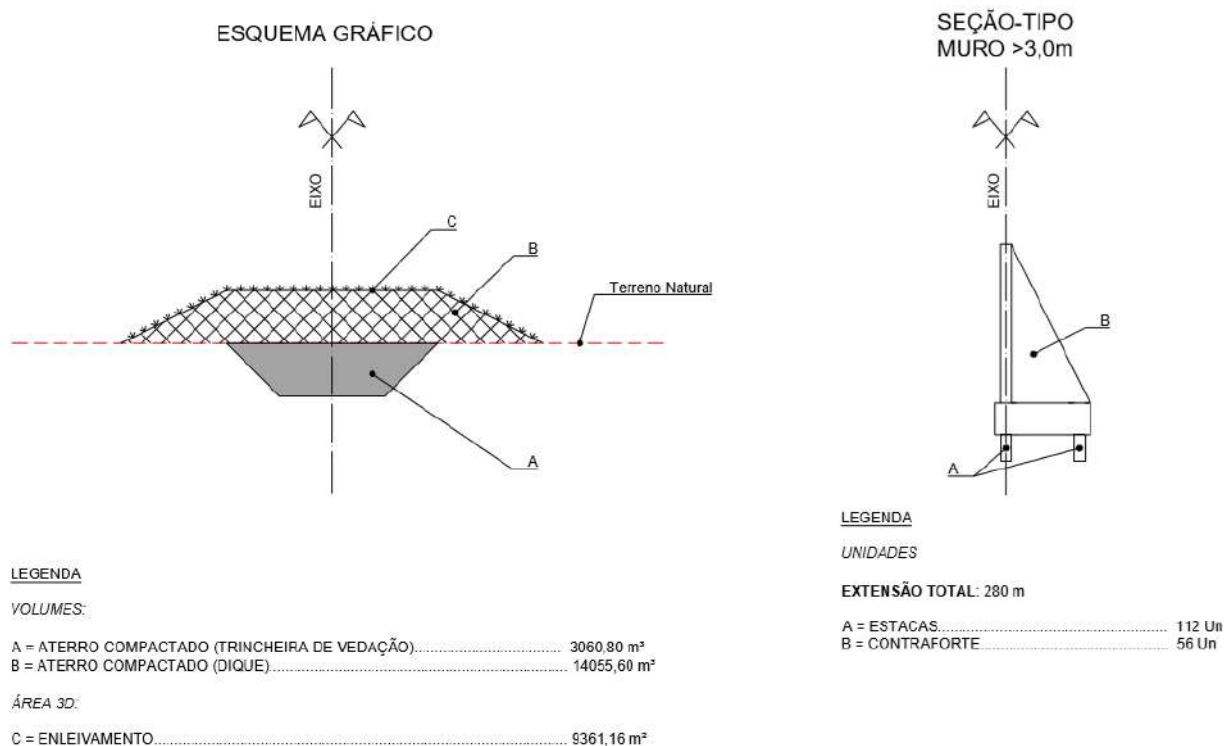


Figura 97 - Esquema gráfico dos volumes do dique no Bairro N em Campo Bom.

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 36 - Quantitativos das obras dos diques de proteção no Bairro N em Camo Bom

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. $_{méd} = 2,9$ 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

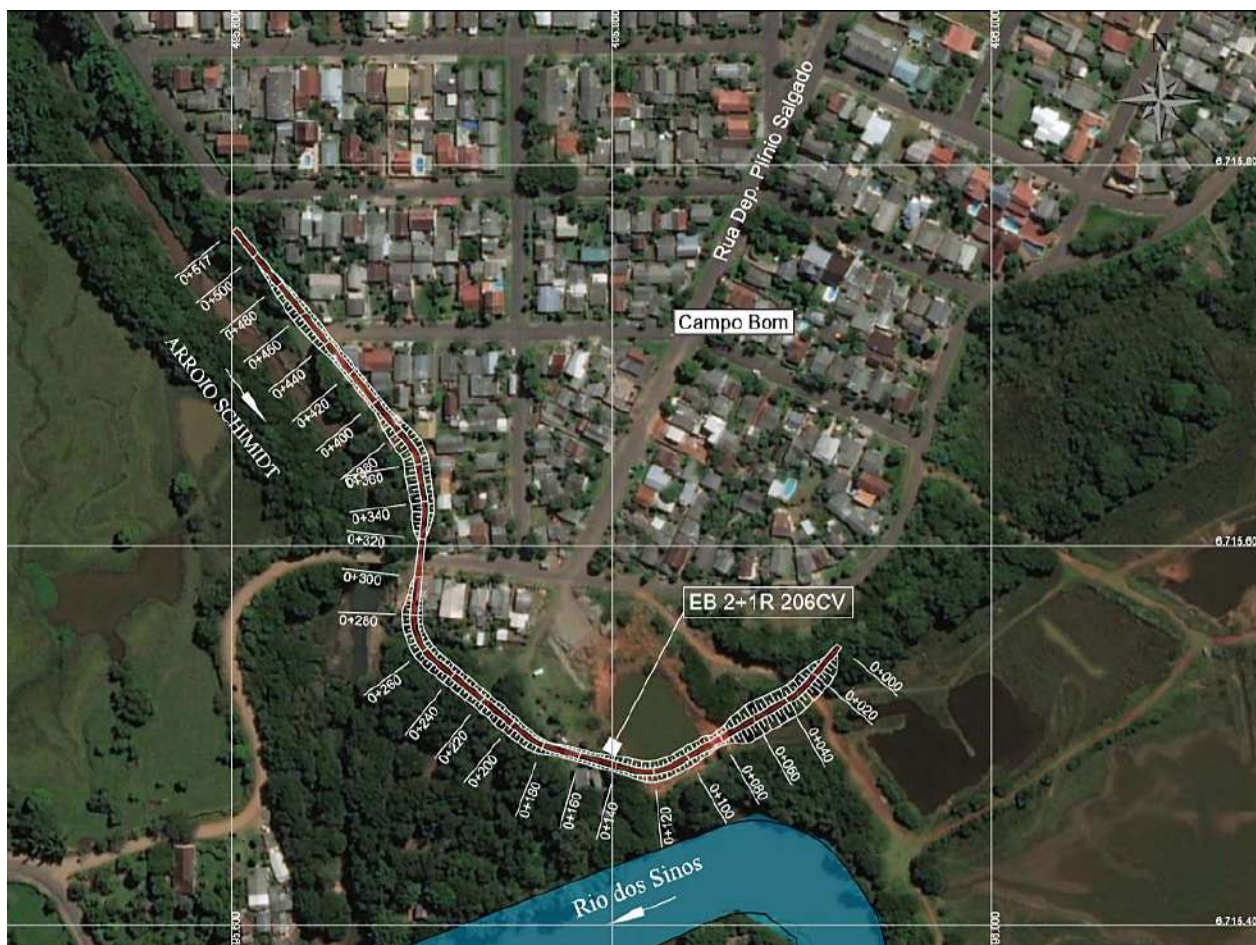
✓ Obras do Dique de Proteção de Campo Bom - Foz do Arroio Schmidt

• Localização e caracterização do problema

A área em questão localiza-se entre a Avenida dos Municípios e o Rio dos Sinos no lado esquerdo da Foz do Arroio Schmidt.

O problema a ser resolvido nessa região é causado primariamente pela cheia do Rio dos Sinos e pelo remanso causado no Arroio Schmidt. Dado que os eventos de cheias ocorrem tanto no Arroio Schmidt 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.

Portanto, a solução não se restringe ao remanso do Rio dos Sinos no Schmidt, sendo integrada às áreas inundáveis pelo próprio Schmidt. A Figura 98 apresenta a localização das estruturas.



*Figura 98 - Dique proposto junto à foz do Arroio Schmidt 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 8,80 m e um sistema de bombeamento localizado na parte mais ao sul da área protegida.

O dique proposto será separado pela estrutura da ponte da Avenida dos Estados sobre o Arroio Schmidt à qual as obras de terra deverão fazer o encontro estrutural. 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.

A Estação de Bombeamento deverá drenar uma área de 19 hectares e possuir duas bombas de 206 CV mais uma reserva ([2+1R] * 206 CV).

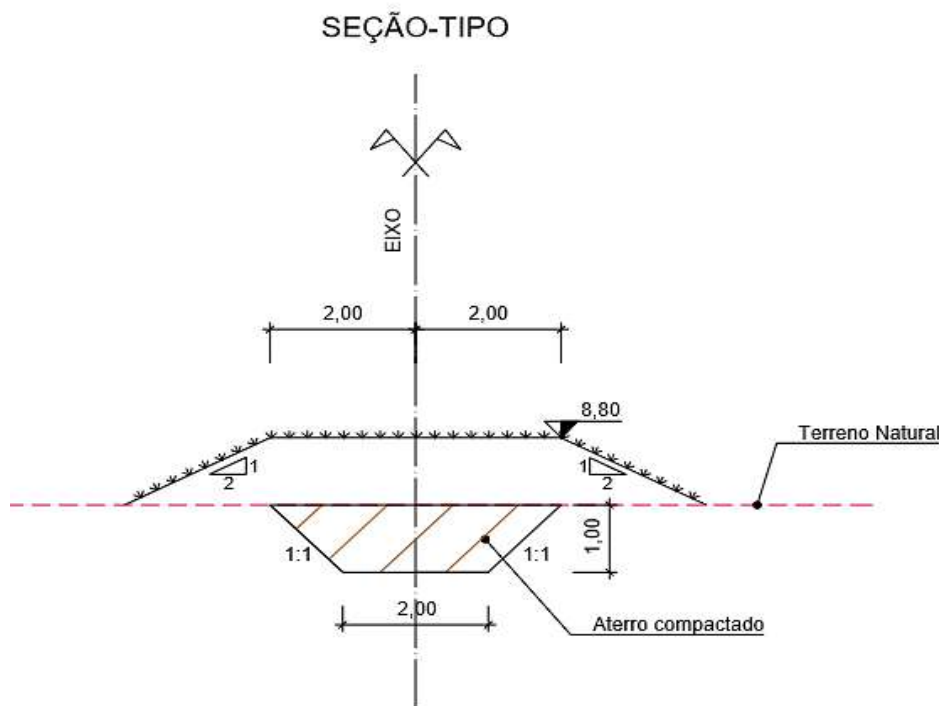
- **Análise geotécnica e seção-tipo das obras propostas**

A concepção das obras tem como objetivo a diminuição da exposição ao risco de eventos de cheias do Rio dos Sinos e do Arroio Schmidt, o que é alcançado elevando-se um novo dique até a cota 8,80 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 99.



*Figura 99 - Seção-tipo dique de proteção na foz do Arroio Schmidt
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos*

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra do dique, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 36.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 100.

- o **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.

- o **Construção dos diques de vedação**

Após a limpeza do terreno, o dique de proteção de cheias será elevado até a cota 8,8 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.

o Hidrossemeadura dos aterros

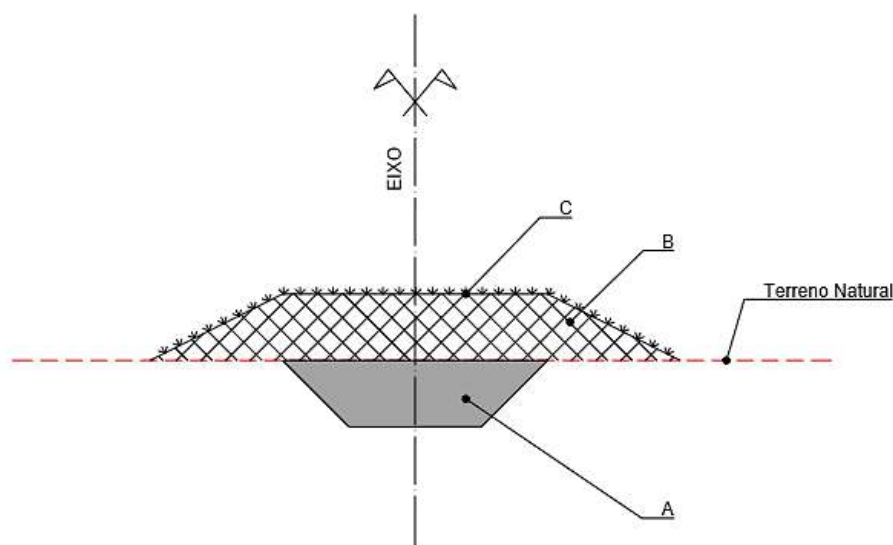
Realização da regularização da superfície, incorporação de fertilizantes e corretivos (calcário dolomítico) lançado em toda a área do talude. Preparo da solução no caminhão pipa espargidor.

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.

ESQUEMA GRÁFICO



LEGENDA

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO)..... 1087,01 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE)..... 4936,03 m³

ÁREA 3D:

C = ENLEIVAMENTO..... 5280,22 m²

Figura 100 - Esquema gráfico dos volumes do dique junto à foz do Arroio Schmidt
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 37 - Quantitativos das obras dos diques de proteção na foz do Arroio Schmidt

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida	4.936	m³
2	Cut-off	1.087	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	5.280	m²
4	Casa de Bombas EB 2+1R	3 x 206	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.8.6 Propostas das Intervenções Estruturais no Médio Sinos - Cenário 2

São analisadas e propostas intervenções estruturais na bacia em diferentes locais. As intervenções são descritas abaixo por região.

São propostas duas alternativas para o **Cenário 2** na região de Igrejinha.

- Dique ao Norte do município de Três Coroas na confluência do Arroio Angabei com o Rio Paranhana nas margens direita do Paranhana e esquerda do Angabei. Localizados ao Sul do bairro Sander.
- Alternativa C2-MS-A Igrejinha (proteção apenas na margem esquerda)
 - o Dique ao Norte do município de Igrejinha, na margem esquerda do Rio Paranhana. Localizado à Oeste do Bairro Moinho.
 - o Dique ao centro do município de Igrejinha, mais a jusante do dique anteriormente citado, protege o Centro do município e o bairro 15 de Novembro.
- Alternativa C2-MS-B Igrejinha (proteção em ambas as margens)
 - o Diques de terra e muros de concreto na margem esquerda do Rio Paranhana no município de Igrejinha.
 - o Diques de terra e muros de concreto na margem direita do Rio Paranhana no município de Igrejinha.

A alternativa A do **Cenário 2** do Médio Sinos é mais conservadora e menos extensiva no quesito estrutural, propondo menos intervenções estruturais, uma vez que a extensão dos diques necessários nessa região são grandes, portanto, se imaginou compor as alternativas estruturais (diques) e não-estruturais (zoneamento e desapropriação) de forma mais balanceada.

As intervenções propostas visam minimizar a exposição ao risco de cheias das populações que habitam essas regiões.

Analizou-se o impacto de tais intervenções a regiões vizinhas, para que não houvesse externalidades fora dos limites aceitáveis de altura da lâmina d'água nas cheias e de expansão das áreas inundáveis.

Todas as intervenções propostas, cuja análise, seções-tipo, quantitativos e métodos construtivos são apresentados a seguir, têm a sua localização indicada na Figura 101.

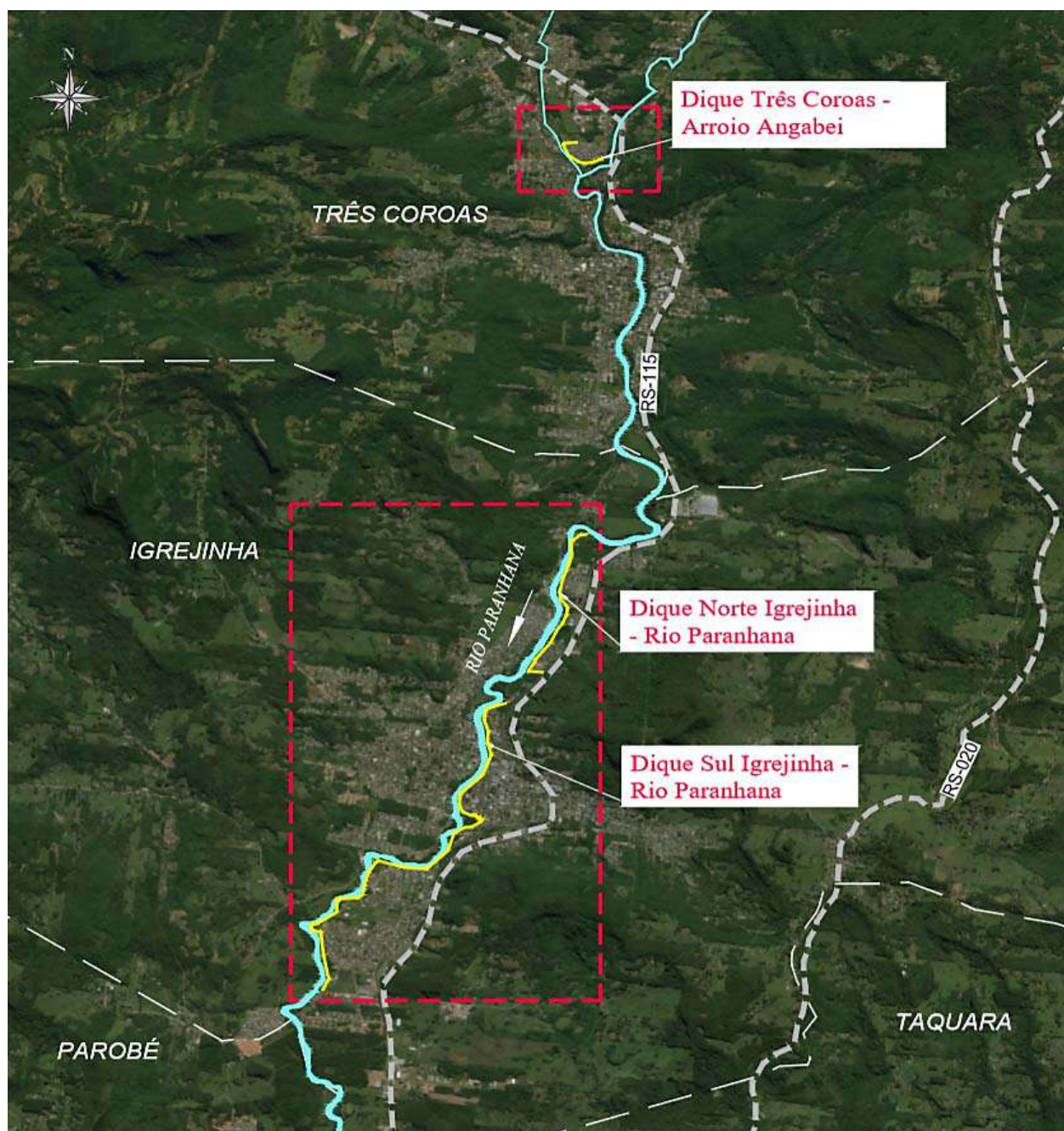


Figura 101 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Médio Sinos C2A
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Já a Alternativa B do **Cenário 2** do Médio Sinos é menos conservadora e mais extensiva estruturalmente que a Alternativa A, propondo proteção por diques basicamente em todas as áreas com risco de inundações.

Por ser mais extensiva estruturalmente, passa a canalizar de forma mais acentuada as vazões de cheias que passam no Rio Paranhana, principalmente no trecho de Igrejinha. Nessa alternativa, as velocidades são intensificadas, portanto as obras são propostas de forma a permitir esse escoamento, sem que haja deterioração do leito do rio e das obras propostas.

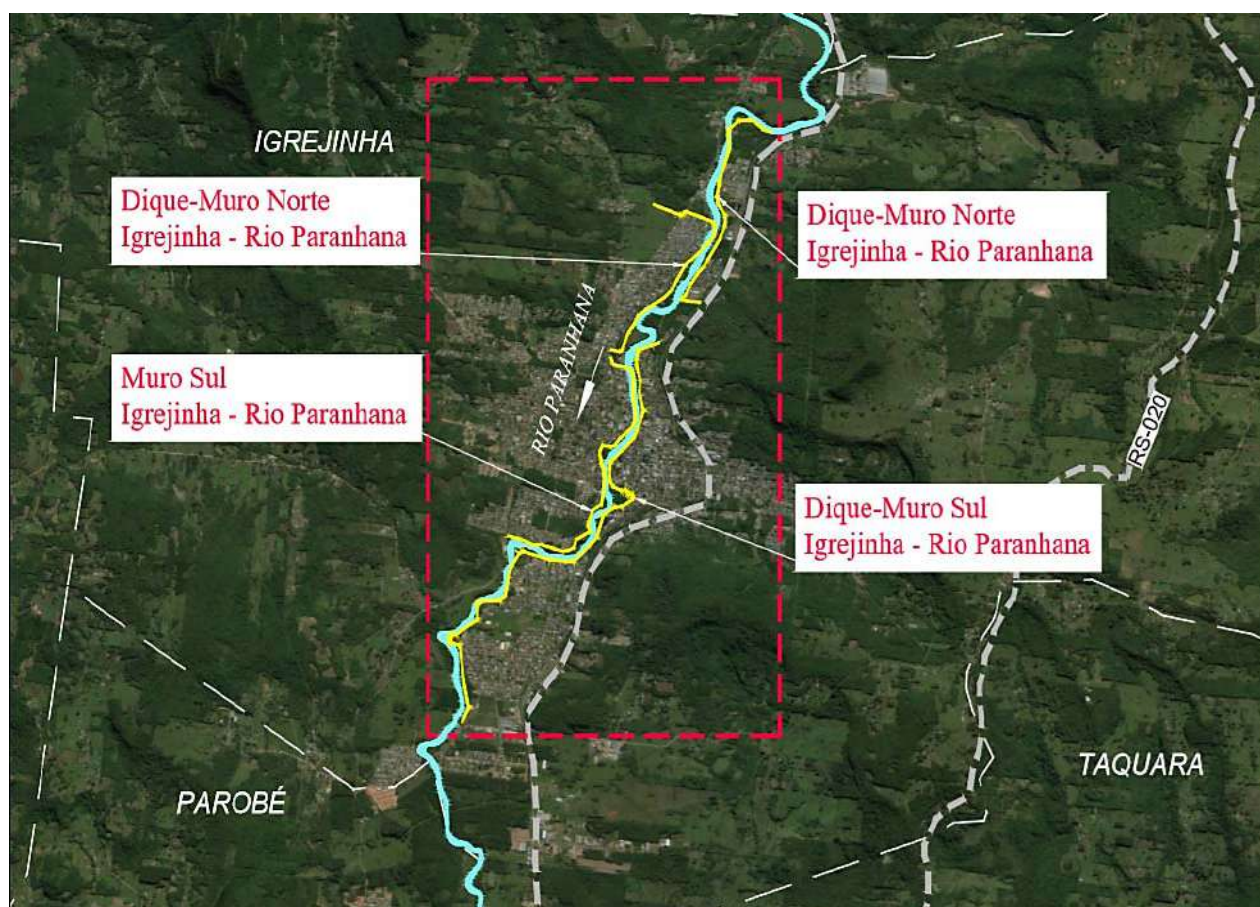
Devido o alto grau de urbanização da região, foi necessária a composição de obras de terra nas áreas com mais área para implantação da proteção e obras de concreto, onde há menores áreas de implantação das proteções.

Em comparação à Alternativa A, o custo de obras se eleva, no entanto o custo com desapropriações diminui. Essas comparações são realizadas com detalhe nos orçamentos capítulo 3.8.9.

Conforme todos os outros cenários, as intervenções propostas visam minimizar a exposição ao risco de cheias das populações que habitam essas regiões.

Também de forma análoga aos outro cenário, analisou-se o impacto das intervenções às regiões vizinhas, para que não houvesse externalidades fora dos limites aceitáveis de altura da lâmina d'água nas cheias e de expansão das áreas inundáveis.

Todas as intervenções propostas, cuja análise, seções-tipo, quantitativos e métodos construtivos são apresentados a seguir, têm a sua localização indicada na Figura 102.



*Figura 102 - Localização das intervenções para minimização de cheias no Médio Sinos C2B
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos*

✓ **Obras do Dique de Proteção ao Norte de Três Coroas - Bairro Sander**

• **Localização e caracterização do problema**

A área em questão se encontra na parte norte da confluência Rio Paranhana e o Arroio Angabei. A Figura 103 apresenta a localização das estruturas.

O dique de proteção visa proteger o Bairro Sander tanto das inundações do Rio Paranhana, quanto das inundações do Arroio Angabei. Há uma casa de bombas proposta ao sul da região protegida para a drenagem local durante os eventos de cheias.



Figura 103 - Dique proposto na margem esquerda do Arroio Angabei e sistema de bombeamento
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

Para proteção da área em questão proposto um sistema de diques de terra e sistema de bombeamento.

O dique de terra deverá atingir a cota de 54,00 m e cobrir a área entre o cruzamento da Rua das Hortênsias e Rua Jasmim até a Rua Antônio Oppitz na altura da Igreja.

O sistema de bombeamento proposto deverá ser instalado próximo à ponte sobre o Arroio Angabei e possuir duas bombas de 25 CV e uma reserva $([2+1R] \times 25CV)$ de potência instalada.

- **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.

A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 104.

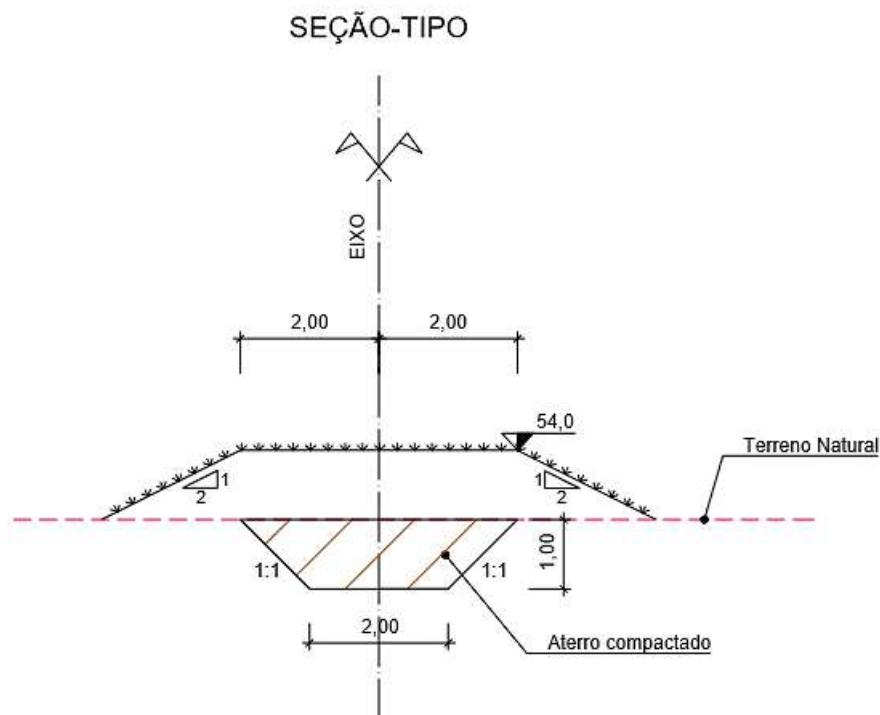


Figura 104 - Seção-tipo do dique de proteção do Arroio Angabei
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 38. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 105.

- o **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.

- o **Construção dos diques de vedação**

Após a limpeza do terreno, o dique de proteção de cheias será elevado até a cota 54,0 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.

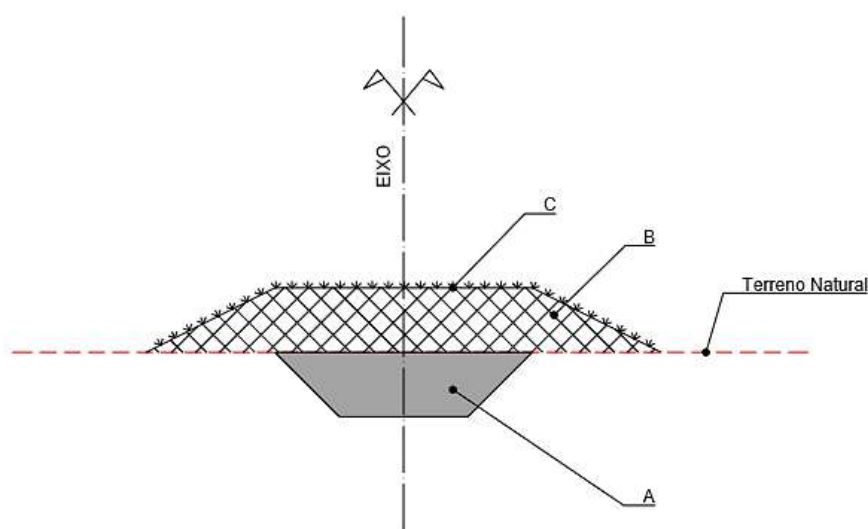
o Hidrossemeadura dos aterros

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.

ESQUEMA GRÁFICO



LEGENDA:

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO).....2242,48 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....3653,60 m³

ÁREA 3D:

C= ENLEIVAMENTO.....5759,72 m²

Figura 105 - Esquema gráfico dos volumes do dique do Arroio Angabei

Quadro 38 - Quantitativos das obras dos diques de proteção na confluência do Arroio Angabei

Item	Descrição	Quant	Unidade
1	Material importado de jazida	3.700	m³
2	Cut-off	2.250	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	5.760	m²
4	Casa de Bombas EB 2+1R	3 x 25	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Alternativa C2-MS-A - Dique de Proteção em Igrejinha (Norte) - Bairro Moinho**

• **Localização e caracterização do problema**

A alternativa A é dividida no trecho Norte e trecho Sul (proteção apenas na margem esquerda). A região ao Norte compreende a margem esquerda do rio Paranhana do início da Rua Independência até aproximadamente a Fábrica Santinelli Calçados.

Há uma casa de bombas prevista no terço médio do comprimento do dique para a drenagem local. A Figura 106 apresenta a localização das estruturas.

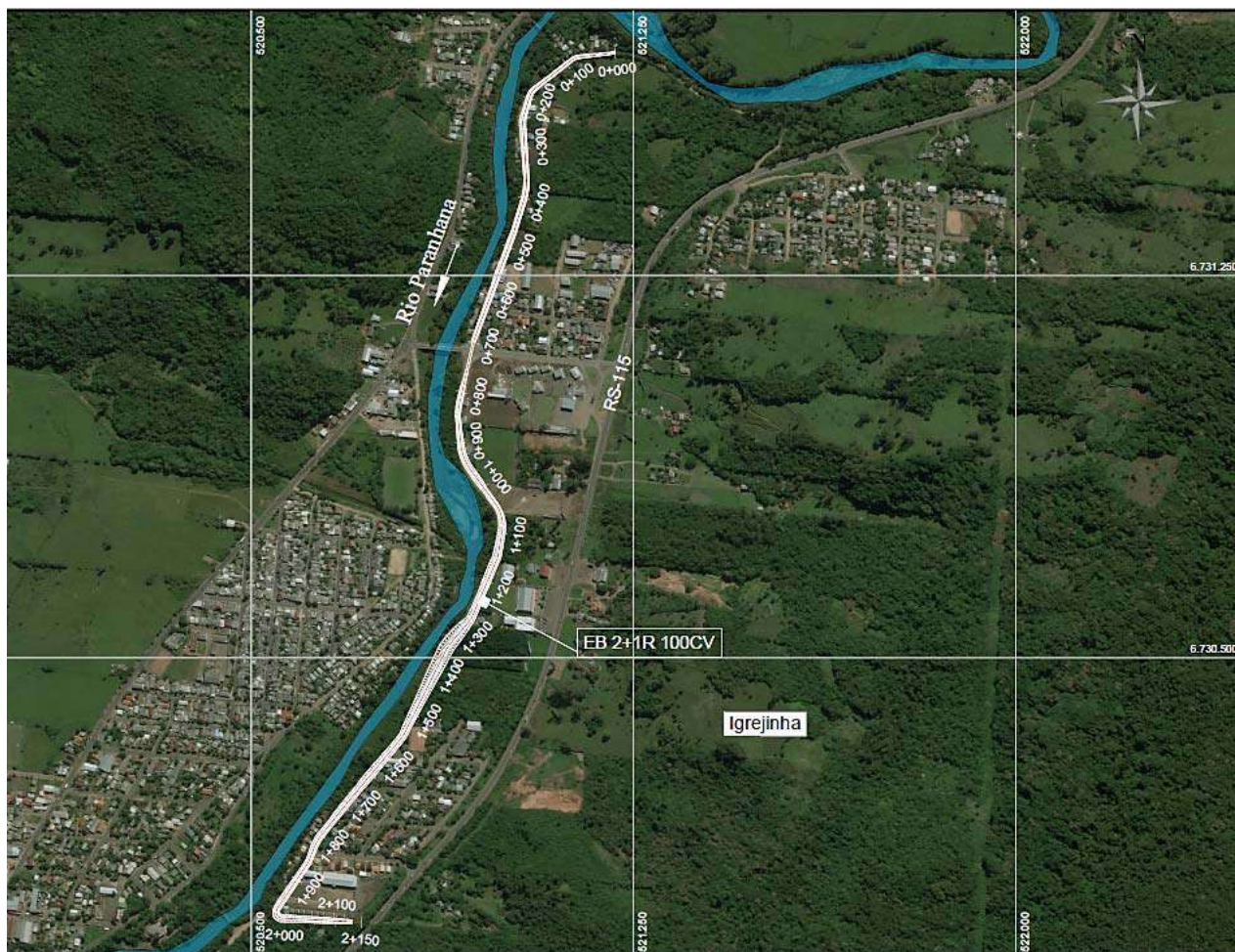


Figura 106 - Dique de proteção em Igrejinha, no Bairro Moinho e sistema de bombeamento
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A obra para proteção desta região consiste em um dique na cota 39,00 m, perfazendo aproximadamente 870 m.

Em conjunto a este dique deverá ser instalada uma estação de bombeamento composta de duas bombas de 100 CV mais uma reserva ([2+1R] x 100 CV) para drenagem da área.

• **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. A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 107.

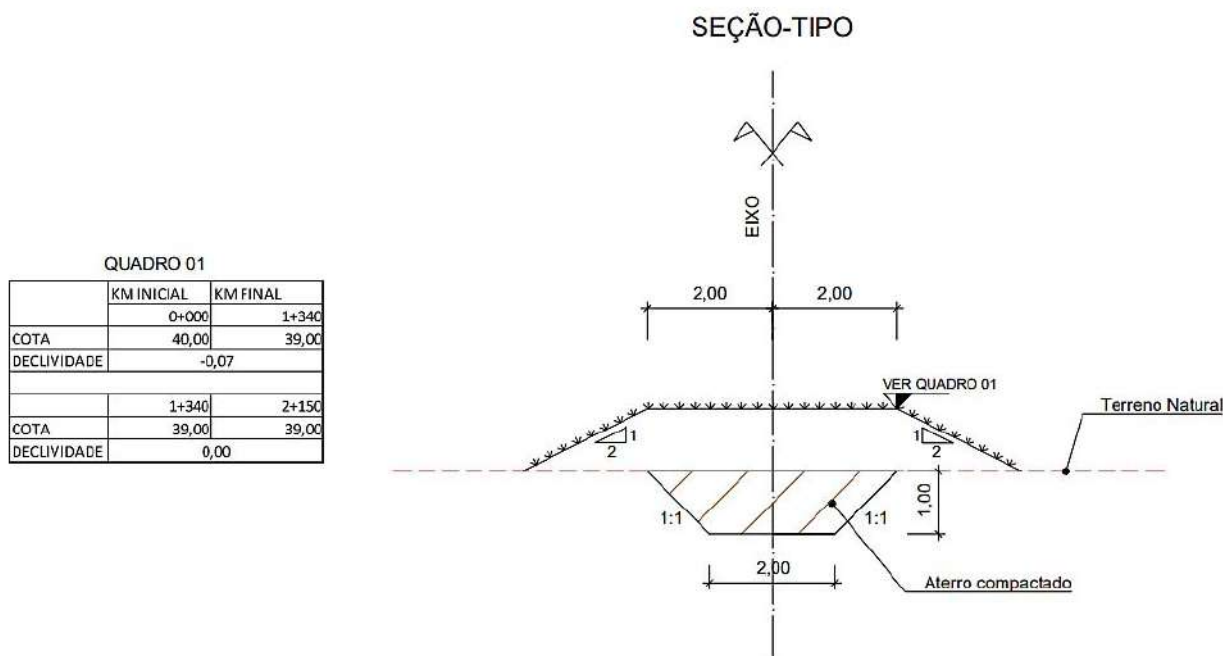


Figura 107 - Seção-tipo do dique de proteção a ser construído em Igrejinha no Bairro Moinho
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• Quantitativos e métodos construtivos

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 39.

O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 108.

o 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.

o Construção dos diques de vedação

Após a limpeza, o dique de proteção de cheias será elevado até a cota 39,0 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.

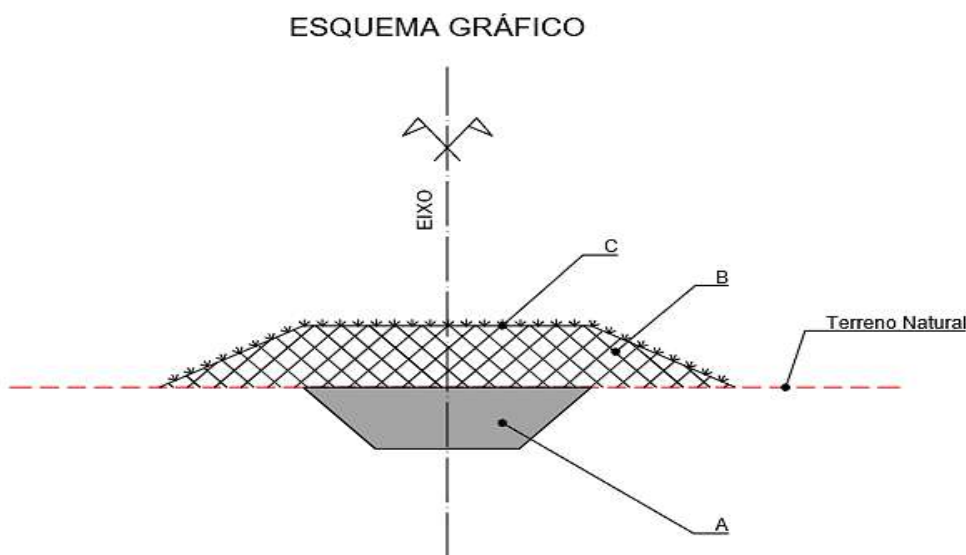
Devido às baixas velocidades de fluxo, assim como ao reduzido tempo de permanência do nível de água elevado, o dique em solo compactado não terá revestimento em enrocamento.

o 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.



LEGENDA

VOLUMES:

A = ATERRO COMPACTADO (TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO).....6220,74 m³
B = ATERRO COMPACTADO (DIQUE).....42814,69 m³

ÁREA 3D:

C = ENLEIVAMENTO.....29174,02 m²

Figura 108 - Esquema gráfico dos volumes do dique de proteção no Bairro Moinho, em Igrejinha

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 39 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Igrejinha - Bairro Moinho

Item	Descrição	Quant	Unidade
1	Material importado de jazida	42.800	m ³
2	Cut-off	6.200	m ³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	29.174	m ²
4	Casa de Bombas 2+1R (100 CV)	3 x 100	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Alternativa C2-MS-A - Diques de Proteção em Igrejinha (Sul)**

• **Localização e caracterização do problema**

A área ao Sul consiste de um longo trecho da margem esquerda do Paranhana junto aos Bairros Centro e 15 de Novembro compreendendo a R. Independência x R. R. A. Bischof até a R. Marechal Deodoro da Fonseca, perfazendo aproximadamente 5.600 metros.

Estão previstas as implantações de duas casas de bombas para a drenagem local. A Figura 109 apresenta a localização das estruturas.

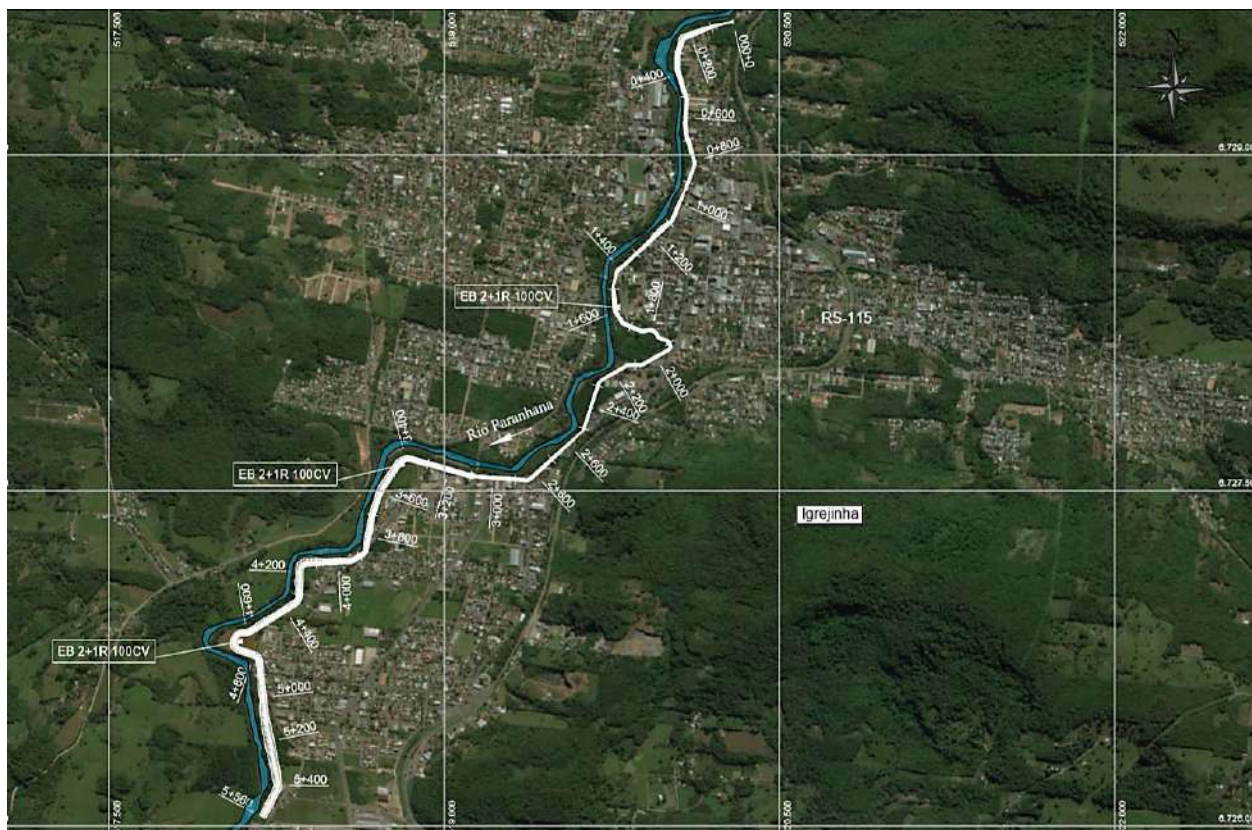


Figura 109 - Dique de proteção proposto em Igrejinha nos bairros Centro e 15 de Novembro
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

A proposta para proteção desta região consistiu na execução de um dique ao longo de todo o trecho em 3 cotas distintas. Nos primeiro 1000 m do trecho o dique atingirá a cota 38,00 m. A partir da ponte da R. 1º de Junho sobre o Rio Paranhana o dique deverá atingir a cota 36,00 m. A partir da ponte da Travessa Pontal a cota que o dique deverá atingir ser 33,50 m, por aproximadamente 3.000 m a partir do ponto.

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

- o EB1 = 2+1R * 150CV (duas bombas mais uma reserva cada com 150 CV de potência)
- o EB2 = 2 +1R * 120CV (duas bombas mais uma reserva cada com 120 CV de potência)

- **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.

A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 110.

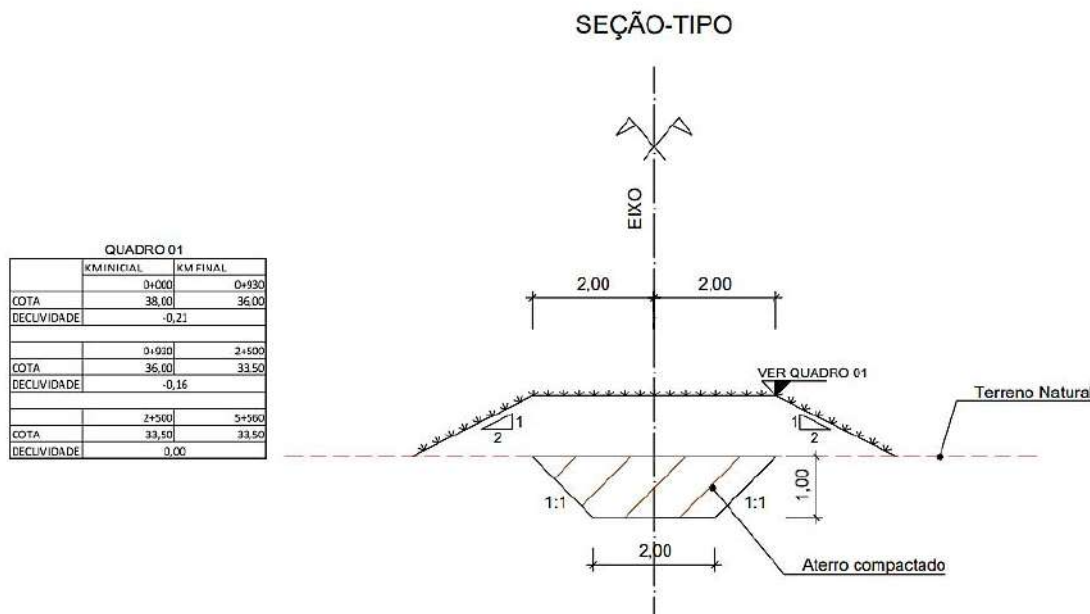


Figura 110 - Seção-tipo do dique de proteção em Igrejinha nos bairros Centro e 15 de Novembro
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 40. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 111.

- o **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.

- o **Construção dos diques de vedação**

Após a limpeza do terreno, o dique de proteção de cheias, que é dividido em dois trechos, será elevado até as cotas 38,0 m e 33,5 m em cada trecho 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.

o 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.

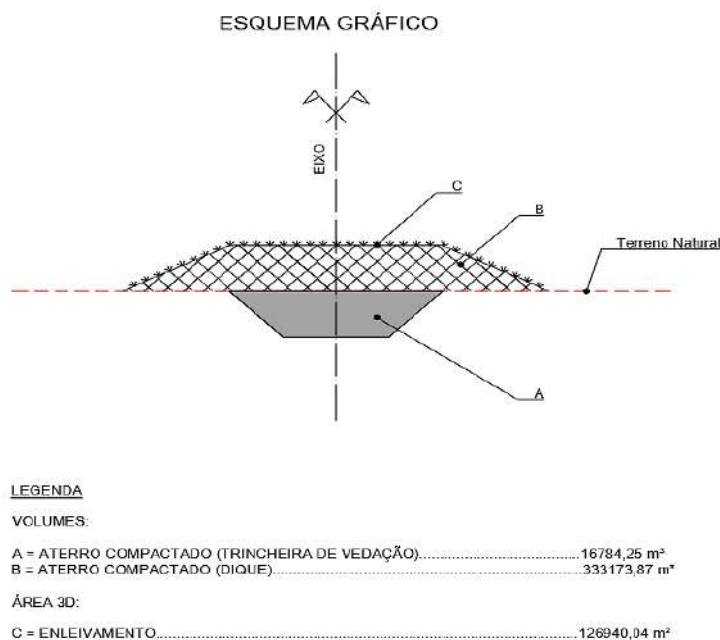


Figura 111 - Esquema gráfico dos volumes do dique de proteção a ser construído em Igrejinha
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 40 - Quantitativos das obras dos diques em Igrejinha nos bairros Centro e 15 de Novembro

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Material importado de jazida	333.200	m³
2	Cut-off	16.800	m³
3	Enleivamento / Hidrossemeadura	126.940	m²
4	Casa de Bombas nº 1 EB 2+1R (100 CV)	3 x 100	CV
5	Casa de Bombas nº 2 EB 2+1R (100 CV)	3 x 100	CV
6	Casa de Bombas nº 3 EB 2+1R (100 CV)	3 x 100	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Alternativa C2-MS-B - Diques de Proteção em Igrejinha (Norte)**

• **Localização e caracterização do problema**

Na alternativa B, as estruturas são divididas em diques Norte e diques Sul (ambas as margens). A área protegida ao Norte 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 112 apresenta a localização das estruturas.

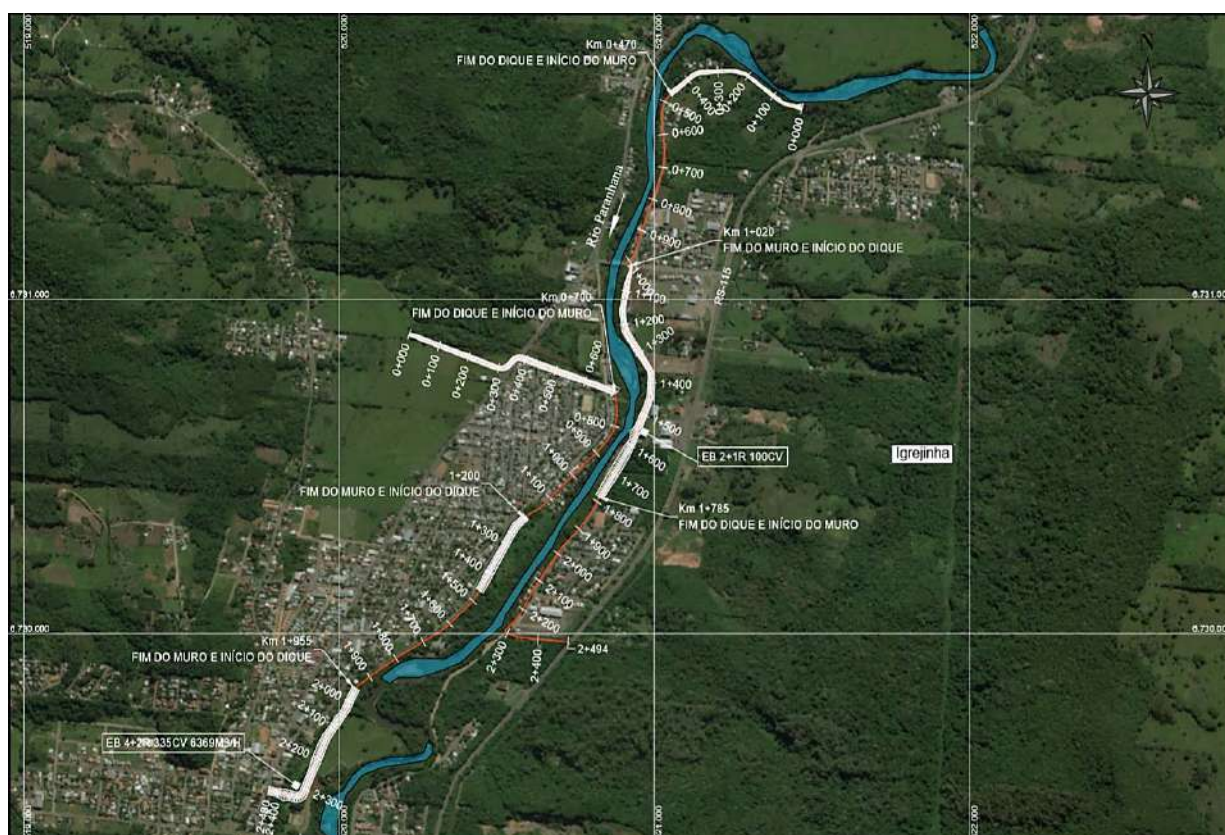


Figura 112 - Diques de proteção propostos e sistemas de bombeamento em Igrejinha Norte
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- 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.

- o Margem Direita: EB1 = 4 + 2 R * 335 CV (quatro bombas mais duas reservas cada com 335 CV de potência)
- o 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 113.

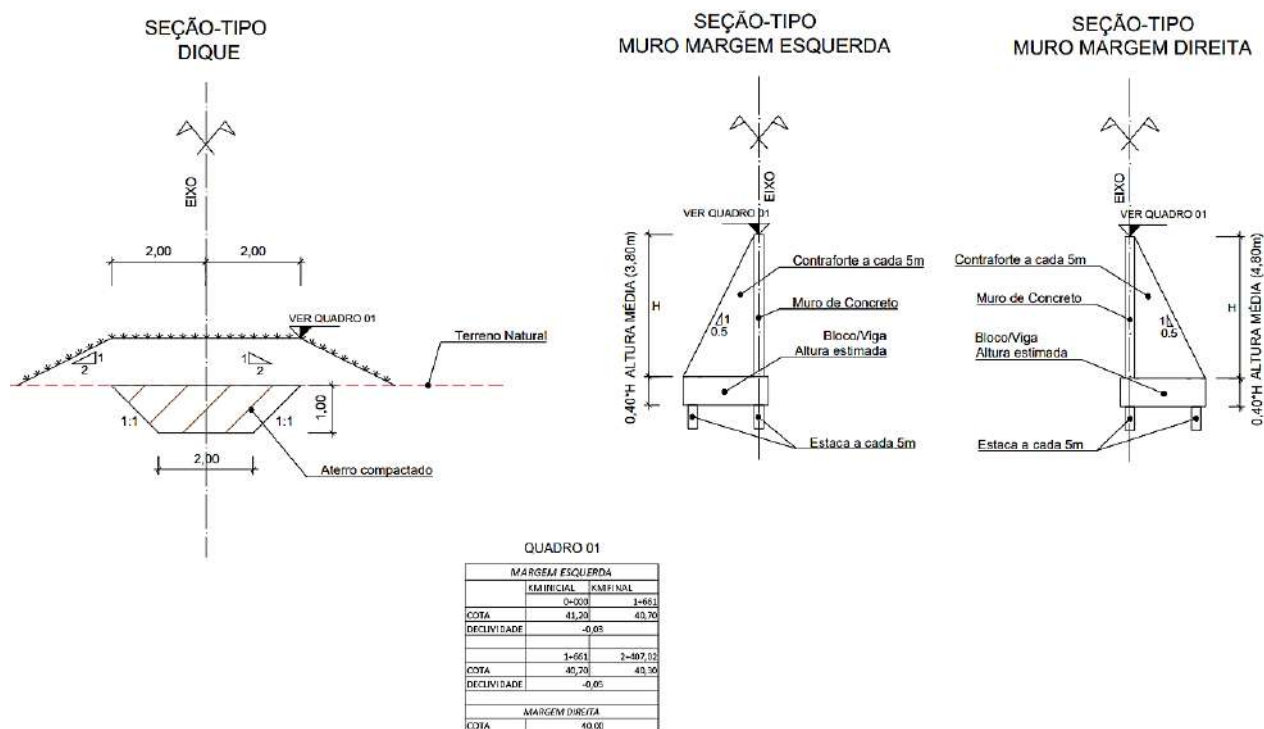


Figura 113 - Seção-tipo dos diques em Igrejinha Norte
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 41. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 114.

- o **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.

- o **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.

- o **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.

o 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.

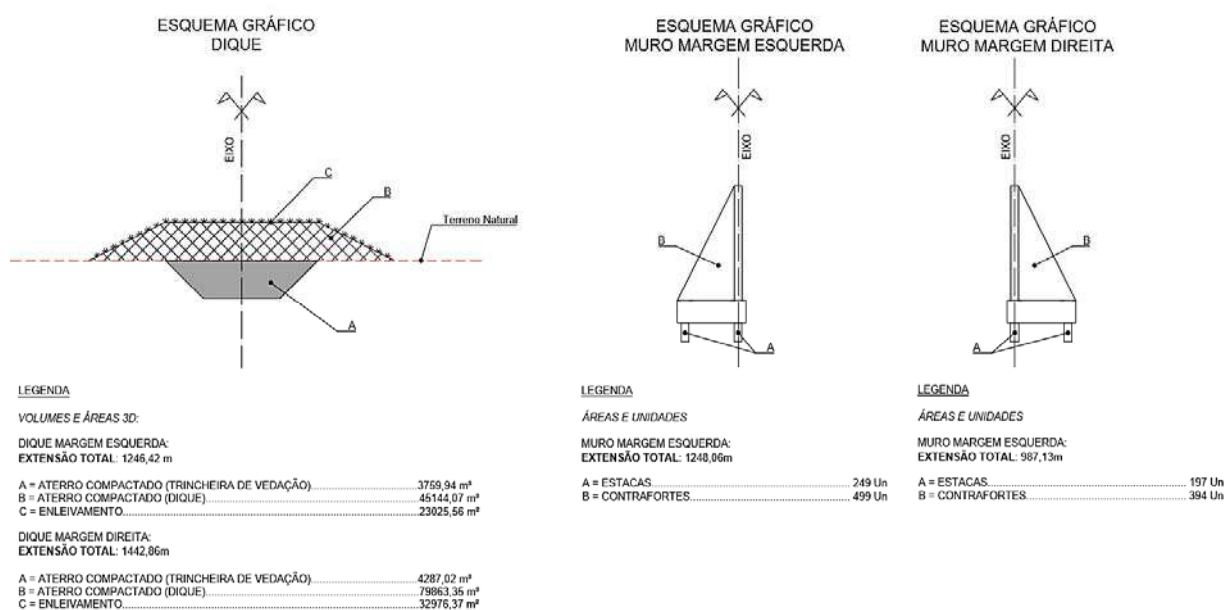


Figura 114 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Igrejinha Norte
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 41 - Quantitativos das obras dos diques 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

Item	Descrição	Quant.	Unidade
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

✓ **Alternativa C2-MS-B - Diques de Proteção em Igrejinha (Sul)**

o Localização e caracterização do problema

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

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.

A Figura 115 apresenta a localização das estruturas.

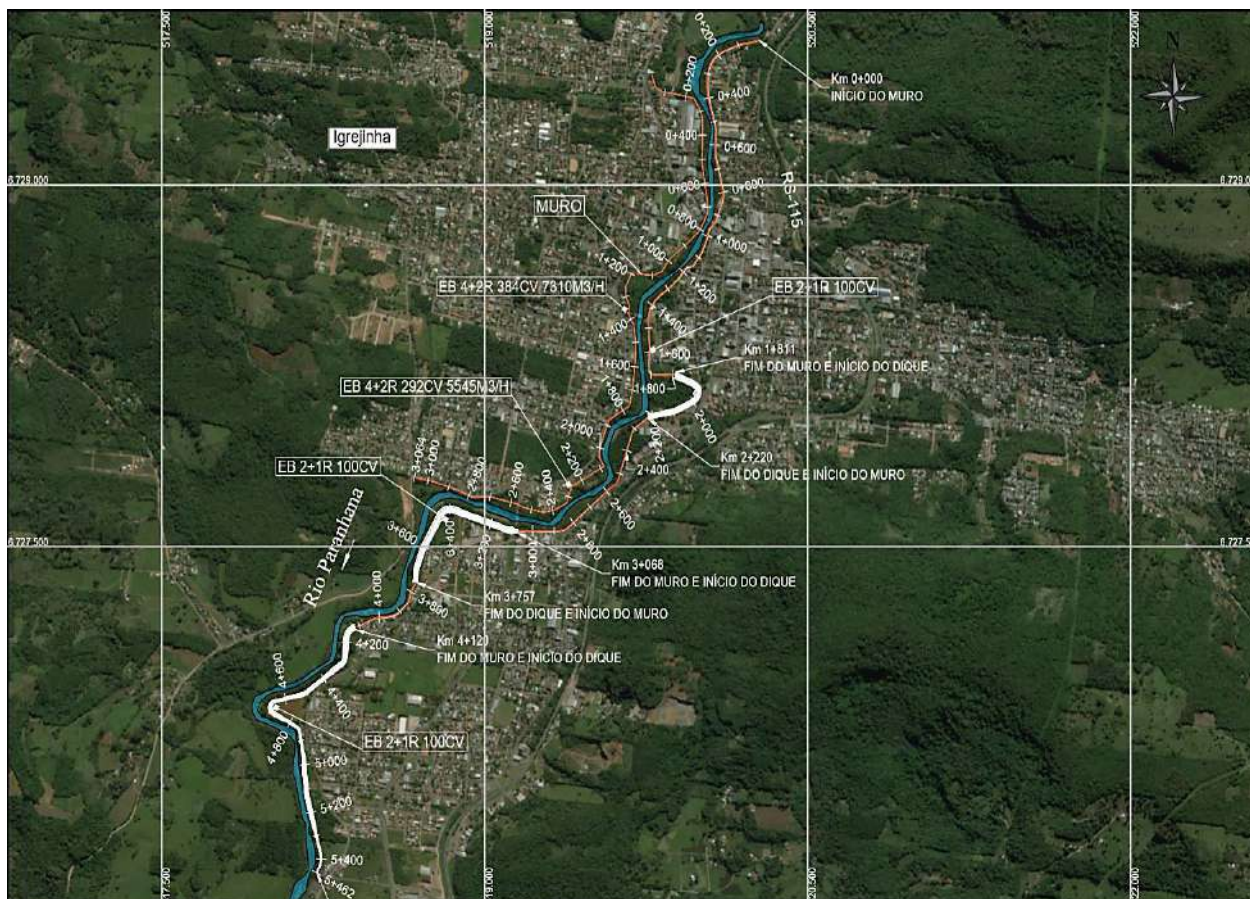


Figura 115 - Diques de proteção e sistemas de bombeamento propostos em Igrejinha Sul
 Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **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 40,00 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.

o **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).

o **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 116.

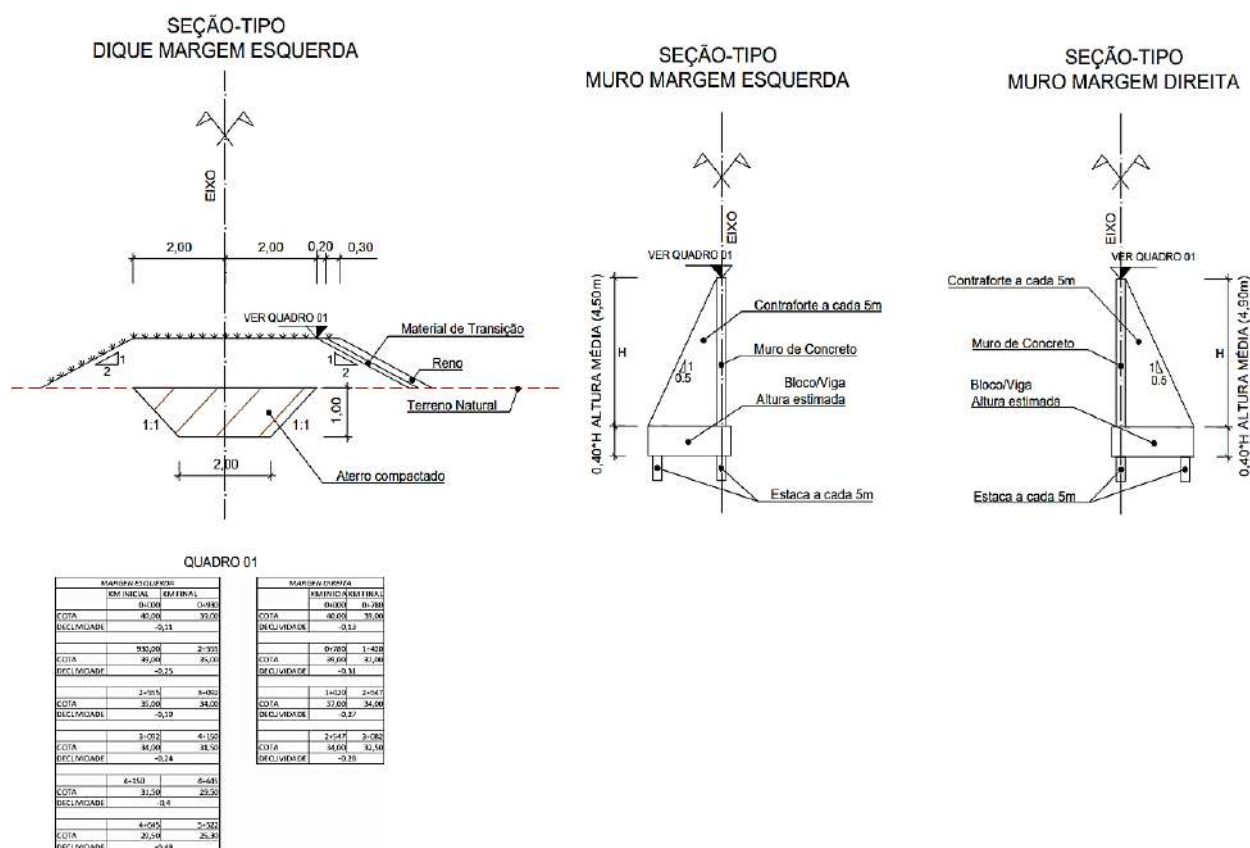


Figura 116 - Seção-tipo dos diques em Igrejinha Sul
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• Quantitativos e métodos construtivos

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 42. O esquema gráfico dos volumes é apresentado na Figura 117.

o 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.

o **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.

o **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.

o **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 colocada a tampa sobre o colchão e amarrada as bordas, sempre unindo a borda de colchões vizinhos.

o 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.

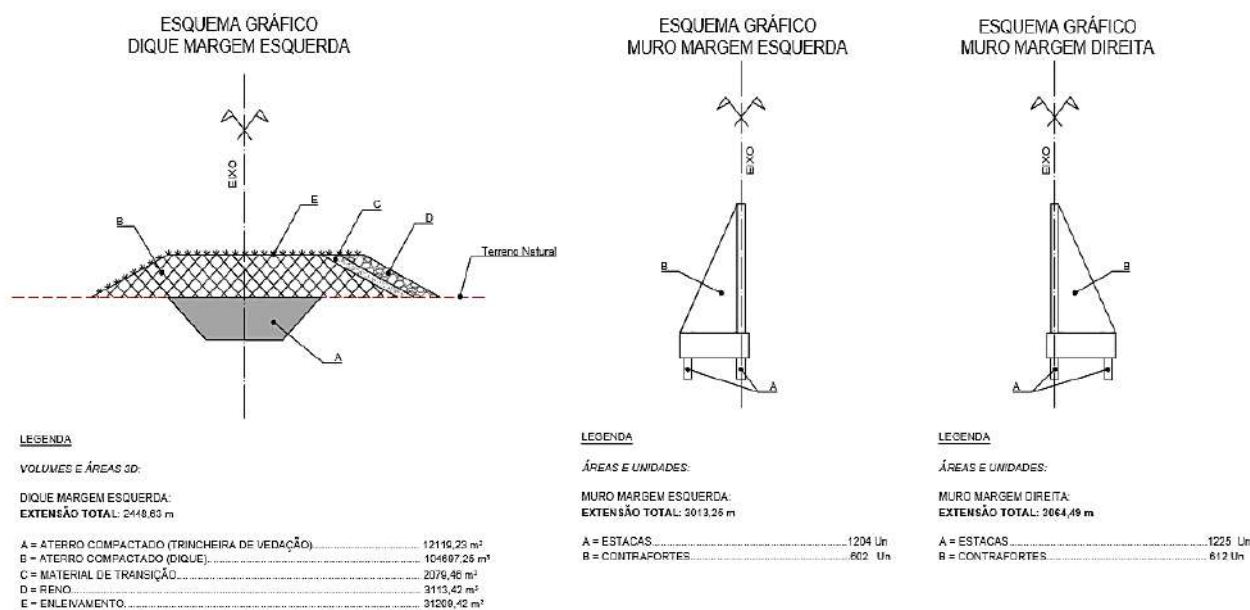


Figura 117 - Esquema gráfico dos volumes dos diques em Igreja Sul

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 42 - Quantitativos as obras dos diques em Igreja Sul

Item	Descrição	Quant.	Unidade
Dique Igreja 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 hméd = 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 - Volméd = 3m³	603	un
6.5	Estacas contraforte prof.méd = 3 m	603	un

Item	Descrição	Quant.	Unidade
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

3.8.7 Intervenções Estruturais Alto Sinos - Cenário 2

São analisadas e propostas intervenções estruturais na bacia em diferentes locais. As intervenções são descritas abaixo por região.

- Dique no município de Rolante, na margem direita do Rio Rolante.
- Dique no município de Rolante, na margem esquerda do Arroio Areia.
- Dique no município de Rolante, na margem direita do Arroio Areia.

As intervenções propostas visam minimizar a exposição ao risco de cheias das populações que habitam o município de Rolante, tanto nas cheias do Rio Rolante quanto do Arroio Areia.

Analisou-se o impacto de tais intervenções a regiões vizinhas, para que não houvesse externalidades fora dos limites aceitáveis de altura da lâmina d'água nas cheias e de expansão das áreas inundáveis.

As intervenções são propostas de forma integrada, devendo ser implementadas em conjunto.

Todas as intervenções propostas, cuja análise, seções-tipo, quantitativos e métodos construtivos são apresentados a seguir, têm a sua localização indicada na Figura 118.

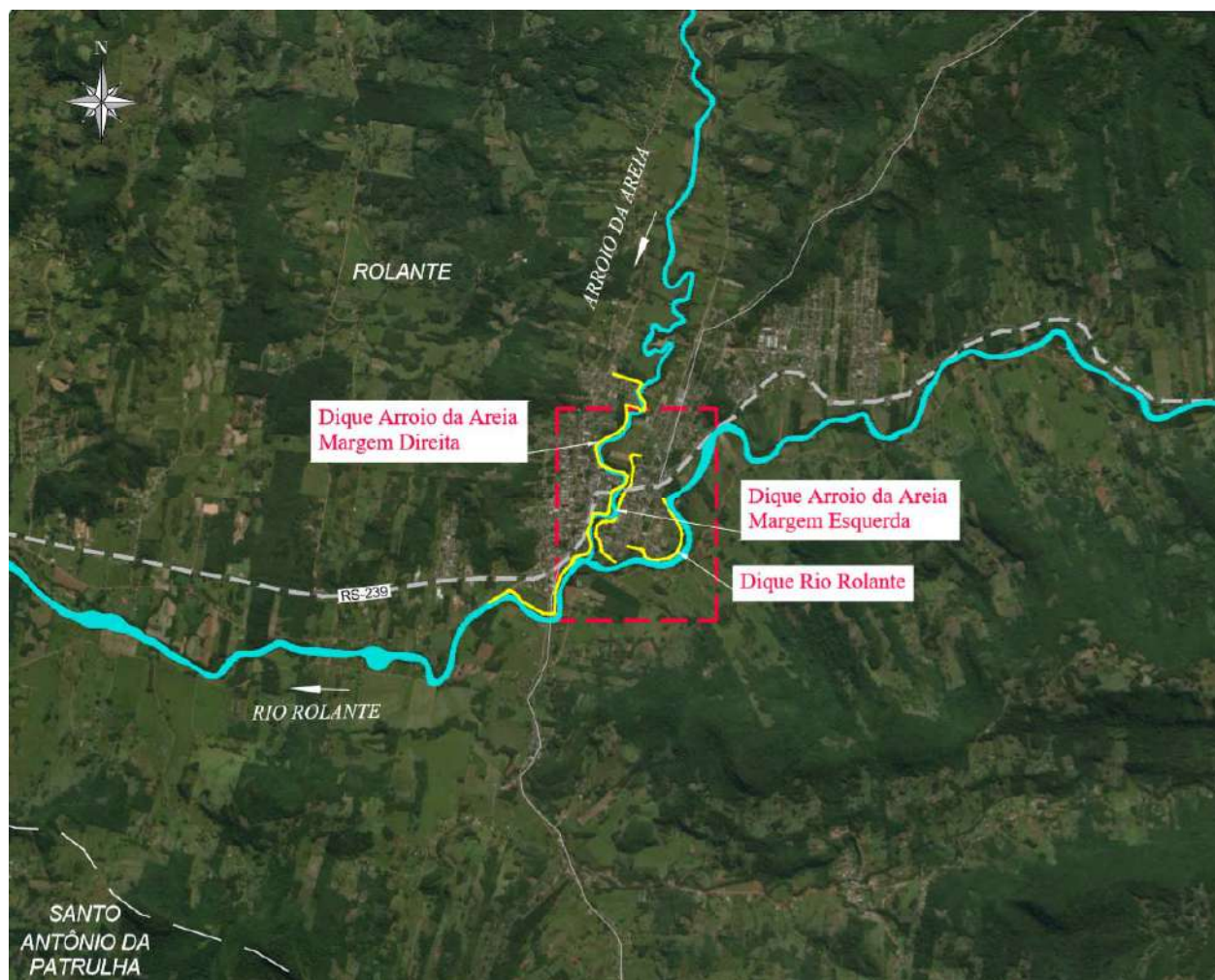


Figura 118 - Localização das intervenções no Alto Sinos
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ Diques de Proteção no Rio Rolante e no Arroio Areia em Rolante

• Localização e caracterização do problema

A área em questão é protegida por diques nas margens direita e esquerda do Arroio Areia e no Rio Rolante.

No Arroio Areia consiste de longo trecho na margem direita, iniciando mais ao norte na R. Matilde Elizabeth Grassman e terminando na periferia sudoeste do município.

O trecho menos extenso na margem esquerda do Arroio, compreende a região entre a Rua Padre Anneken e a Rua Júlio Kohlrausch.

Dentro desta área os problemas de cheias são provenientes tanto do Arroio Areia quanto do Rio Rolante. É proposta a implantação de uma casa de bombas para a drenagem local.

Já a área a ser protegida no Rio Rolante compreende a margem direita do Rio Rolante da R. Eng. Alcindo Trindade até a Avenida Coronel João Linck.

O problema de cheias desta região é causado pela elevação de níveis do Rio Rolante. É proposta a implantação de uma casa de bombas para a drenagem local.

A Figura 119 apresenta a localização das estruturas.



Figura 119 - Diques de proteção nos Arroio Areia e Rio Rolante e sistemas de bombeamento
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- **Análise hidráulica da alternativa de intervenção**

- o **Dique Arroio Areia (margem direita)**

A proposta para proteção da região na margem direita do Arroio Areia consistiu na execução de um dique ao longo de extenso trecho. Tal dique se estende desde a Rua Anselmo Schein, a Norte, costeando na direção Sul a Av. Borges de Medeiros e ao se aproximar do Rio Rolante passa a costear o rio paralelamente a Estrada Velha Borges na direção Sudoeste perfazendo aproximadamente 3,4 km no total. A cota do dique varia de 39,5 m a 41,5 m.

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

- o EB1 = 4+2R * 47CV (quatro bombas mais duas reservas cada com 47 CV de potência)
- o EB2 = 4+2R * 47CV (quatro bombas mais duas reservas cada com 47 CV de potência)

- o **Dique Arroio Areia (margem esquerda)**

A proposta para proteção da região na margem esquerda do Arroio Areia consistiu na execução de um dique ao longo do trecho. Tal dique é dividido em dois trechos com cotas distintas, o primeiro trecho, da R. Rua Padre Anneken até a R. Eng. Alcindo Trindade atingirá a cota 41,00 m, o segundo trecho, da R. 31 de outubro até a R. Júlio Kohlrusch, atingirá a cota 40,00 m.

Uma estação de bombeamento complementa o sistema de drenagem, com duas bombas mais uma reserva de 25 CV de potência instalada ([2+1R] x 25CV).

o **Dique Rio Rolante (margem direita)**

A proposta para proteção desta área é a implantação de um dique único na cota 40,00 m ao longo de todo trecho. Para complementar o sistema de proteção, uma estação de bombeamento composta por duas bombas mais uma reserva de 25 CV de potência instalada ($[2+1R] \times 25 \text{ CV}$) deverá ser implantada.

• **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.

A seção-tipo de referência das obras encontra-se na Figura 120.

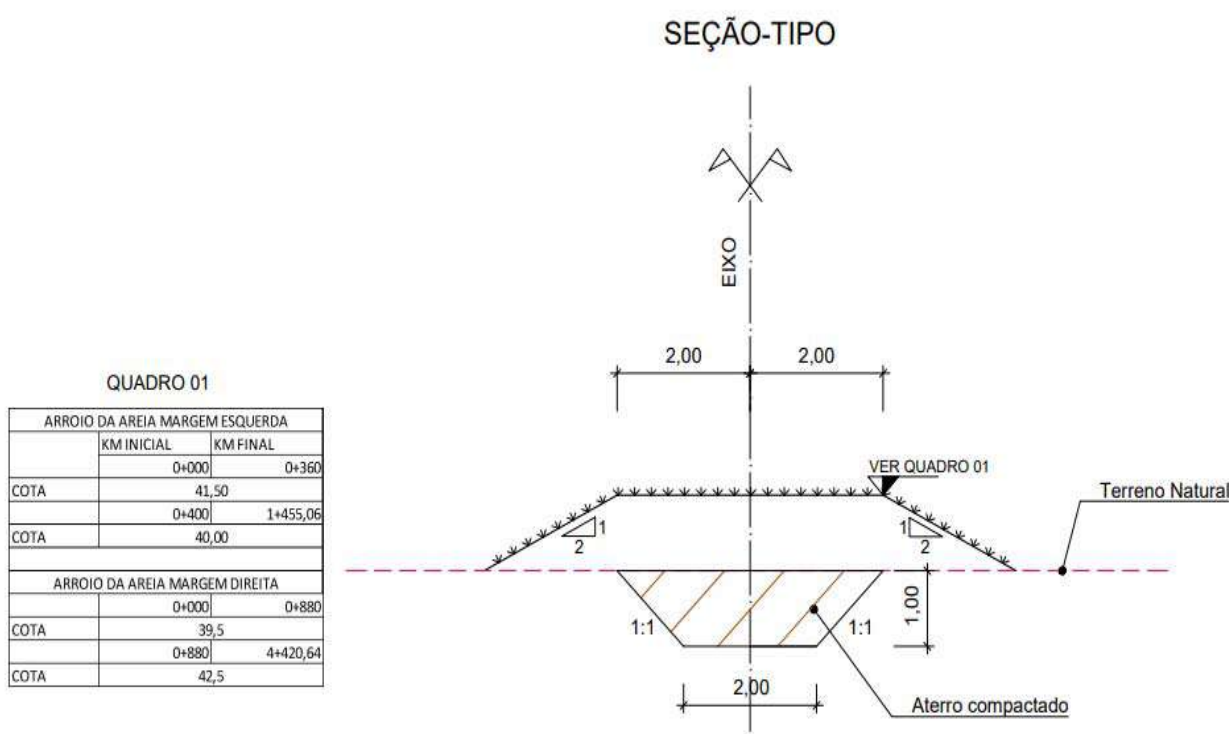


Figura 120 - Seção-tipo dos diques em Rolante, nos Arroio Areia e Rio Rolante
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• **Quantitativos e métodos construtivos**

A seguir são apresentados os métodos construtivos das obras de terra dos diques, cujos quantitativos encontram-se no Quadro 43.

o **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.

o **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.

o **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 121.

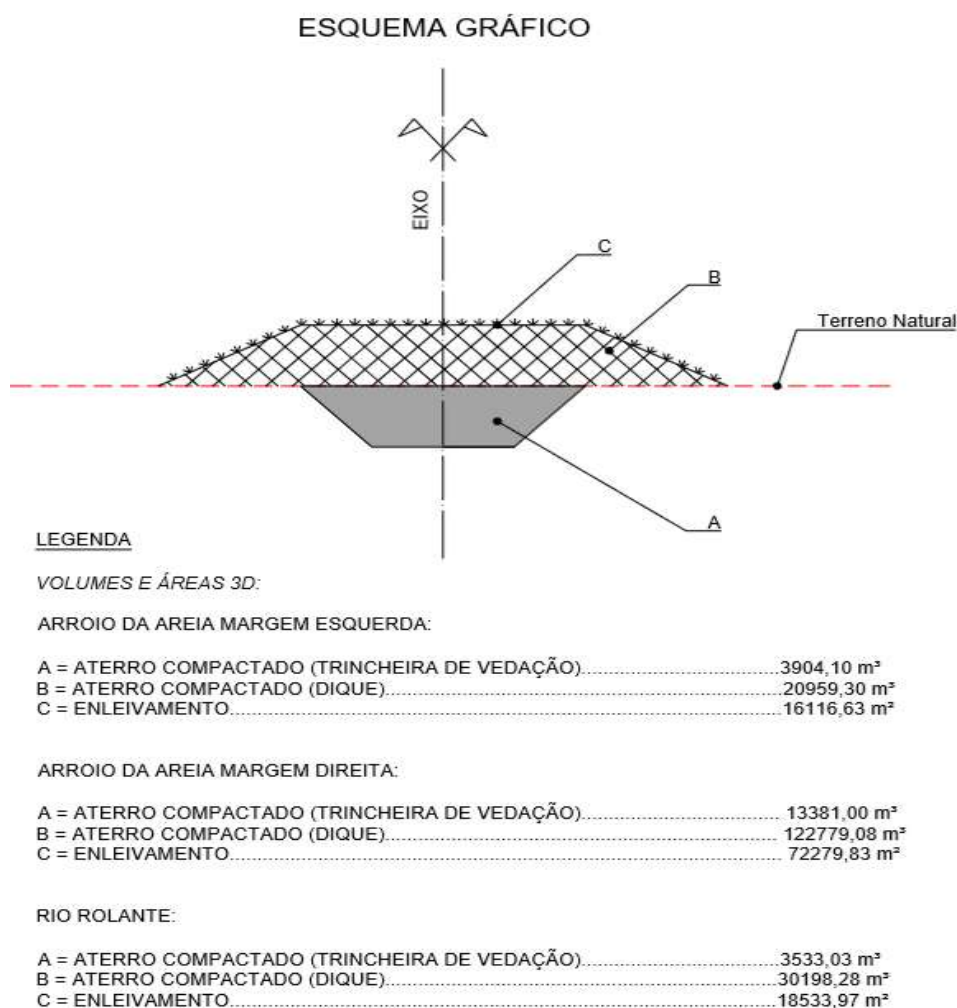


Figura 121 - Esquema gráfico dos volumes dos diques nos Arroio Areia e Rio Rolante
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 43 - Quantitativos das obras dos diques de proteção em Rolante - Rio Rolante e Arroio Areia

Item	Descrição	Quant.	Unidade
1	Dique Rio Rolante - Margem Direita		
1.1	Material importado de jazida	30.200	m³
1.2	Cut-off	3.550	m³
1.3	Enleivamento / Hidrossemeadura	18.534	m²
1.4	Casa de Bombas nº 1 - 2+1R	3 x 25	CV
2	Dique Arroio Areia - Margem Esquerda		
2.1	Material importado de jazida	20.959	m³
2.2	Cut-off	3.904	m³
2.3	Enleivamento / Hidrossemeadura	16.117	m²
2.4	Casa de Bombas nº 1 - 2+1R	3 x 25	CV
3	Dique Arroio Areia - Margem direita		
3.1	Material importado de jazida	122.779	m³
3.2	Cut-off	13.381	m³
3.3	Enleivamento / Hidrossemeadura	72.279	m²
3.4	Casa de Bombas nº 1 - 4+2R (47 CV) - 1770 m³/h	6 x 47	CV
3.5	Casa de Bombas nº 2 - 4+2R (57 CV) - 2154 m³/h	6 x 57	CV

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

3.8.8 Zoneamento das Áreas Inundáveis Cenário 2

Conforme descrito no item 3.5, 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.

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

✓ **Delimitação da Planície de Inundação:**

De forma análoga ao **Cenário 1**, a determinação da *planície de inundação para efeitos de zoneamento* é efetuada em função do risco de ocorrência de inundações.

Tradicionalmente, a planície de inundação, à qual serão estabelecidas as regras de ocupação referentes ao zoneamento, é associada à área delimitada pela cota de inundação da cheia com **TR 100**.

A partir da delimitação da **Planície de Inundação** (definida, para efeitos de zoneamento, como sendo a área delimitada pela cota de inundação da cheia com **TR 100**), o Zoneamento de Inundações contempla a elaboração do mapeamento de inundações, com definição das três zonas de risco já apresentadas (Zona de Passagem de Cheias, Zona com Restrições de Ocupação e Zona de baixo Risco).

Diferentemente do Cenário 1, a Planície de Inundação é alterada de forma artificial através da implantação de diques, modificando também a Zona de Passagem de Cheias e demais zonas.

✓ **Metodologia para definição da Zona de Passagem de Cheias, da Zona com Restrições de Ocupação e da Zona de Baixo Risco:**

Conforme as definições apresentadas, a **Zona de Passagem de Cheias** deve ser capaz de conduzir o escoamento da cheia de **TR 100**, de forma a não provocar impactos significativos, nem a montante nem a jusante.

Em consequência, a **Zona com Restrições de Ocupação** (ou seja, o restante da Planície de Inundação) não deve prover contribuições importantes ao escoamento. A **Zona de Baixo Risco** será composta pelas áreas urbanas externas à da planície de inundação.

Para delimitar estas áreas, busca-se definir a **Zona de Passagem de Cheias** de forma a garantir que a elevação do seu nível d'água esteja dentro de valores aceitáveis mesmo se houver ocupação da **Zona com Restrições**. Nos Estados Unidos (FEMA, 1992; FEMA, 2004), a máxima elevação permitida no nível d'água é de 1 pé (30,45 cm).

A metodologia na delimitação das zonas no **Cenário 2** se distingue da metodologia no **Cenário 1**, uma vez que avalia os impactos da construção de diques de proteção em regiões **já consolidadas** e expostas ao risco, podendo estar na **Zona de Passagem de Cheias** ou em **Zonas com Restrições de Ocupação**.

Enquanto isso, no **Cenário 1** se avaliou os impactos da ocupação **futura** em áreas de expansão localizadas nas **Zonas com Restrições de Ocupação**.

Portanto, o **Cenário 2**, altera as condições atuais do escoamento na Planície de Inundação de forma corretiva, protegendo as populações já expostas ao risco.

É de certa forma, um Cenário mais intensivo e pontual por ter soluções estruturantes e, portanto, as possíveis externalidades devem ser avaliadas.

No presente cenário, define-se a máxima elevação no nível d'água também como sendo 30 cm. Visando avaliar o efeito da implantação dos diques nas **Zonas com Restrições e/ou de Passagem de Cheias**, segue-se o seguinte procedimento:

- efetua-se simulação do sistema para a cheia de TR 100, considerando a condição atual da Planície de Inundação e determina-se o nível d'água e velocidades;
- efetua-se uma delimitação preliminar da Zona de Passagem de Cheias; os critérios para esta delimitação preliminar podem variar.

No presente estudo, a primeira estimativa da Zona de Passagem de Cheias inclui as Áreas inundadas para a cheia de TR 5, acrescida das áreas atingidas pela cheia de TR 10 onde:

- o a profundidade da lâmina d'água supera 50 cm ($h > 50\text{cm}$); ou
- o a profundidade da lâmina d'água está entre 25 cm e 50 cm e a velocidade de escoamento é maior que 1,0 m/s ($25\text{ cm} \leq h \leq 50\text{ cm}$ e $v > 1,0\text{ m/s}$); ou
- supõe-se a implantação de diques de proteção nas áreas hoje vulneráveis às cheias, podendo estar localizados não só na Zona com Restrições de Ocupação, mas também na Zona de Passagem de Cheias;
- efetua-se nova simulação do sistema para a cheia de TR 100, determinando-se o novo nível d'água na Zona de Passagem de Cheias;
- a delimitação efetuada para a Zona de Passagem de Cheias será adotada se a elevação no nível d'água for igual ou inferior a 30 cm e se não houver impacto importante em áreas com ocupação já consolidada.

Em caso contrário, o processo deve ser repetido com a readequação dos diques propostos, até serem cumpridas todas as condições.

A Figura 122 mostra a seção transversal do curso d'água sem obstruções.

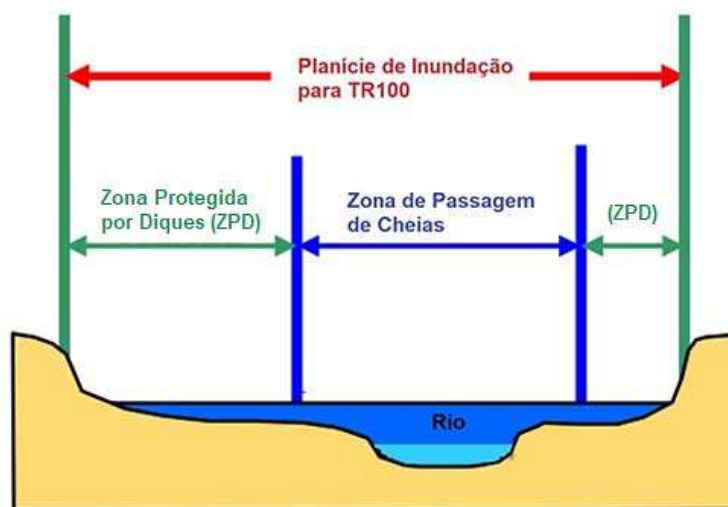


Figura 122 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação sem obstruções
Fonte: adaptado de DNR, 2014

A Figura 123 mostra a seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação (Floodplain) e aterros na Zona com Restrições de Ocupação (Flood Fringe - FF), bem como o consequente acréscimo no nível d'água na Zona de Passagem de Cheias (Floodway).



Figura 123 - Seção transversal do curso d'água com a Planície de Inundação com diques
Fonte: adaptado de DNR, 2014

As áreas de expansão urbana utilizadas no **Cenário 2** foram definidas com base nos planos diretores de todos os municípios inseridos na bacia do Rio dos Sinos.

Neste Cenário foram contempladas as áreas de expansão localizadas dentro da mancha TR 100 do **Cenário 0**, de forma a readequar os diques de proteção, não só para proteger as áreas já ocupadas, mas também determinadas regiões onde é prevista a expansão urbana.

Nem todos os municípios apresentaram áreas de expansão dentro da mancha do **Cenário 0**. Os municípios que apresentaram áreas de expansão dentro do TR 100 foram: Canoas, Nova Santa Rita, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo, Igrejinha e Rolante.

A modelagem numérica detalhada foi utilizada para delimitar a Planície de Inundação, bem como para avaliar os efeitos da proteção por diques. Conforme descrito no Relatório Técnico referente ao Produto 10 - Estudos Hidrológicos, 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 chuvas de diferentes tempos de retorno, adotando o módulo hidrológico HEC-HMS em conjunto com o modelo com o módulo hidráulico HEC-RAS.

O processo de transformação chuva-vazão foi efetuado por meio da técnica do hidrograma unitário, utilizando o método SCS-CN.

Não só a Zona de Passagem de Cheias é definida a partir das simulações com os diques propostos, mas também a delimitação da Planície de Inundação pela Mancha de **TR 100** nesse cenário de intervenções, diferentemente do **Cenário 1**, que teve como delimitação da Planície de Inundação a mancha de inundação **TR 100** do **Cenário 0**.

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

Assim como no **Cenário 1**, uma vez atendidos os critérios hidráulicos de ocupação da Planície de Inundação condicionada aos diques do **Cenário 2** 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 12, anteriormente apresentada, 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** (Stephenson, 2012).

Assim como no **Cenário 1**, na Figura 124 é apresentado o mapeamento da planície de inundação em termos de perigo hidráulico no **Cenário 2**.

Também neste caso, delimitou-se as regiões em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ 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 $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$, profundidades superiores a 1,0 m podem representar riscos de afogamento e danos à bens materiais. O anexo 5.4 apresenta o mesmo mapa de perigo em escala adequada.

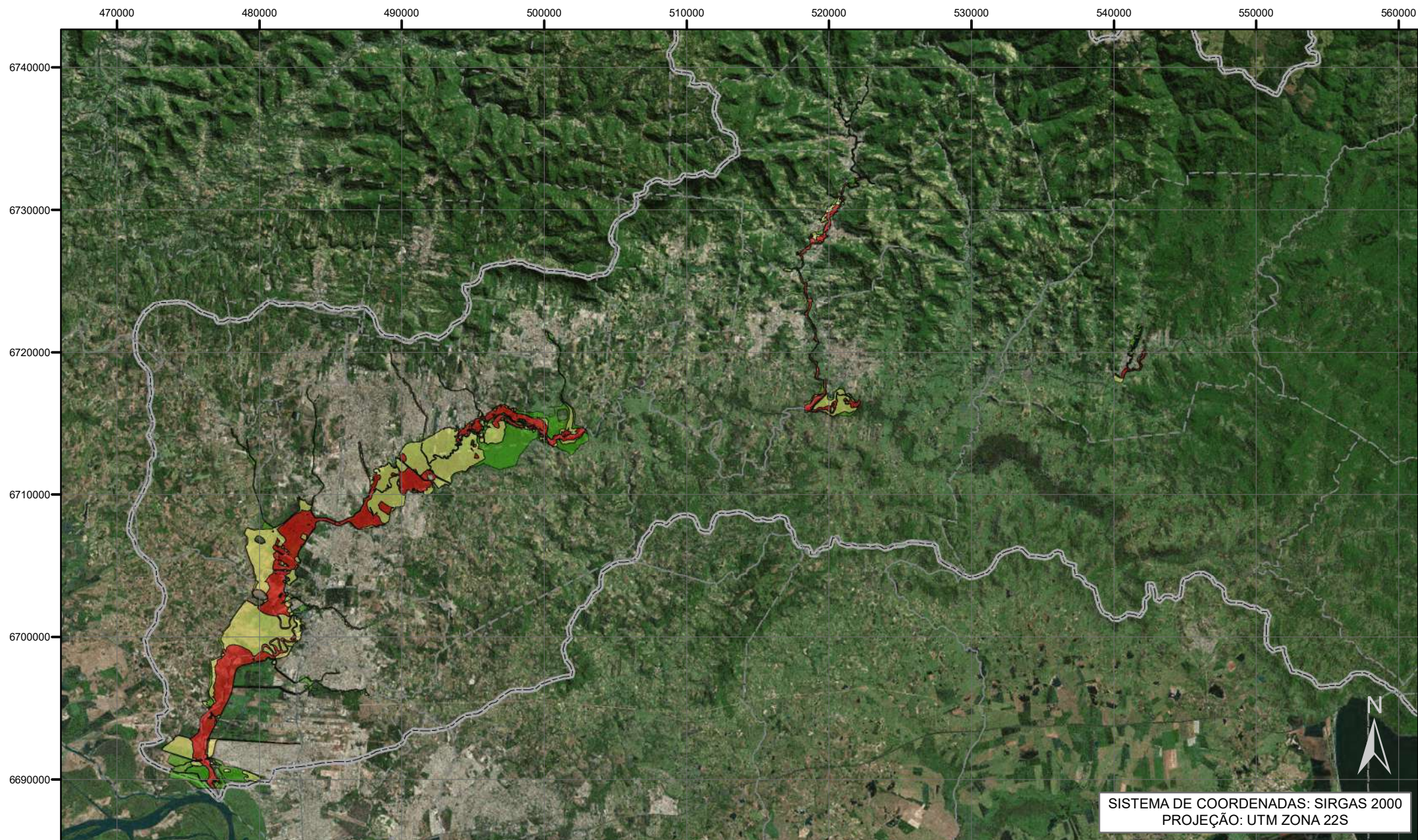
Com base no critério de risco à vida, em que o produto de velocidade *versus* profundidade é superior à $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ na ocorrência de um evento com Tempo de Retorno igual a 100 anos, optou-se por incorporar na Zona de Passagem de Cheias, todas as áreas com tal limiar que se encontravam 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 a 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 $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ na ocorrência de um evento com TR100, foram incorporadas à Zona de Passagem de Cheias. Ou seja, todas as áreas que apresentavam índices ($V \cdot h$) superiores a tal limiar ($0,5 \text{ m}^2/\text{s}$) e que se encontravam externas à Zona de Passagem de Cheias definida através dos critérios hidráulicos de não obstrução, foram incorporadas a essa zona.

Com relação às regiões externas à Zona de Passagem de Cheias, ou seja, que fazem parte da Zona de Ocupação com Restrição, estas podem vir a 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 subdividam a Zona de Ocupação com restrição, como é o caso do limite de 1,0 m apresentado no mapa da Figura 124. Tal decisão deve ficar à critério dos municípios e Ministério Público, condicionada às diretrizes preestabelecidas aqui.



	Legenda - Profundidade < 1m - Profundidade > 1m - Zona de Alto Risco à Vida - Limites Municipais - Bacia do Rio dos Sinos	 1:350,000	ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS Figura 124: Mapa de Perigo C2
---	---	--	--

✓ Resultados

Os resultados da metodologia proposta acima são apresentados em forma de mapas de zoneamento para cada região. Tal produto servirá como subsídio para que as prefeituras elaborem o zoneamento urbano de seus municípios seguindo as diretrizes de ocupação propostas.

Foram quantificadas as edificações a serem desapropriadas que se localizam dentro das zonas de passagem de cheias. O Quadro 44, o Quadro 45 e o Quadro 46 apresenta os quantitativos dos Cenários BS-C2A, C2B e C2C, MS-C2A e C2B e AS C2, sem distinção das edificações quanto ao número de pavimentos, tipo de uso (residencial, comercial ou industrial) e se é privado ou público.

Vale lembrar que os Cenários BS-C2A, BS-C2B e BS-C2C se diferenciam apenas nos municípios de Canoas e Esteio quanto às intervenções propostas. No entanto, apesar das diferentes intervenções, as áreas de desapropriação e de convivência com as cheias permanecem as mesmas, portanto os quantitativos apresentados no Quadro 44 são válidos para os três cenários.

De maneira distinta, os dois cenários de intervenção estrutural em Igrejinha, MS-C2A e MS-C2B protegem um número diferente de edificações, alterando, portanto, o número de edificações desapropriadas e em convivência nos dois cenários. Portanto, o Quadro 45 apresenta valores distintos para cada cenário.

Quadro 44 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias do Baixo Sinos

Município	Área (m²)	Número de Edificações
C2A, C2B e C2C		
Campo Bom	10.732	71
Canoas	743	14
Esteio	326	2
Nova Santa Rita	0	0
Novo Hamburgo	8.324	42
São Leopoldo	18.176	171
Sapiranga	0	0
Sapucaia do Sul	0	0
Total - Rio dos Sinos	38.301	300

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 45 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias do Médio Sinos

Município	Área (m²)	Número de Edificações
C2A		
Igrejinha	202.471	1.428
Parobé	2.996	33
Taquara	0	0
Três Coroas	6.342	24
Total - Rio Paranhana	211.809	1.485
C2B		
Igrejinha	16.187	182
Parobé	2.996	33
Taquara	0	0
Três Coroas	8.488	24
Total - Rio Paranhana	27.671	239

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 46 - Áreas a serem desapropriadas nas zonas de passagem de cheias do Alto Sinos.

Município	Área (m²)	Número de Edificações
Riozinho	0	0
Caraá	8.935	28
Rolante	925	11
Total - Arroio Areia	9.860	39

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

As zonas classificadas como de ocupação restrita que já possuem áreas consolidadas também tiveram as edificações quantificadas e são apresentadas no Quadro 47, no Quadro 48 e no Quadro 49.

Destaca-se a diminuição no número de edificações atingidas quando comparado ao **Cenário 0**, em que nenhuma medida é implementada. No Produto 13, que se refere à Viabilidade das Alternativas, são quantificados os prejuízos **remanescentes** a essas edificações que continuarão a conviver com cheias.

Vale lembrar que as edificações que continuarão a conviver com as cheias, tem uma exposição muito menor que edificações mais próximas à calha do rio, portanto, o tempo de recorrência e o nível de ameaça são reduzidos quando comparado às edificações a serem desapropriadas que se encontravam na calha principal com níveis de risco mais altos.

Quadro 47 - Áreas de convivência de cheias consolidadas na zona de restrições do Baixo Sinos

Município	Área (m²)	Número de Edificações
C2A, C2B e C2C		
Campo Bom	98.577	559
Canoas	64.648	444
Esteio	4.185	16
Nova Santa Rita	35.646	3
Novo Hamburgo	38.360	421
São Leopoldo	16.568	144
Sapiranga	8.952	2
Sapucaia do Sul	44.913	5
Total	311.849	1.594

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 48 - Áreas de convivência de cheias consolidadas na zona de restrições do Médio Sinos

Município	Área (m²)	Número de Edificações
C2A		
Igrejinha	242.507	1.857
Parobé	13.404	152
Taquara	2.667	23
Três Coroas	28.647	134
Total C2A	287.225	2.166
C2B		
Igrejinha	36.469	281
Parobé	13.419	152
Taquara	2.738	24
Três Coroas	12.059	60
Total C2B	64.685	517

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 49 - Áreas de convivência de cheias consolidadas na zona de restrições do Alto Sinos

Município	Área (m²)	Número de Edificações
Riozinho	0	0
Caraá	4.631	23
Rolante	4.833	43
Total	9.464	66

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

A Figura 125 à Figura 128 apresenta as diferenças de elevação no nível d'água entre os cenários 0 e 2, foi possível perceber que a diferença ficou abaixo dos 30 cm adotados como elevação máxima permitida, mesmo com a execução dos diques de proteção.

No caso do Baixo Sinos, é apresentado apenas o mapa de diferenças do Cenário BS-C2A, dado que é o cenário com maior potencial de gerar externalidades e impactos às regiões vizinhas, através da elevação da lâmina d'água.

Os outros dois cenários BS-C2B e BS-C2C contam com intervenções na região de Canoas e Esteio em áreas **internas** ao próprio BS-C2A.

Já no Médio Sinos foram avaliados os incrementos de lâmina das duas alternativas (MS-C2A e MS-C2B).

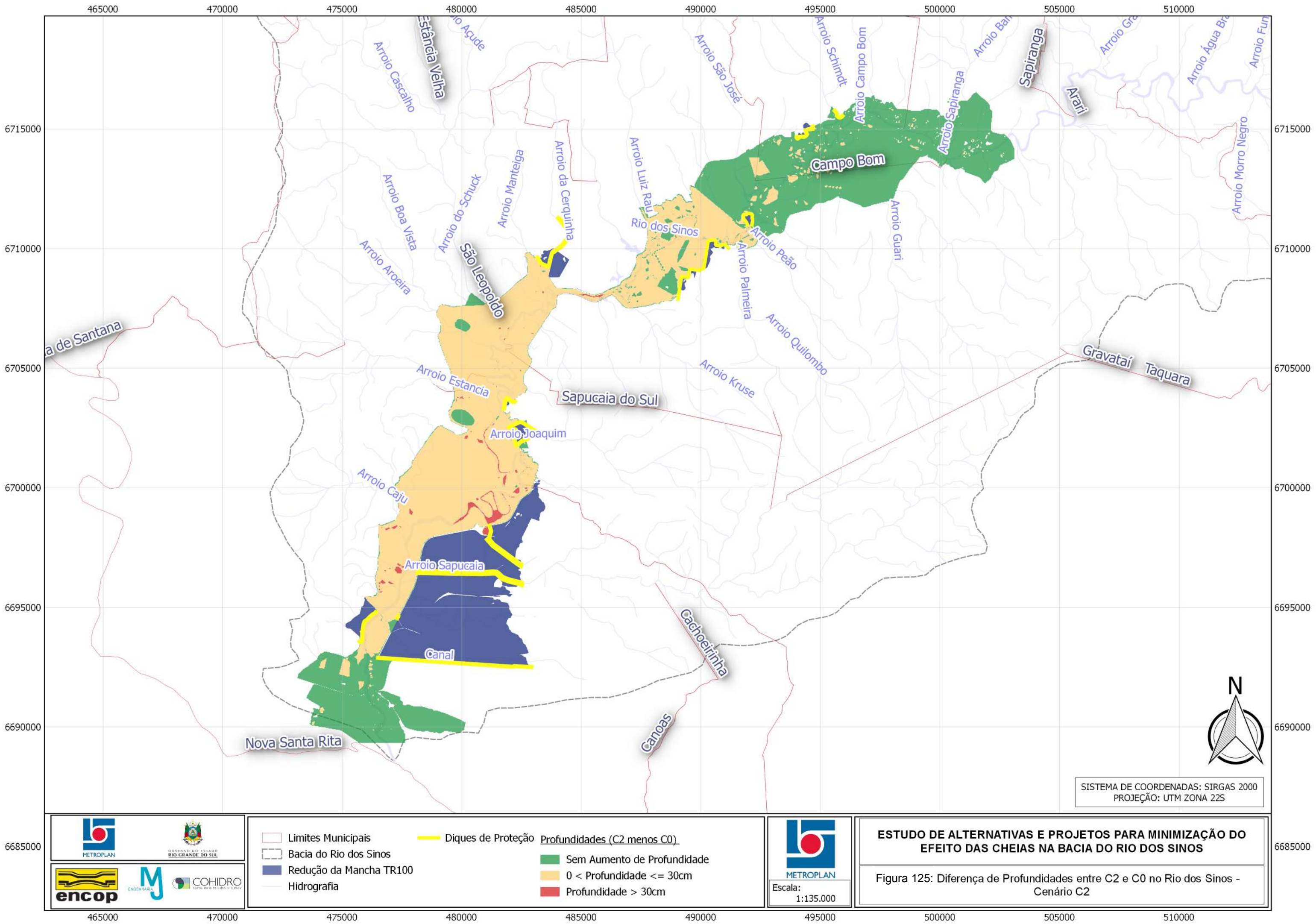
A Figura 129 à Figura 134 apresenta o zoneamento do Baixo, Médio e Alto Sinos de forma a ilustrar os resultados obtidos.

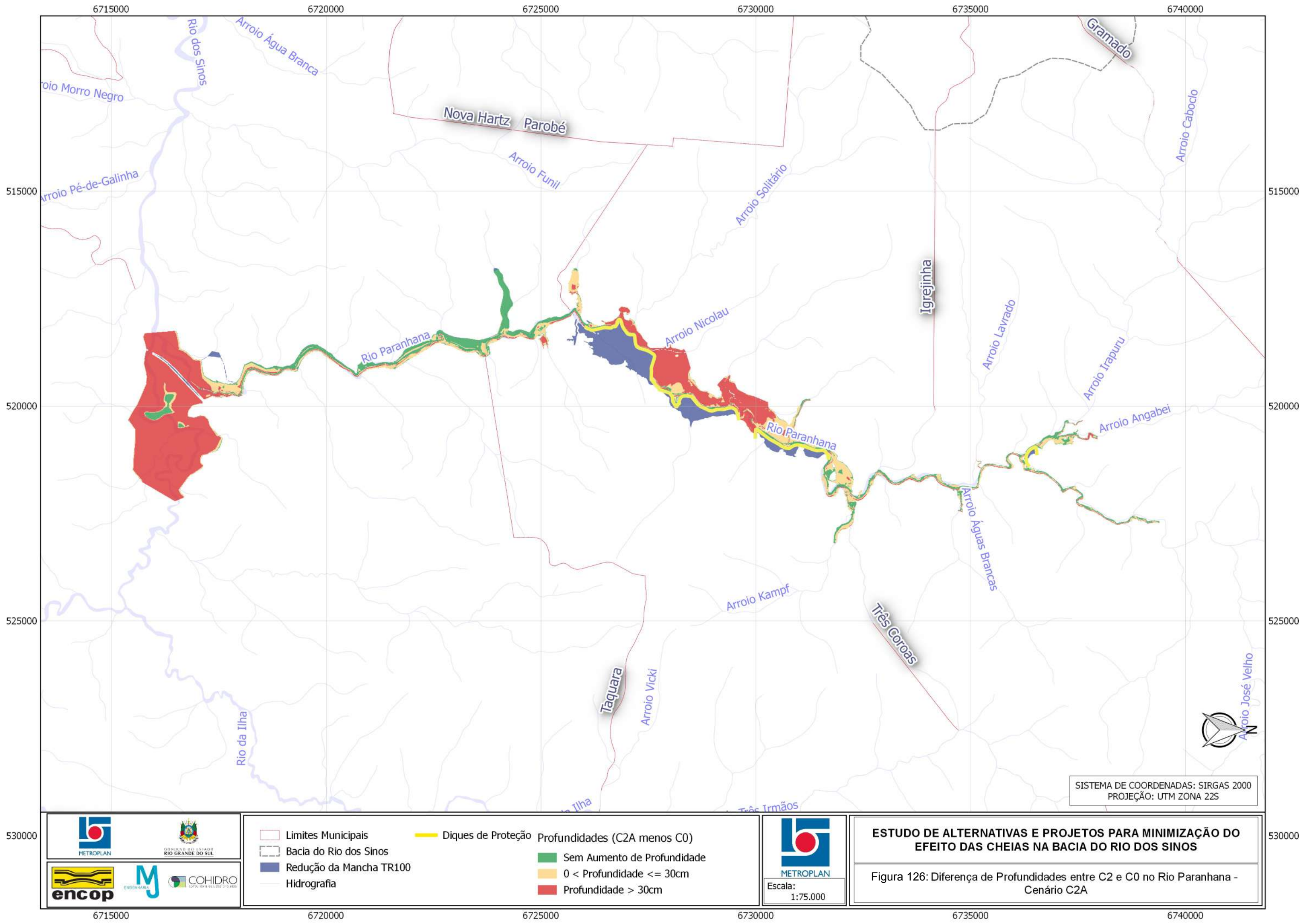
Os produtos efetivamente aplicáveis como ferramentas de gestão são apresentados em anexo, em formato condizente ao produto (formato A1) e em escala apropriada (1:10.000). Fazem parte da entrega deste produto, o Geodatabase (.gdb) com o zoneamento em formato digital vetorizado e editável.

Cabe destacar que o zoneamento do Baixo Sinos, especialmente na região entre a BR-448 e a BR-116 foi realizado com base, não só nas simulações que delimitam as zonas inundáveis, mas também no ordenamento e uso do solo atual e pretendido futuramente.

Sendo assim, optou-se por urbanizar toda a região interna ao Pôlder proposto da BR-448, restringindo a Zona de Passagem de Cheia do lado oeste da rodovia. Dessa forma, é possível ocupar tais áreas com segurança.

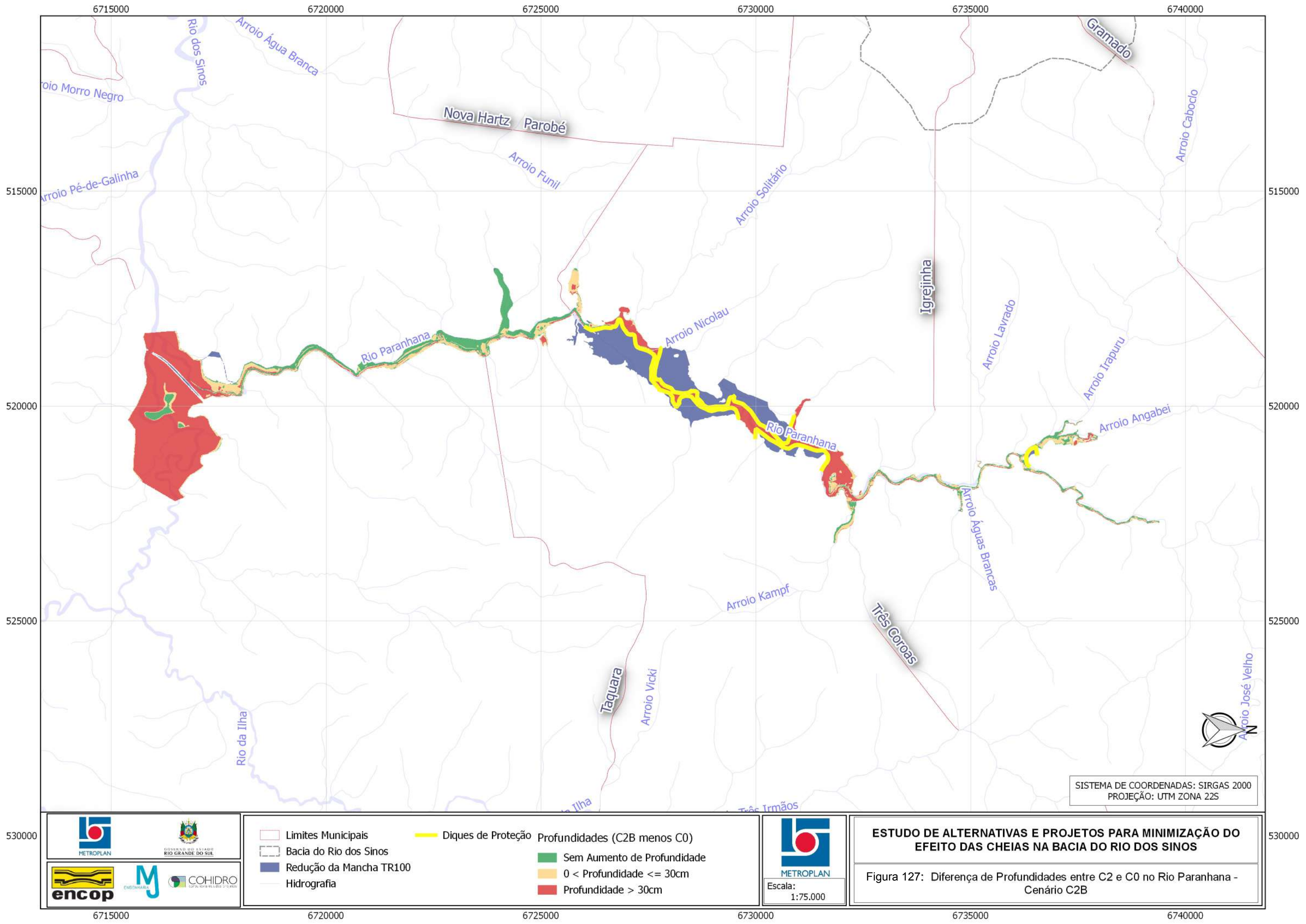
Os resultados da análise de impactos às regiões vizinhas constatou que o impacto é restrito aos 30 cm adotados como elevação máxima.

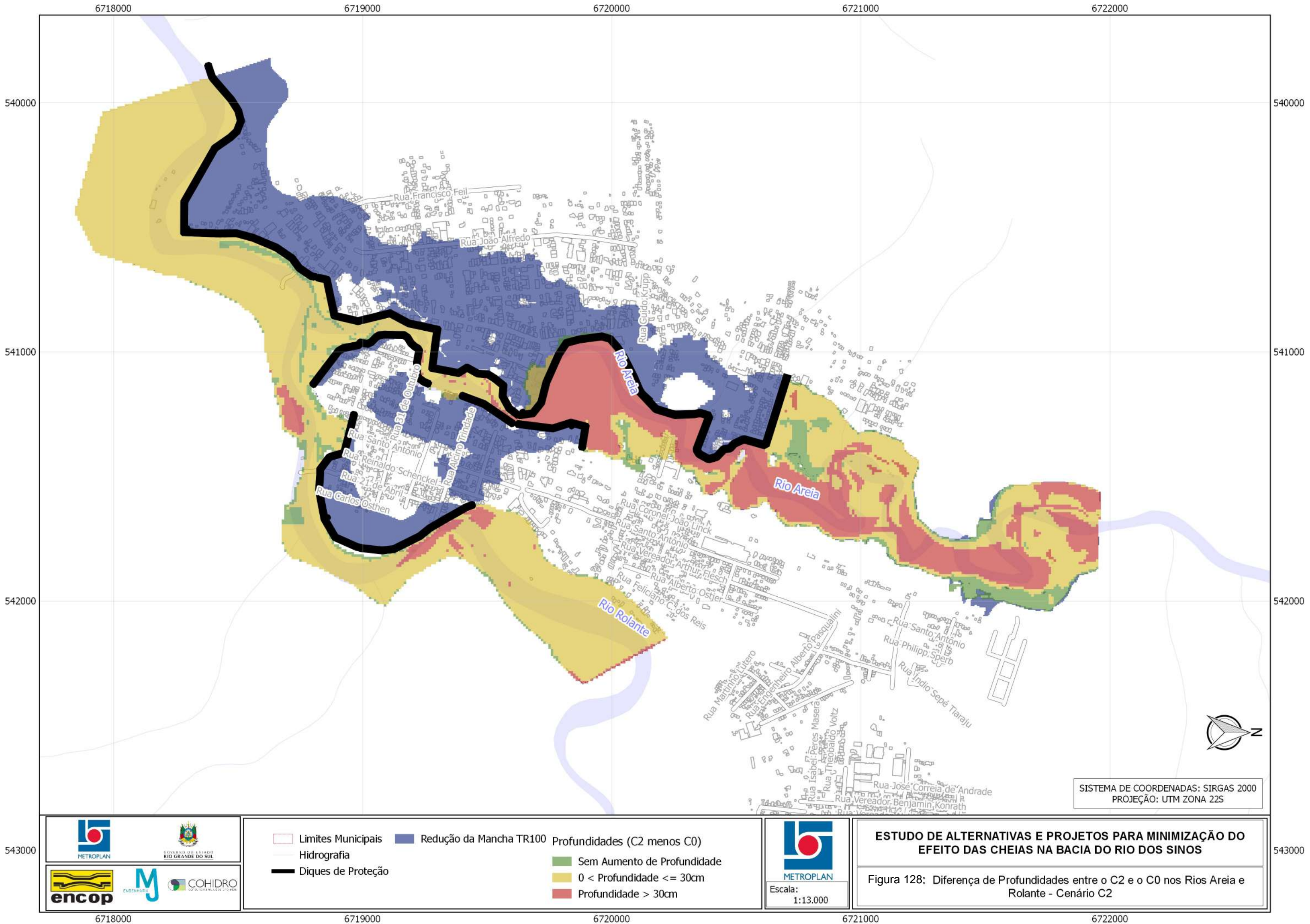


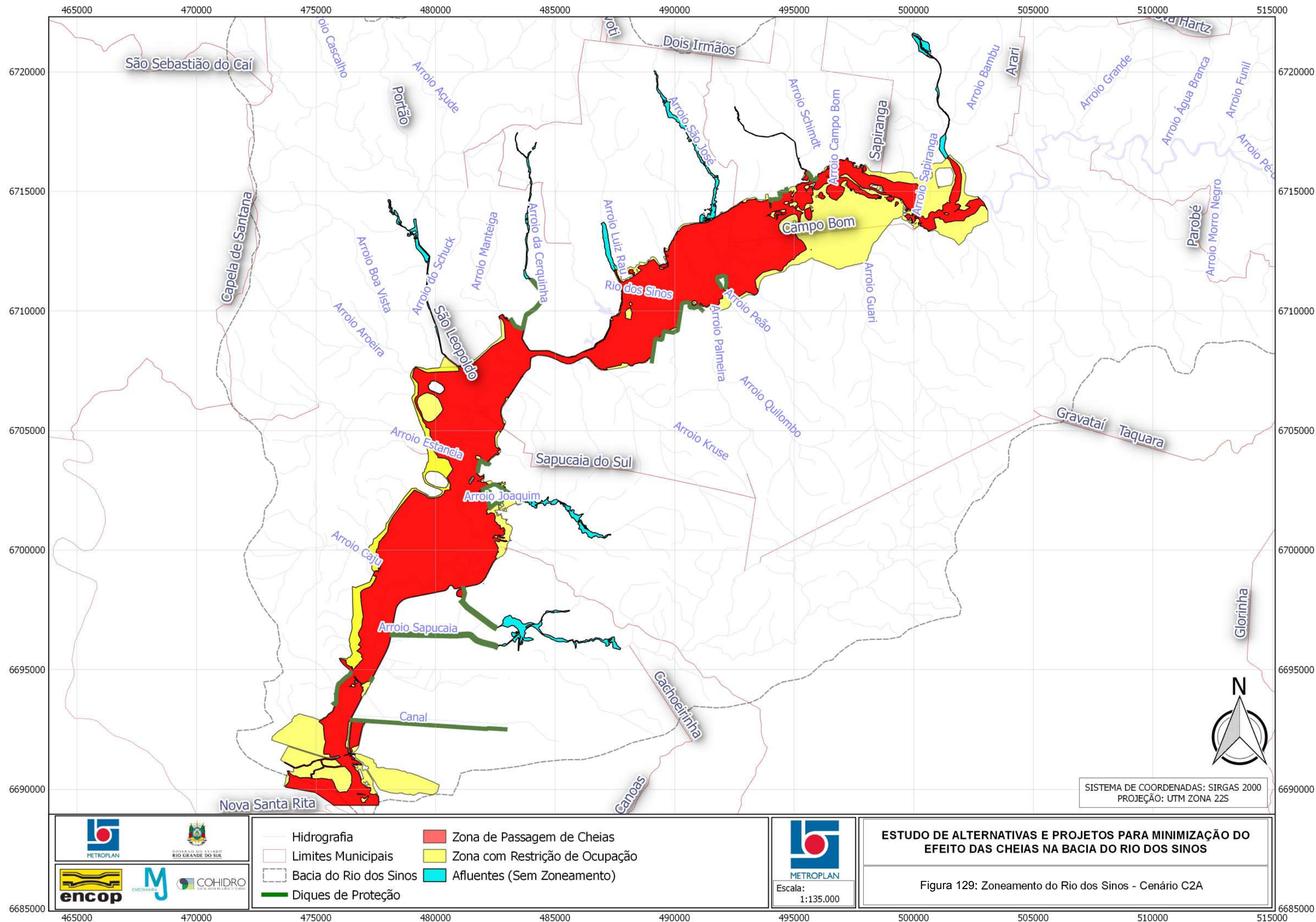


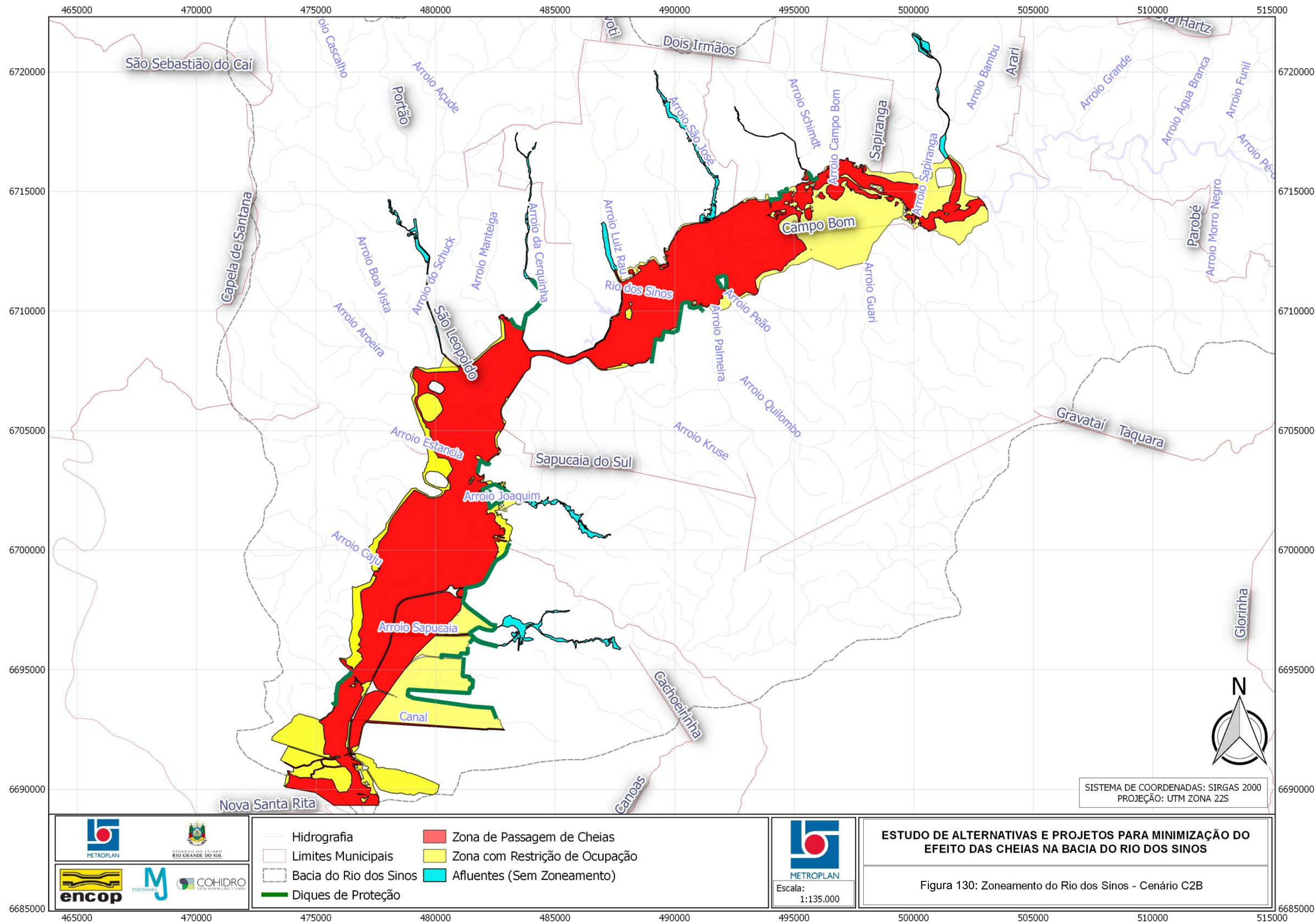
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

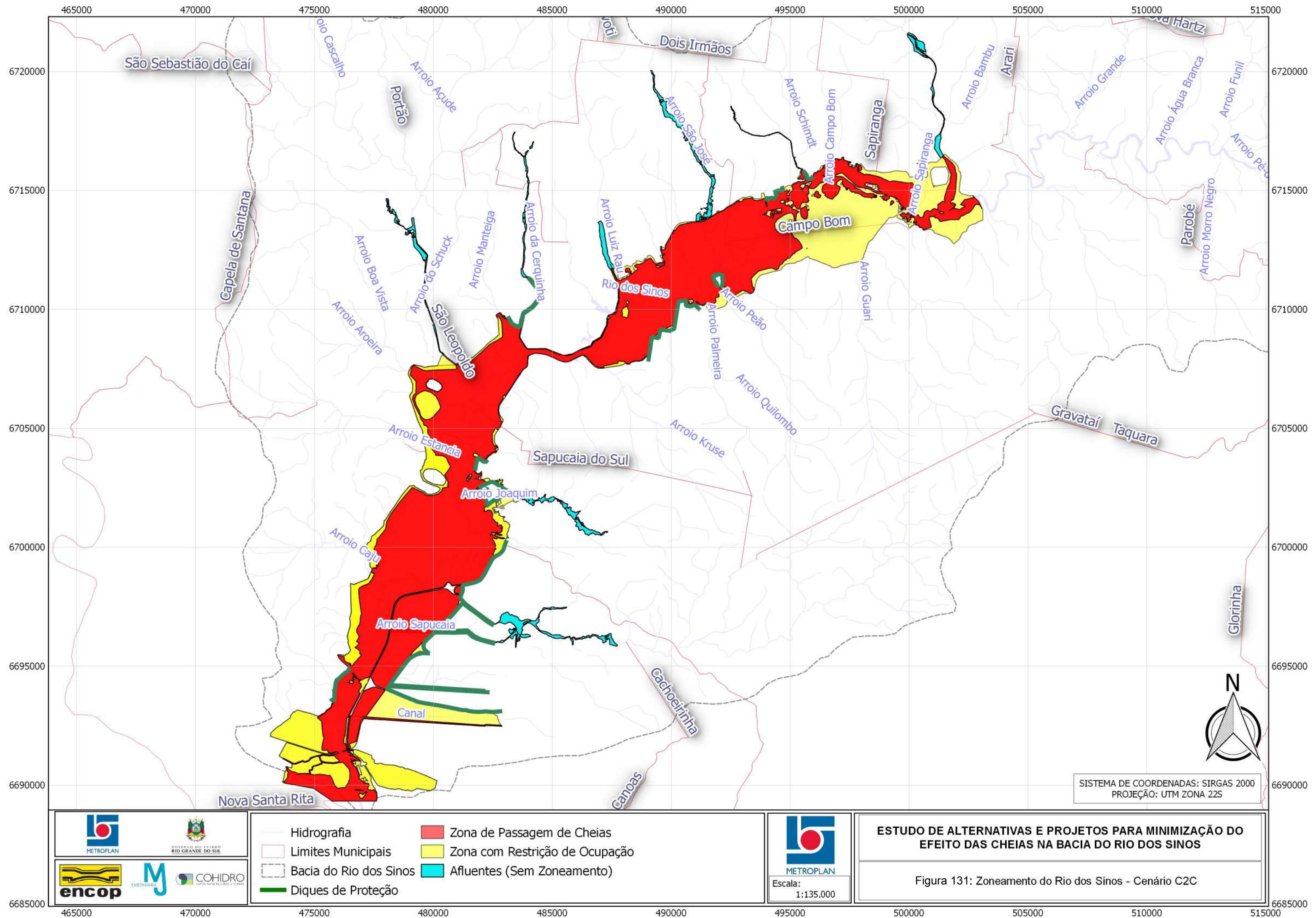
Figura 126: Diferença de Profundidades entre C2 e C0 no Rio Paranhana - Cenário C2A

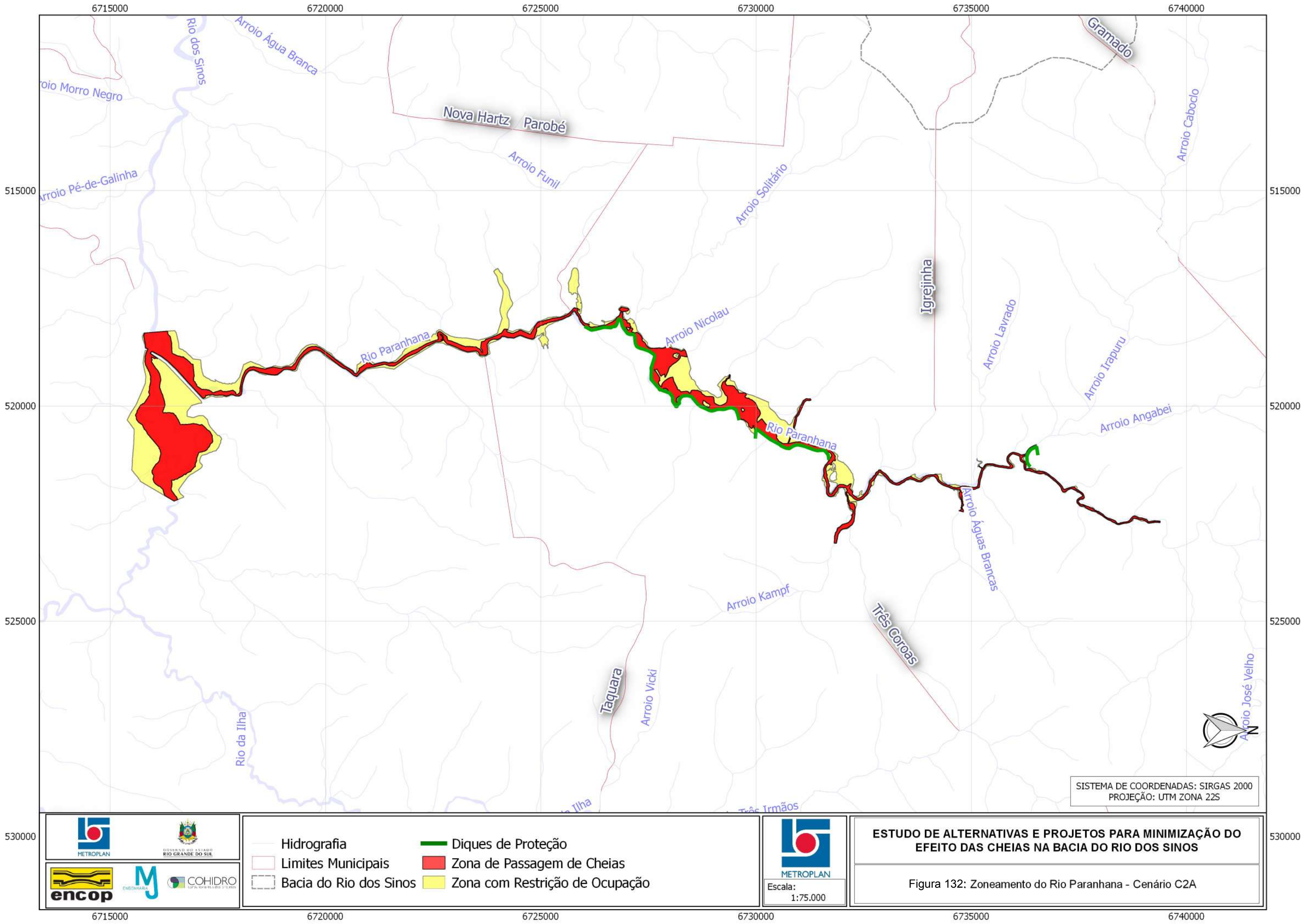


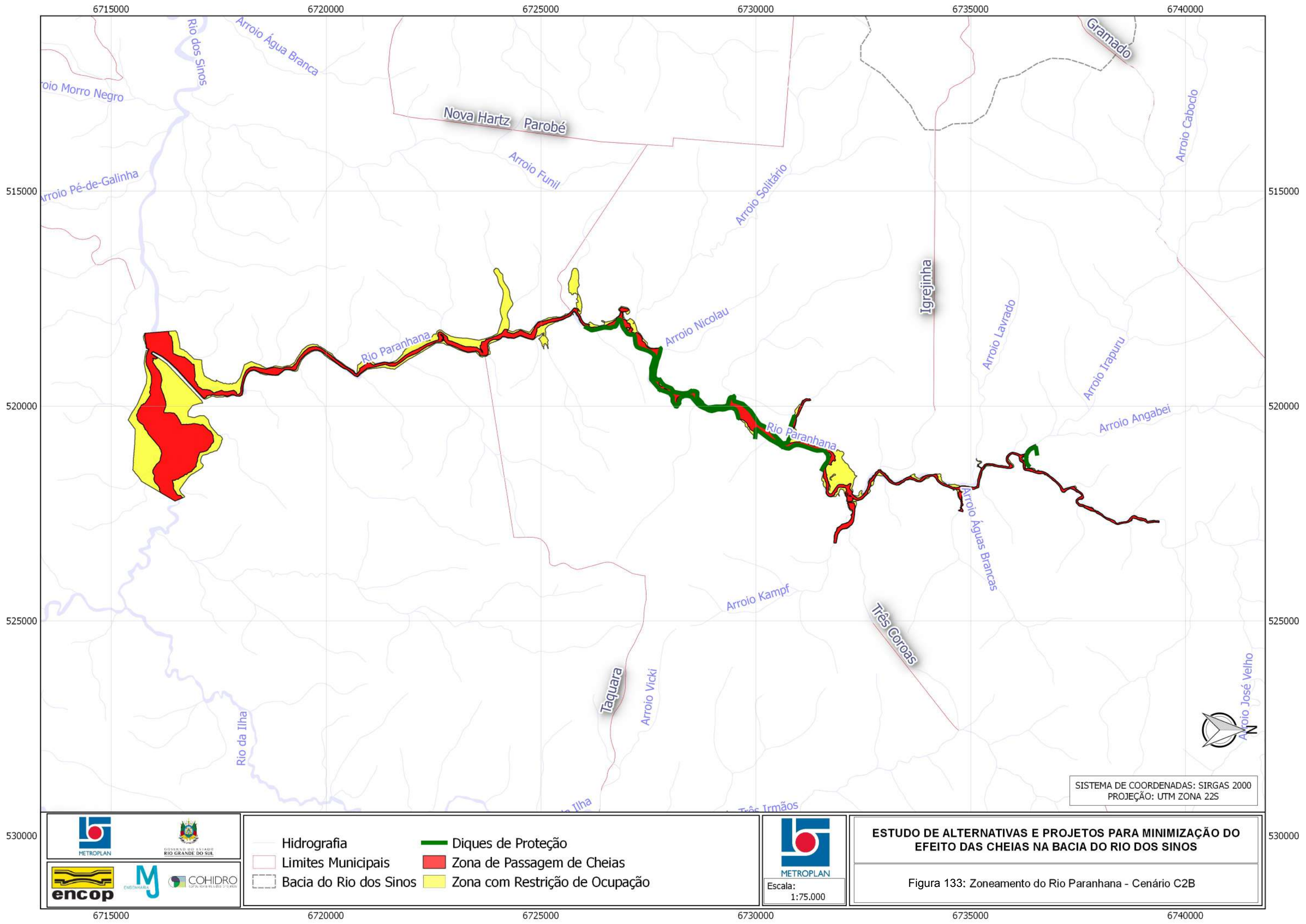


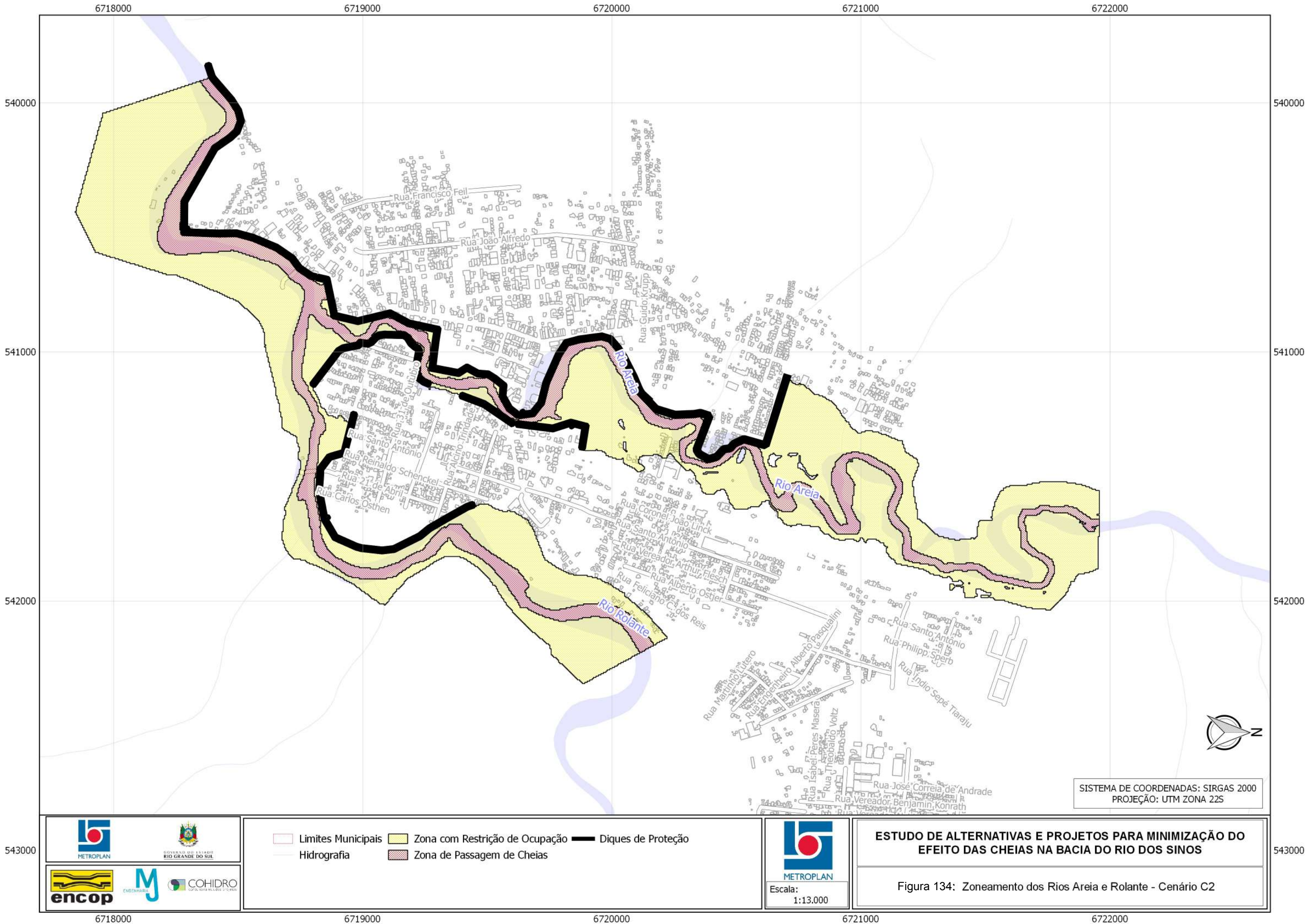












- Limites Municipais
- Zona com Restrição de Ocupação
- Diques de Proteção
- Hidrografia
- Zona de Passagem de Cheias



Escala:
1:13.000

3.8.9 Custos de Implantação, Operação e Manutenção das Intervenções

Os custos foram apresentados sem a inclusão da composição do BDI, sendo tal elemento incorporado no Quadro 123 que resume os investimentos de todas as intervenções propostas.

✓ 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 **Cenário 2** foi desenvolvido, assim como o **Cenário 1**, com base no Método comparativo direto de dados de mercado. Considerado o método mais utilizado na avaliação de imóveis urbanos (THOFERN, 2010). Detalhes descritivos da metodologia empregada podem ser encontrados no capítulo 3.7.7, referente a estimativa do **Cenário 1**.

Assim como o **Cenário 1**, 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 anexo 5.5. Também estão apresentados os dados das imobiliárias utilizadas no levantamento de dados.

• Orçamento de Desapropriação no Zoneamento do Cenário 2

No Quadro 50, no Quadro 51 e no Quadro 52 abaixo constam os custos para a desapropriação de propriedades na zona de passagem de cheias nos cenários do Baixo, Médio e Alto Sinos respectivamente em cada alternativa do **Cenário 2**. Para a estimativa dos valores dos terrenos e edificações a desapropriar foi utilizado o valor médio levantado nas pesquisas, conforme anexo 5.5.

Quadro 50 - Custo da desapropriação da zona de passagem de cheias no Baixo Sinos

Município	Áreas a Desapropriar					
	Área (m²)	R\$ / m²	R\$ terreno	Número de Edificações	R\$ / Edificação	R\$ Edificação
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
Subtotais	38.301	-	18.515.346,01	300	-	29.693.424,95
Total	R\$ 48.208.770,96					

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 51 - Custo da desapropriação da zona de passagem de cheias no Médio Sinos

Município	Áreas a Desapropriar					
	Área (m²)	R\$ / m²	R\$ terreno	Número de Edificações	R\$ / Edificação	R\$ Edificação
C2A						
Igrejinha	202.471	337,17	68.267.750,66	1.428	75.848,86	108.312.169,53
Parobé	2.996	222,58	666.853,99	33	121.022,79	3.993.752,15
Taquara	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Três Coroas	6.342	211,01	1.338.197,61	24	127.974,23	3.071.381,58
Subtotais	211.809	-	70.272.802,26	1.485	-	115.377.303,27
Total	R\$ 185.650.105,53					
C2B						
Igrejinha	16.187	337,17	5.457.819,05	182	75.848,86	13.804.492,20
Parobé	2.996	222,58	666.853,99	33	121.022,79	3.993.752,15
Taquara	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Três Coroas	8.488	211,01	1.791.015,65	24	127.974,23	3.071.381,58
Total Parcial	27.671	-	7.915.688,69	239	-	20.869.625,93
Total	R\$ 28.785.314,62					

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 52 - Custo da desapropriação da zona de passagem de cheias no Alto Sinos

Município	Áreas a Desapropriar					
	Área (m²)	R\$ / m²	R\$ terreno	Número de Edificações	R\$ / Edificação	R\$ Edificação
Caraá	8.935	458,98	4.101.030,65	28	104.440,10	2.924.322,71
Rolante	925	216,92	200.654,66	11	80.291,20	883.203,15
Subtotais	9.860	-	4.301.685	39	-	3.807.526
Total	R\$ 8.109.211,16					

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

• Orçamento das demolições Cenário 2

No Quadro 53, no Quadro 54 e no Quadro 55 abaixo constam os orçamentos da demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Baixo, Médio e Alto Sinos respectivamente em cada alternativa do **Cenário 2**.

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 53 - Custo de demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Baixo Sinos

Município	Áreas a Desapropriar			
	Número de Edificações	Demolição (R\$ / Edificação)	Área média da Edificação	Total Demolição (R\$)
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
Sapuçaia do Sul	0	73,39	80,00	0,00
Total	300			1.761.472,99

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 54 - Custo de demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Médio Sinos

Município	Áreas a Desapropriar			
	Número de Edificações	Demolição (R\$ / Edificação)	Área média da Edificação	Total Demolição (R\$)
C2A				
Igrejinha	1.428	73,39	80,00	6.758.184,69
Parobé	33	73,39	80,00	193.762,03
Taquara	0	73,39	80,00	0,00
Três Coroas	24	73,39	80,00	140.917,84
Total C2A	1.485			8.719.291,28
C2B				
Igrejinha	182	73,39	80,00	1.068.626,94
Parobé	33	73,39	80,00	193.762,03
Taquara	0	73,39	80,00	0,00
Três Coroas	24	73,39	80,00	140.917,84
Total C2B	239			1.403.306,81

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 55 - Custo de demolição das áreas a serem desapropriadas no Cenário do Alto Sinos

Município	Áreas a Desapropriar			
	Número de Edificações	Demolição (R\$ / Edificação)	Área média da Edificação	Total Demolição (R\$)
Caraá	28	73,39	80,00	164.404,15
Rolante	11	73,39	80,00	64.587,34
Total	39			228.991

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

- Orçamento de 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:

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

No Quadro 56 está apresentada a parametrização dos custos.

Quadro 56 - Custos de revitalização de áreas desapropriadas e implantação de parques lineares

Projeto	Custo (R\$)	Área (m²)	Parâmetro (R\$/m²)	Reajustado para 2018
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.

O Quadro 57, o Quadro 58 e o Quadro 59 apresentam os custos de revitalização das áreas desapropriadas através da implantação de parques nos cenários do Baixo, Médio e Alto Sinos respectivamente em cada alternativa do **Cenário 2**.

Quadro 57 - Custo Total da Revitalização da Área do Baixo Sinos

Cenário BS C2A, C2B e C2C			
Cenário	Área Total (m²)	Custo Unitário (m²)	Valor Total
C2A, C2B e C2C	38.301	52,59	R\$ 2.014.249,59
Projeto Executivo		2,34%	R\$ 47.133,44
Licenciamentos		1,5%	R\$ 30.213,74
Instalação e Canteiro de Obras		1,5%	R\$ 30.213,74
Administração Local da Obra		4,04%	R\$ 81.375,68
Controle tecnológico dos Serviços e Materiais		0,6%	R\$ 12.085,50
TOTAL			R\$ 2.215.271,70

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 58 - Custo Total da Revitalização da Área do Médio Sinos

Cenário MS 2 A			
Cenário	Área Total (m²)	Custo Unitário (m²)	Valor Total
C2 A	211.809	52,59	R\$ 11.139.035,31
Projeto Executivo		2,34%	R\$ 260.653,43
Licenciamentos		1,5%	R\$ 167.085,53
Instalação e Canteiro de Obras		1,5%	R\$ 167.085,53
Administração Local da Obra		4,04%	R\$ 450.017,03
Controle tecnológico dos Serviços e Materiais		0,6%	R\$ 66.834,21
TOTAL			R\$ 12.250.711,03

Cenário MS 2 B			
Cenário	Área Total (m²)	Custo Unitário (m²)	Valor Total
C2 B	27.671	52,59	R\$ 1.455.217,89
Projeto Executivo		2,34%	R\$ 34.052,10
Licenciamentos		1,5%	R\$ 21.828,27
Instalação e Canteiro de Obras		1,5%	R\$ 21.828,27
Administração Local da Obra		4,04%	R\$ 58.790,80
Controle tecnológico dos Serviços e Materiais		0,6%	R\$ 8.731,31
TOTAL			R\$ 1.600.448,64

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 59 - Custo Total da Revitalização da Área do Alto Sinos

Cenário AS 2			
Cenário	Área Total (m²)	Custo Unitário (m²)	Valor Total
C2	9.860	52,59	R\$ 518.537,40
Projeto Executivo		2,34%	R\$ 12.133,78
Licenciamentos		1,5%	R\$ 7.778,06
Instalação e Canteiro de Obras		1,5%	R\$ 7.778,06
Administração Local da Obra		4,04%	R\$ 20.948,91
Controle tecnológico dos Serviços e Materiais		0,6%	R\$ 3.111,22
TOTAL			R\$ 570.287,43

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Para estimar o custo de implantação do parque linear foi considerado o valor de R\$ 52.59 / m².

No cálculo do custo não estão inclusos as ciclovias, iluminação, equipamentos (quedras, etc.) e demolição.

Os serviços orçados nos parques são:

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

✓ **Resumo**

Os demais custos que envolvem a desapropriação e implantação de parques como a avaliação dos imóveis e demolições são apresentados nos Quadro 60, Quadro 61 e Quadro 62 a seguir, para o Baixo, Médio e Alto Sinos, respectivamente.

Quadro 60 - Custo do zoneamento, desapropriação e revitalização no Baixo Sinos

Item	Descrição	Valor (sem BDI)	
1	Zoneamento com desapropriações BS C2A, C2B e C2C	R\$	52.667.603,36
1.1	Desapropriações	R\$	48.208.770,96
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$	482.087,71
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	R\$	1.761.472,99
1.4	Parque Linear	R\$	2.215.271,70

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 61 - Custo do zoneamento, desapropriação e revitalização no Médio Sinos

Item	Descrição	Valor (sem BDI)	
1.A	Zoneamento com desapropriações MS C2A	R\$	208.476.608,89
1.1.A	Desapropriações	R\$	185.650.105,53
1.2.A	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$	1.856.501,06
1.3.A	Demolições e Transporte até 30 km	R\$	8.719.291,28
1.4.A	Parque Linear	R\$	12.250.711,03
1.B	Zoneamento com desapropriações MS C2B	R\$	32.076.923,22
1.1.B	Desapropriações	R\$	28.785.314,62
1.2.B	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$	287.853,15
1.3.B	Demolições e Transporte até 30 km	R\$	1.403.306,81
1.4.B	Parque Linear	R\$	1.600.448,64

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 62 - Custo do zoneamento, desapropriação e revitalização no Alto Sinos

Item	Descrição	Valor (sem BDI)	
1.A	Zoneamento com desapropriações AS C2	R\$	8.989.582,19
1.1	Desapropriações	R\$	8.109.211,16
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$	81.092,11
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	R\$	228.991,49
1.4	Parque Linear	R\$	570.287,43

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Orçamento das Obras de Canoas/Esteio C2A - Pôlder da BR-448**

Para estimar os custos de implantação do sistema de proteção composto pela rodovia BR-448 com sua adaptação e inclusão de diques internos, 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.

O resumo destes valores são apresentados do Quadro 63 ao Quadro 68 a seguir.

Quadro 63 - Orçamento das casas de bombas C2A - Pôlder BR-448

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unid.	Total
1	Paramet.	Casa de Bombas 1 - Margem Direita Arroio Esteio EB 2+1R (264 CV)	792	CV	10.285.650,11
2	Paramet.	Casa de Bombas 2 - Margem Direita Arroio Esteio EB 2+1R (250 CV)	751	CV	10.021.883,61
3	Paramet.	Casa de Bombas 3 - Margem Direita Arroio Sapucaia EB 5+2R (486 CV)	3.402	CV	17.518.261,48
4	Paramet.	Casa de Bombas 4 - Margem Esquerda Arroio Sapucaia EB 6+2R (466 CV)	3.728	CV	17.972.339,46
5	Paramet.	Casa de Bombas 5 - Margem Direita Canal Mathias Velho EB 6+2R (466 CV)	3.728	CV	17.972.339,46
SUBTOTAL					73.770.474,12

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 64 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2A

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	Volume 448 parte 1 - Canal lateral					
1.1	-	Escavação parte 1 (0+000 a 6+440)		m³		
1.1.1	SICRO 5502820	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 0 a 50 m	415.573,00	m³	5,05	2.098.643,65
1.2	-	Escavação parte 1 (0+000 a 1+760)		m³		
1.2.1	SICRO 5502820	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 0 a 50 m	91.639,00	m³	5,05	462.776,95
2	Volume 448 parte 2 - Corta Dreno					
2.1	-	Reaterro parte 2 (0+000 a 6+440)				
2.1.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	41.013,00	m³	2,24	91.869,12
2.1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	193.200,00	m²	1,18	227.976,00
2.1.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	41.013,00	m³	4,94	202.604,22
2.2	-	Reaterro parte 2 (0+000 a 1+760)				
2.2.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	11.298,00	m³	2,24	25.307,52
2.2.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	52.800,00	m²	1,18	62.304,00
2.2.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	11.298,00	m³	4,94	55.812,12
3	Fechamento de passagens					
3.1	Estimativa	Fechamento de passagens existentes na BR-448 para vedação	1,00	unid	4.000.000,00	4.000.000,00
4	Desapropriação					
4.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 6+440)	0,00	m²	2,00	0,00
4.2	Pesquisa mercado	Edificação (0+000 a 6+440)	0,00	Unidade	89.075,18	0,00
4.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 6+440)	0,00	m²	73,39	0,00
SUBTOTAL						7.227.293,58

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 65 - Orçamento do dique ao Sul da BR-386 - C2A

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	-	Aterro parte 1 (0+000 a 6+200)				
1.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	56.106,00	m²	1,18	66.205,08
1.2	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	499.519,70	m²	0,82	409.606,15
2	-	Aterro parte 2 (0+000 a 6+200)				
2.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	56.106,00	m²	1,18	66.205,08
2.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	81.698,20	m³	4,94	403.589,11
2.3	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	106.207,66	m³	15,98	1.697.198,41
2.4	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	106.207,66	m³	1,57	166.746,03
2.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 19,93)	2.116.718,66	m³xKm	1,06	2.243.721,78
2.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	212.415,32	m³xKm	1,26	267.643,30
3	-	Aterro parte 2 (0+000 a 6+200)				
3.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	56.106,00	m²	1,18	66.205,08
3.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	64.676,50	m³	4,94	319.501,91
3.3	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	84.079,45	m³	15,98	1.343.589,61
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	84.079,45	m³	1,57	132.004,74
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 19,93)	1.675.703,44	m³xKm	1,06	1.776.245,64
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	168.158,90	m³xKm	1,26	211.880,21
4		Desapropriação				
4.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 6+225)	261.828,00	m²	2,00	523.656,00
4.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 6+225)	2,00	Unidade	89.075,18	178.150,36
4.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 6+225)	160,00	m²	73,39	11.743,15
SUBTOTAL						9.883.891,65

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 66 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2A

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	-	Escavação parte 1 (0+000 a 2+300)				
1.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	280.578,00	m³	2,24	628.494,72
1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	20.700,00	m²	1,18	24.426,00
1.3	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	280.578,00	m²	0,82	230.073,96
2	-	Aterro parte 1 (0+000 a 2+300)				
2.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	36.800,00	m²	1,18	43.424,00
2.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	55.262,00	m³	4,94	272.994,28
2.3	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	71.840,60	m³	15,98	1.148.012,79
2.4	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	71.840,60	m³	1,57	112.789,74
2.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 14,43)	1.036.659,86	m³xKm	1,06	1.098.859,45
2.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	143.681,20	m³xKm	1,26	181.038,31
3	-	Aterro parte 2 (0+000 a 2+300)				
3.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	20.700,00	m²	1,18	24.426,00
3.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	23.956,00	m³	4,94	118.342,64
3.3	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	31.142,80	m³	15,98	497.661,94
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	31.142,80	m³	1,57	48.894,20
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 14,43)	449.390,60	m³xKm	1,06	476.354,04
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	62.285,60	m³xKm	1,26	78.479,86
4	-	Aterro parte 3 (0+000 a 2+300)				
4.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	20.700,00	m²	1,18	24.426,00
4.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	23.956,00	m³	4,94	118.342,64
4.3	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	31.142,80	m³	15,98	497.661,94
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	31.142,80	m³	1,57	48.894,20
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 14,43)	449.390,60	m³xKm	1,06	476.354,04
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	62.285,60	m³xKm	1,26	78.479,86

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5		Desapropriação				
5.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 2+300)	276.000,00	m²	2,00	552.000,00
5.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 2+300)	10,00	Unidade	104.598,92	1.045.989,20
5.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 2+300)	800,00	m²	73,39	58.715,77
SUBTOTAL						6.640.976,90

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 67 - Orçamento dos diques do Arroio Sapucaia - C2A

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	-	Escavação parte 1 (0+000 a 3+300)				
1.1	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	268.509,00	m³	2,24	601.460,16
1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	29.700,00	m²	1,18	35.046,00
1.3	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	268.509,00	m²	0,82	220.177,38
2	-	Aterro parte 2 (0+000 a 3+300)				
2.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	92.400,00	m²	1,18	109.032,00
2.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	124.520,00	m³	4,94	615.128,80
2.3	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	161.876,00	m³	15,98	2.586.778,48
2.4	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 16,17)	161.876,00	m³	1,57	254.145,32
2.5	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	2.617.534,92	m³xKm	1,06	2.774.587,02
3	-	Aterro parte 3 (0+000 a 3+300)				
3.1	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	29.700,00	m²	1,18	35.046,00
3.2	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	43.677,00	m³	4,94	215.764,38
3.3	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	56.780,10	m³	15,98	907.346,00
3.4	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 16,17)	56.780,10	m³	1,57	89.144,76

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
3.5	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	918.134,22	m³xKm	1,06	973.222,27
4		Desapropriação				
4.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 3+300)	429.000,00	m²	2,00	858.000,00
4.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 3+300)	0,00	Unidade	90.376,89	0,00
4.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 3+300)	0,00	m²	73,39	0,00
SUBTOTAL						10.825.891,93

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 68 - Itens relativos a projetos e serviços técnico e valor das obras do polder da BR-448

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	400.718	m²	0,35	140.251,30
SUBTOTAL						140.251,30
2	Estimativa	Projeto Executivo	2%	%		2.538.637,44
3	Estimativa	Licenciamentos	2%	%		1.627.331,69
4	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,5%	%		1.627.331,69
5	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		4.382.946,69
6	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		650.932,68
7	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		1.084.887,79
SUBTOTAL						11.912.067,99
TOTAL SISTEMA DE PROTEÇÃO BR-448 (CANOAS / ESTEIO C2A) (SEM BDI)						120.400.847,47

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ Orçamento das Obras de Canoas/Esteio C2B - 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 69 ao Quadro 76.

Quadro 69 - Orçamento das casas de bombas C2B

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	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
TOTAL ORÇAMENTO CASA DE BOMBAS					43.882.667,91

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 70 - Orçamento das adaptações 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 71 - 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 Primário (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 Primário (DMT = 2,0)	69.024,80	m³xKm	1,26	86.971,25

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 72 - 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 Primário (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

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	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 Primário (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 73 - 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 Primário (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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 Primário (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 74 - 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 Primário (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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 Primário (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 75 - 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 Primário (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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 Primário (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 76 - Itens relativos a projetos, apoio técnico e valor das obras de Canoas e Esteio

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
9	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		1.889.055,12
10	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		1.210.932,77
11	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		1.210.932,77
12	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		3.261.445,59
13	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		484.373,11
14	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

✓ Orçamento das Obras de Canoas/Esteio C2C - Proteção no Eixo da Linha Férrea

Para estimar os custos de implantação do sistema de proteção do **Cenário 2 C** composto por diques que se estendem até o eixo da linha férrea, protegendo as ocupações existentes, mas também permitindo a expansão urbana, com a adaptação parcial da BR-448 no município de Esteio, a inclusão de diques internos, 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 77 ao Quadro 85.

Quadro 77 - Orçamento das casas de bombas C2C

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	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 (236 CV)	709	CV	8.549.821,39
4	Parametrização	Casa de Bombas nº 4 - EB 2+1R (334 CV)	1.001	CV	10.264.100,68
5	Parametrização	Casa de Bombas nº 5 - EB 4+2R (361 CV)	2.168	CV	15.462.080,05
6	Parametrização	Casa de Bombas nº 6 - EB 2+1R (403 CV)	1.209	CV	11.346.823,61

63.504.497,10

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 78 - Orçamento das adaptação da BR-448 e vala de drenagem lateral - C2C

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
1	-	Reaterro parte 2 (0+000 a 1+760)	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 79 - Orçamento dos diques do Arroio Esteio - C2C

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	73.729,48	m²	0,32	23.593,43
3	-	Material importado de jazida	36.487,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	47.433,10	m³	15,98	757.980,94
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	36.487,00	m³	2,24	81.730,88
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)	36.487,00	m³	4,94	180.245,78

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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	47.433,10	m³	1,57	74.469,97
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	648.410,48	m³xKm	1,06	687.315,11
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	94.866,20	m³xKm	1,26	119.531,41
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	473.484,00	m²	3,11	1.472.535,24
4	-	Cut-off	26.586,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	34.561,80	m³	15,98	552.297,56
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	26.586,00	m³	2,24	59.552,64
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)	26.586,00	m³	4,94	131.334,84
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	34.561,80	m³	1,57	54.262,03
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	472.459,81	m³xKm	1,06	500.807,39
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	69.123,60	m³xKm	1,26	87.095,74
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	291.562,00	m³	2,24	653.098,88
1.1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	78.329,48	m²	1,18	92.428,78
1.1.3	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	291.562,00	m²	0,82	239.080,84
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	73.729,48	m²	0,35	25.805,32
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 2+300)	73.729,48	m²	2,00	147.458,96
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				7.045.330,70

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 80 - Orçamento do dique Arroio Sapucaia - C2C

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	68.042,00	m²	0,32	21.773,44
3	-	Material importado de jazida	72.800,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	94.640,00	m³	15,98	1.512.347,20
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	72.800,00	m³	2,24	163.072,00
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)	72.800,00	m³	4,94	359.632,00
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	94.640,00	m³	1,57	148.584,80
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	1.293.728,80	m³xKm	1,06	1.371.352,53
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	189.280,00	m³xKm	1,26	238.492,80
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	136.347,00	m²	3,11	424.039,17
4	-	Cut-off	27.860,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	36.218,00	m³	15,98	578.763,64
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	27.860,00	m³	2,24	62.406,40
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)	27.860,00	m³	4,94	137.628,40
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	36.218,00	m³	1,57	56.862,26
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	495.100,06	m³xKm	1,06	524.806,06
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	72.436,00	m³xKm	1,26	91.269,36
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	117.900,00	m³	2,24	264.096,00
1.1.2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	73.276,00	m²	1,18	86.465,68
1.1.3	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 HP	117.900,00	m²	0,82	96.678,00
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	68.042,00	m²	0,35	23.814,70
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	68.042,00	m²	2,00	136.084,00
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						7.344.157,64

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 81 - Orçamento do dique 1 - C2C

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	29.762,32	m²	0,32	9.523,94
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	26.700,32	m²	1,18	31.506,38
3	-	Material importado de jazida	55.144,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	71.687,20	m³	15,98	1.145.561,46
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	55.144,00	m³	2,24	123.522,56
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)	55.144,00	m³	4,94	272.411,36
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	71.687,20	m³	1,57	112.548,90
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	979.964,02	m³xKm	1,06	1.038.761,87
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	143.374,40	m³xKm	1,26	180.651,74
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	28.045,00	m²	3,11	87.219,95
4	-	Cut-off	4.762,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	6.190,60	m³	15,98	98.925,79
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	4.762,00	m³	2,24	10.666,88
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)	4.762,00	m³	4,94	23.524,28
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	6.190,60	m³	1,57	9.719,24
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	84.625,50	m³xKm	1,06	89.703,03
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	12.381,20	m³xKm	1,26	15.600,31
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	29.762,32	m²	0,35	10.416,81
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	29.762,32	m²	2,00	59.524,64
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						3.319.789,15

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 82 - Orçamento do dique 2 - C2C

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	20.981,36	m²	0,32	6.714,04
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	18.857,36	m²	1,18	22.251,69
3	-	Material importado de jazida	39.731,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	51.650,30	m³	15,98	825.371,79
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	39.731,00	m³	2,24	88.997,44
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)	39.731,00	m³	4,94	196.271,14
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	51.650,30	m³	1,57	81.090,97
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	706.059,60	m³xKm	1,06	748.423,18
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	103.300,60	m³xKm	1,26	130.158,76
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	20.063,00	m²	3,11	62.395,93
4	-	Cut-off	3.212,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.175,60	m³	15,98	66.726,09
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	3.212,00	m³	2,24	7.194,88
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)	3.212,00	m³	4,94	15.867,28
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	4.175,60	m³	1,57	6.555,69
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	57.080,45	m³xKm	1,06	60.505,28
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	8.351,20	m³xKm	1,26	10.522,51
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	20.981,36	m²	0,35	7.343,48
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	20.981,36	m²	2,00	41.962,72
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						2.378.352,86

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 83 - Orçamento do dique 3 - C2C

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	122.614,81	m²	0,32	39.236,74
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	110.332,81	m²	1,18	130.192,72
3	-	Material importado de jazida	235.506,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	306.157,80	m³	15,98	4.892.401,64
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	235.506,00	m³	2,24	527.533,44
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)	235.506,00	m³	4,94	1.163.399,64
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	306.157,80	m³	1,57	480.667,75
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	4.185.177,13	m³xKm	1,06	4.436.287,75
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	612.315,60	m³xKm	1,26	771.517,66
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	116.428,00	m²	3,11	362.091,08
4	-	Cut-off	18.438,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	23.969,40	m³	15,98	383.031,01
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	18.438,00	m³	2,24	41.301,12
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)	18.438,00	m³	4,94	91.083,72
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	23.969,40	m³	1,57	37.631,96
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	327.661,70	m³xKm	1,06	347.321,40
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	47.938,80	m³xKm	1,26	60.402,89
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	122.614,81	m²	0,35	42.915,18
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	122.614,81	m²	2,00	245.229,62
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						14.052.245,31

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 84 - Orçamento do dique 4 - C2C

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	176.731,92	m²	0,32	56.554,21
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	158.385,92	m²	1,18	186.895,39
3	-	Material importado de jazida	323.501,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	420.551,30	m³	15,98	6.720.409,77
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	323.501,00	m³	2,24	724.642,24
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)	323.501,00	m³	4,94	1.598.094,94
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	420.551,30	m³	1,57	660.265,54
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	5.748.936,27	m³xKm	1,06	6.093.872,45
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	841.102,60	m³xKm	1,26	1.059.789,28
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	170.275,00	m²	3,11	529.555,25
4	-	Cut-off	27.501,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	35.751,30	m³	15,98	571.305,77
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica de capacidade de 0,78 m³	27.501,00	m³	2,24	61.602,24
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)	27.501,00	m³	4,94	135.854,94
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	35.751,30	m³	1,57	56.129,54
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	488.720,27	m³xKm	1,06	518.043,49
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	71.502,60	m³xKm	1,26	90.093,28
7	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	176.731,92	m²	0,35	61.856,17
8	-	Desapropriação				
8.1	Pesquisa mercado	Desapropriação (0+000 a 1+698)	176.731,92	m²	2,00	353.463,84
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						19.478.428,35

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 85 - Itens relativos a projetos, serviços apoio técnico e valor das obras de Canoas e Esteio

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
9	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		2.618.558,63
10	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		1.678.563,22
11	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		1.678.563,22
12	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		4.520.930,28
13	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		671.425,29
14	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		1.119.042,15
SUBTOTAL						12.287.082,79
TOTAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CANOAS / ESTEIO C2C (SEM BDI)						131.535.455,28

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Orçamento das Obras de Aprofundamento do Canal Secundário sob a BR-116 e elevação dos diques de proteção existentes**

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 86 ao Quadro 92.

Quadro 86 - Orçamento do aprofundamento e alargamento do canal secundário do Rio dos Sinos

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	7.550,00	m³	2,24	16.912,00
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	7.560,00	m²	1,18	8.920,80
3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	7.950,00	m³	4,94	39.273,00
4	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	11.000,00	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	2.863,00	m³	2,24	6.413,12
6	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	14.222,00	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	14.222,00	m³	1,57	22.328,54
8	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 12,93)	183.890,00	m³xKm	1,06	194.923,89
9	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	28.444,00	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)	2.897.209,00	kg	5,53	16.021.567,21

Item	Base de Custos	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
11	SINAPI 72840	Transporte Comercial com Caminhão Carroceria 9 t (DMT=30 km) Transporte da Estaca	86.916,00	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	2.863,00	m³	1,53	4.380,39
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	3.499,00	m	106,18	371.523,82
14	SICRO 5605938	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm	3.499,00	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 groutamento da cabeça	700	unid.	252,88	177.016,00
17	SICRO 1917018	Dragagem de areia média	132.118,00	m³	10,28	1.358.173,04
18	DAER 131	Espalhamento bota-fora	20.000,00	m³	1,48	29.600,00
19	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	45.807,00	m³	4,94	226.286,58
20	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	59.549,00	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	59.549,00	m³	1,57	93.492,09
22	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 12,93)	769.970,00	m³xKm	1,06	816.168,05
23	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	119.098,00	m³xKm	1,26	150.063,73
24	DAER 839	Fornecimento rachão enchimento brita e camada bloqueio - exclusive transporte	1.908,00	m³	33,01	62.983,08
25	DAER 840	Execução rachão - exclusive mat e transporte	1.908,00	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)	1.908,00	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 4 metros - fornecimento e execução. Af_12/2015	5.887,00	m³	404,09	2.378.877,83
28	SINAPI 83665	Fornecimento e instalação de manta bidim RT - 14	4.771,00	m³	6,57	31.345,47
29	SICRO 1505877	Enrocamento com pedra de mão, inclusive espalhamento e compactação mecânica - fornecimento e assentamento	4.950,00	m³	77,81	385.159,50
30	-	Desapropriação				
30.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+950 a 1+200)	7.361,00	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)	480,00	m²	73,39	35.229,46
SUBTOTAL						27.787.043,06

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 87 - Itens relativos a projeto, apoio técnico e valor das obras canal secundário

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

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 88 - 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	3630,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.719,00	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	3.630,00	m³	2,24	8.131,20
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	64.509,00	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)	9.438,00	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	4.719,00	m³	1,57	7.408,83
3.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	3.630,00	m³	4,94	17.932,20
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	3.895,00	m²	3,11	12.114,17
4	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	7860,18	m²	0,35	2.751,06
5		Desapropriação				
5.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 0+200)	605,00	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)	400,00	m²	73,39	29.357,88
SUBTOTAL						1.036.904,42

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 89 - 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	24.736,23	m²	0,32	7.915,59
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	19.458,23	m²	1,18	22.960,71
3		Material importado de jazida	12.656,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	16.453,00	m³	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	12.656,00	m³	2,24	28.349,44
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	224.910,00	m³xKm	1,06	238.404,36
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	32.906,00	m³xKm	1,26	41.461,06
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	16.453,00	m³	1,57	25.830,90
3.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC ≥ 95% do PN (áreas) c/ moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	12.656,00	m³	4,94	62.520,64
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	11.802,00	m²	3,11	36.704,12
4	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	24736,23	m²	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)	479,00	m²	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)	880,00	m²	73,39	64.587,34
SUBTOTAL						2.158.534,11

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 90 - Orçamento de Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade		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	608,4	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

Quadro 91 - Orçamento de Elevação Muro Existente Margem Esquerda - São Leopoldo

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade		Total
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	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 92 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras de elevação dos diques

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade		Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		98.419,38
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		63.089,35
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		63.089,35
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		169.920,64
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		25.235,74
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		42.059,56
TOTAL OBRAS DE ELEVÇÃO DOS DIQUES EXISTENTES EM SÃO LEOPOLDO SOB A BR-116 (SEM BDI)						4.667.770,43

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ 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 93.

Quadro 93 - Orçamento do Dique Nova Santa Rita Margem Direita

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/ moniveladora 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/ moniveladora 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 94 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras em Nova Santa Rita

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

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **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 95 a Quadro 97.

Quadro 95 - Orçamento dos Diques de Sapucaia do Sul - Dique Norte - Margem esquerda

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	m²	0,32	4.948,26
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	13.645,12	m²	1,18	16.101,24
3	-	Material importado de jazida	23.782,88	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	30.917,74	m³	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	m³	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	m³	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	m³	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	m³xKm	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	m³xKm	1,26	77.912,71
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	14.134,00	m²	3,11	43.956,74
4	-	Cut-off	2.787,26	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	3.623,44	m³	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	m³	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	m³	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 96 - Orçamento dos Diques de Sapucaia do Sul - Dique Sul - Margem esquerda

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
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

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)	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
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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
5.13	SINAPI 83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras de 165 hp	<u>287,09</u>	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	<u>287,09</u>	m³	0,82	235,42
6	-	Muro de Concreto <3m	840,00	m		
6.1	SINAPI 73672	Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com árvores 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,	504,00	m³	376,43	189.720,72

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
		adensamento e acabamento. Af_12/2015 (muro de concreto e=30cm)				
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	<u>80,06</u>	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
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 97 - Itens relativos a projetos, serviços apoio técnico e valor das obras em Sapucaia Sul

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

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **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 98 ao Quadro 100.

Quadro 98 - Orçamento da elevação dos diques - Arroio Cequinha Margem Direita

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	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
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 99 - Orçamento da elevação dos diques - Arroio Cequinha Margem Esquerda

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 100 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras no A. Cerquinha

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
6	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		152.596,09
7	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		97.818,00
8	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		97.818,00
9	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		263.456,49
10	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		39.127,20
11	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		65.212,00
TOTAL ELEVÇÃO DOS DIQUES EXISTENTES NO ARROIO CERQUINHA - SÃO LEOPOLDO (SEM BDI)						7.237.228,07

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 no Quadro 101 e no Quadro 102.

Quadro 101 - Orçamento do dique proposto em São Leopoldo - Margem Esquerda - Bairro Feitoria

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	m²	0,32	22.758,28
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	62.639,63	m²	1,18	73.914,76
3	-	Material importado de jazida	107.195,80	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	139.354,54	m³	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	m³	2,24	240.118,59
3.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 140 hp e rolo compressor vibratório 80 hp)	107.195,80	m³	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	m³	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	m³xKm	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	m³xKm	1,26	351.173,44
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	65.440,69	m²	3,11	203.520,55
4	-	Cut-off	12.750,70	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	16.575,91	m³	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	m³	2,24	28.561,57
4.3	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ moniveladora 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	Parametrização	Casa de Bombas				
5.1	Parametrização	Casa de Bombas nº 1 - 3+2R (400 CV)	2.000	CV		14.882.289,00
5.2	Parametrização	Casa de Bombas nº 2 - 3+1R (400 CV)	1.600	CV		13.775.018,29

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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	Parametrização	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 102 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor das obras no Bairro Feitoria

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		838.190,78
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		537.301,78
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		537.301,78
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		1.447.132,80
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		214.920,71
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		358.201,19
TOTAL (SEM BDI)						39.753.167,87

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 no Quadro 103 e no Quadro 104.

Quadro 103 - Orçamento do dique proposto em Novo Hamburgo - Bairro Lomba Grande

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/ moniveladora 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

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)	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/ moniveladora 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 acabamento. Af_12/2015 (viga hméd=1,6m; l=0,4m)	230,4	m³	376,43	86.729,47
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	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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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	<u>38,16</u>	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
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 (Exclusive 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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 - 4+2R (116 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 104 - Itens relativos a projetos, serviços apoio técnico e valor das obras em Lomba Grande

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		164.468,93
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		105.428,80
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		105.428,80
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		283.954,90
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		42.171,52
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		70.285,87
TOTAL (SEM BDI)						7.800.325,43

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ 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 105 e no Quadro 106.

Quadro 105 - Orçamento do dique proposto em Campo Bom - Bairro N - Margem Direita

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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 árvores 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
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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 (Exclusive 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
5.19	SINAPI 92923	Armação de fundações e estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares e lajes (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação	978,31	kg	4,7	4.598,06

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
		térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015				
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 (Exclusive 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 106 - Itens relativo a projetosm, serviços de apoio técnico e valor das obras no Bairro N

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		137.969,33
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		88.441,88
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		88.441,88
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		238.203,46
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		35.376,75
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		58.961,25
TOTAL (SEM BDI)						6.543.519,83

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Orçamento das Obras do Dique em Campo Bom - Arroio Schmidt**

Para estimar os custos da do dique proposto em Campo Bom 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 107 e no Quadro 108.

Quadro 107 - Orçamento do dique proposto em Campo Bom - Arroio Schmidt - Margem Direita

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	6.335,13	m ²	0,32	2.027,24
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	5.295,13	m ²	1,18	6.248,25
3	-	Material importado de jazida	5.700,00	m ³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	7.410,00	m ³	15,98	118.411,80
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m ³	5.700,00	m ³	2,24	12.768,00
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)	5.700,00	m ³	4,94	28.158,00
3.4	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	7.410,00	m ³	1,57	11.633,70
3.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	101.294,70	m ³ xKm	1,06	107.372,38
3.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	14.820,00	m ³ xKm	1,26	18.673,20
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	2.325,51	m ²	3,11	7.232,34
4	-	Cut-off	1.500,00	m ³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	1.950,00	m ³	15,98	31.161,00
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m ³	1.500,00	m ³	2,24	3.360,00
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)	1.500,00	m ³	4,94	7.410,00
4.4	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	1.950,00	m ³	1,57	3.061,50
4.5	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia Pavimentada (DMT = 13,67)	26.656,50	m ³ xKm	1,06	28.255,89
4.6	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m3 em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 2,0)	3.900,00	m ³ xKm	1,26	4.914,00
5	Parametrização	Casa de Bombas EB 2+1R (206 CV)	618,00	CV		9.054.676,19
6	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	6.335,13	m ²	0,35	2.217,30
7		Desapropriação				
7.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+280 a 0+440)	5.023,39	m ²	511,38	2.568.875,59

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+280 a 0+440)	7	Unidade	85.340,74	597.385,17
7.3	Parametrização	Demolição (0+280 a 0+440)	560,00	m²	73,39	41.101,04
SUBTOTAL						12.654.942,59

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 108 - Itens relativo a projetos, apoio técnico e valor das obras no Arroio Schmidt

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		296.125,66
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		189.824,14
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		189.824,14
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		511.259,68
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		75.929,66
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		126.549,43
TOTAL (SEM BDI)						14.044.455,29

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ Orçamento da Obra do Dique em Três Coroas

Para estimar os custos da do dique proposto em Três Coroas na confluência do Rio Paranhana e o Arroio Angabei 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 109.

Quadro 109 - Orçamento do dique em Três Coroas - Arroio Angabei

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	7.085,70	m²	0,32	2.267,42
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	5.585,70	m²	1,18	6.591,12
3	-	Material importado de jazida	3.700,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	4.810,00	m³	15,98	76.863,80
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	3.700,00	m³	2,24	8.288,00
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 2,8)	13.468,00	m³	1,06	14.276,08
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 10,0)	48.100,00	m³	1,26	60.606,00
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	4.810,00	m³	1,57	7.551,70
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)	3.700,00	m³	4,94	18.278,00
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	3.354,10	m²	3,11	10.431,26
4	-	Cut-off	2.250,00	m³		

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	2.925,00	m³	15,98	46.741,50
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	2.250,00	m³	2,24	5.040,00
4.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 2,8)	8.190,00	m³	1,06	8.681,40
4.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 10,0)	29.250,00	m³	1,26	36.855,00
4.5	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	2.925,00	m³	1,57	4.592,25
4.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC >= 95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	2.250,00	m³	4,94	11.115,00
5	Parametrização	Casa de Bombas EB 2+1R (25 CV)	75	CV		2.600.133,89
6	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	7.085,70	m²	0,35	2.479,99
7		Desapropriação				
7.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 0+200 e 0+350 a 0+748)	5.462,40	m²	211,01	1.152.596,46
7.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 0+200 e 0+350 a 0+748)	9	Unidade	127.974,23	1.151.768,09
7.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 0+200 e 0+350 a 0+748)	720,00	m²	73,39	52.844,19
SUBTOTAL						5.278.001,15

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 110 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor das obras em Três Coroas

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		123.505,23
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		79.170,02
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		79.170,02
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		213.231,25
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		31.668,01
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		52.780,01
TOTAL OBRAS DO DIQUE PROPOSTO EM TRÊS COROAS (SEM BDI)						5.857.525,68

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ Orçamento das Obras dos Diques em Igrejinha C2A

Para estimar os custos da dos diques propostos em Igrejinha no **Cenário 2 A** 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 111 ao Quadro 113.

Quadro 111 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2A - 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	32.762,61	m2	0,32	10.484,03
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	28.462,61	m2	1,18	33.585,88
3	-	Material importado de jazida	42.800,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	55.640,00	m³	15,98	889.127,20
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	42.800,00	m³	2,24	95.872,00
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 2,8)	155.792,00	m³	1,06	165.139,52
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 10,0)	556.400,00	m³	1,26	701.064,00
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	55.640,00	m³	1,57	87.354,80
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)	42.800,00	m³	4,94	211.432,00
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	9.615,09	m²	3,11	29.902,94
4	-	Cut-off	6.200,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	8.060,00	m³	15,98	128.798,80
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	6.200,00	m³	2,24	13.888,00
4.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 2,8)	22.568,00	m³	1,06	23.922,08
4.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 10,0)	80.600,00	m³	1,26	101.556,00
4.5	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	8.060,00	m³	1,57	12.654,20
4.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	6.200,00	m³	4,94	30.628,00
5	Parametrização	Casa de Bombas EB 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
6	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	32.762,61	m²	0,35	11.466,91
7		Desapropriação				
7.1	Pesq. de mercado	Desapropriação (0+000 a 2+150)	21.693,60	m²	337,17	7.314.495,78
7.2	Pesq. de mercado	Edificação (0+000 a 2+150)	41	Unidade	75.848,86	3.109.803,19
7.3	Parametrização	Demolição (0+000 a 2+150)	3.280,00	m²	73,39	240.734,64
SUB-TOTAL						18.680.414,14

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 112 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2A - 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	134.875,22	m²	0,32	43.160,07
2	SINAPI 72961	Regularização e Compactação de Subleito até 20 cm de Espessura	123.755,22	m²	1,18	146.031,16
3	-	Material importado de jazida	333.200,00	m³		
3.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	433.160,00	m³	15,98	6.921.896,80
3.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	333.200,00	m³	2,24	746.368,00
3.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 2,8)	1.212.848,00	m³	1,06	1.285.618,88
3.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 10,0)	4.331.600,00	m³	1,26	5.457.816,00
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	433.160,00	m³	1,57	680.061,20
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)	333.200,00	m³	4,94	1.646.008,00
3.7	DAER 7050	Hidrossemeadura	24.865,08	m²	3,11	77.330,39
4	-	Cut-off	16.800,00	m³		
4.1	SINAPI 6077	Argila ou barro para aterro/reaterro (retirado na jazida, sem transporte)	21.840,00	m³	15,98	349.003,20
4.2	SINAPI 83338	Escavação mecânica, a céu aberto, em material de 1a categoria, com escavadeira hidráulica, capacidade de 0,78 m³	16.800,00	m³	2,24	37.632,00
4.3	SINAPI 72887	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia Pavimentada (DMT = 2,8)	61.152,00	m³	1,06	64.821,12
4.4	SINAPI 72886	Transporte Comercial com Caminhão Basculante 6 m³ em Rodovia com Revestimento Primário (DMT = 10,0)	218.400,00	m³	1,26	275.184,00
4.5	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	21.840,00	m³	1,57	34.288,80
4.6	SINAPI 74005/002	Compactação mecânica c/ controle do GC>=95% do PN (áreas) (c/ motoniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	16.800,00	m³	4,94	82.992,00
5	-	Casas de Bombas				
5.1	Parametrização	Bomba 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
5.2	Parametrização	Bomba 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
5.3	Parametrização	Bomba 2+1R (100 CV)	300	CV		5.468.504,17
8	SINAPI 78472	Serviços Topográficos para Pavimentação, Inclusive Nota de Serviços, Acompanhamento e Greide	134.875,22	m²	0,35	47.206,33
9	Pesq. de mercado	Desapropriação	92.936,80	m²	337,17	31.335.777,91
SUBTOTAL						65.636.708,34

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

Quadro 113 - Itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico e valor dos diques Igrejinha

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
7	Estimativa	Projeto Executivo	2,34%	%		1.973.020,67
8	Estimativa	Licenciamentos	1,50%	%		1.264.756,84
9	Estimativa	Instalação e Canteiro de Obras	1,50%	%		1.264.756,84
10	Estimativa	Administração Local da Obra	4,04%	%		3.406.411,75
11	Estimativa	Controle tecnológico dos Serviços e Materiais	0,60%	%		505.902,73
12	Estimativa	Remanejo das redes existentes	1,00%	%		843.171,22
TOTAL OBRAS DOS DIQUES PROPOSTOS EM IGREJINHA C2A (SEM BDI)						93.575.142,53

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

✓ **Orçamento das Obras dos Diques em Igrejinha C2B**

Para estimar os custos dos diques propostos em Igrejinha no **Cenário 2 B** 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 114 ao Quadro 118.

Quadro 114 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - 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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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 árvores 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
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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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
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 115 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - 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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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
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	<u>80,70</u>	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

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	3.398,35	kg	4,70	15.972,22
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	<u>194,08</u>	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 116 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - Margem Esquerda Sul

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	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

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)	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
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 árvores 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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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
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	<u>551,64</u>	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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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
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 117 - Orçamento do dique proposto em Igrejinha C2B - Margem Direita Sul

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	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 árvores 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

Item	Base de Custo	Descrição	Quant.	Unidade	Valor Unit.	Total
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
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	<u>338,31</u>	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