



Produto P6.2 – Tomo I

Propostas de Medidas Estruturais e Não Estruturais

PDCV-RE-P06-1-001-R0

06 de novembro de 2022



**PLANO DIRETOR DE
ÁGUAS URBANAS**

REGIÃO METROPOLITANA
DA GRANDE VITÓRIA
(PDAU-RMGV)

Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV)

ELABORADO POR

CONSÓRCIO TETRA TECH - CONCREMAT



CONTRATANTE:

COMPANHIA ESPÍRITO

SANTENSE DE SANEAMENTO



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

COMITÊ DIRETIVO DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS E
DA PAISAGEM Projeto BIRD Empréstimo N° 8355 – BR

CONTRATO

CT00162020

DATA DE INÍCIO DO CONTRATO

08 de junho de 2020

CONCLUSÃO PREVISTA

08 de dezembro 2022

Produto P6.2

O Produto 6.2 - Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais (M2), foi dividido em dois Tomos, a saber:

- Tomo I - Medidas Estruturais e Não Estruturais para a RMGV.
- Tomo II - Simulações para os TRs 5, 10, 25, 50 e 100 anos das Alternativas Escolhidas.

O presente relatório apresenta o conteúdo do Tomo I, parte integrante do Produto 6.2.

Sumário

1	Conceitos Gerais.....	27
	Evolução dos Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	
	27	
	Medidas de Controle de Cheias	30
1.1.1	Tipos de soluções estruturais	31
1.1.2	Tipos de soluções não estruturais	34
	A escala de implantação das SbNs	35
	Soluções de 1º e 2º Nível	40
	Abordagem integrada	43
2	Critérios e premissas para definição das medidas estruturais e não estruturais	46
	Definição dos tipos de medidas a serem propostas.....	49
	Alternativas de Medidas de Controle na Mancha de inundação	
	Remanescente ou do Prognóstico	51
3	Propostas de Medidas por Bacias	61
	Bacia Hidrográfica do Rio Preto.....	64
3.1.1	Rio Preto	66
	Bacia Hidrográfica dos Reis Magos.....	77
3.1.2	Rio Reis Magos.....	80
3.1.3	Rio Sauanha (Timbuí)	86
3.1.4	Rio Fundão	92
	Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.....	114
3.1.5	Córrego Joãozinho	116
	Bacia Hidrográfica de Juara-Jacuném	127
3.1.6	Lagoa Juara.....	129

3.1.7 Lagoa Jacuném.....	140
3.1.8 Córrego Doutor Robson.....	145
Bacia Hidrográfica de Manguinhos-Maringá	154
3.1.9 Córrego Manguinhos.....	156
3.1.10 Córrego Maringá.....	166
Bacia Hidrográfica do Jucu	169
3.1.11 Prognóstico Atualizado (Prognóstico 2)	171
3.1.12 Alternativas	202
Bacia Hidrográfica do Rio Perocão	246
3.1.13 Rio Perocão.....	248
Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti	260
3.1.14 Rio Jabuti.....	262
Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe	271
3.1.15 Rio Meaípe.....	273
Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.....	277
3.1.16 Canal dos Escravos.....	280
3.1.17 Rio Santa Maria da Vitória	287
Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá	287
3.1.18 Rio Itanguá.....	289
Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória	299
3.1.19 Canal Leitão da Silva (Bacia Portinari)	301
3.1.20 Bacia Bento Ferreira	306
3.1.21 Córrego Fradinhos.....	313
Bacia Hidrográfica do Rio Una.....	323
3.1.22 Rio Una	325
Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.....	344

3.1.23	Rio Bubu	346
4	Análise Multicritério	357
	Definição das Alternativas	357
	Definição dos Critérios, Subcritérios e Escalas de Pontuação	361
4.1.1	Critério 1 – Eficiência da Alternativa	362
4.1.2	Critério 2 - Socioterritorial	365
4.1.3	Critério 3 – Ambiental	368
4.1.4	Critério 4 – Técnico-econômico	370
4.1.5	Critério 5 – Repercussão Política	373
	Atribuição dos Pesos dos Critérios e Subcritérios	375
	Pontuação dos parâmetros	376
	Resultados da Análise Multicritério	376
5	Procedimentos para a Execução das Proposições	380
	Quadro Ambiental e Social do Banco Mundial	380
	Diretrizes para a Avaliação ambiental	382
5.1.1	Competência para licenciar	382
5.1.2	Tipos de licenças e autorizações	384
	Diretrizes para a Avaliação social	391
5.1.3	Estudos complementares	395
	Segurança de barragens	396
	Compilação dos Requisitos	401
6	Estimativa de custo	406
	Metodologia	406
	Resultados	407
6.1.1	Medidas estruturais	407
6.1.2	Alternativas de medidas de controle	409

6.1.3 Estudos complementares	416
Resumo.....	417
7 Conclusão e Resultados.....	418
Anexo I – Manchas remanescentes para as alternativas modeladas	427
Anexo II – Detalhamento dos resultados da análise multicritério.....	428
Anexo III – Custo das Alternativas para os Corpos Hídricos	436

Índice de Figuras

Figura 1 – Região Serrana do Espírito Santo – Desenho realizado nas discussões participativas dos 11 planos diretores desenvolvidos em 2005.	28
Figura 2 – Evolução tecnológica dos Sistemas de Manejo de águas pluviais	30
Figura 3 – Solo como esponja; comunidades com abundância de vegetação e crescimento equilibrado.....	36
Figura 4 –SbNs aplicadas em diferentes escalas e medidas.....	39
Figura 5 – Soluções de 1º Nível (atuam nas causas).	42
Figura 6 – Soluções de 2º Nível (atuam nas consequências).	43
Figura 7 – Exemplo de projeto - Campinas.....	44
Figura 8 – Esquema ilustrativo de solução integrada	45
Figura 9 – Fluxograma Metodológico da Elaboração das Proposições do PDAU.	47
Figura 10 – Ilustração de Wetland construída.	53
Figura 11 – Wetlands in Haikou, China.	54
Figura 12 – Exemplo de adaptação de uma residência térrea acima da linha de inundação.....	55
Figura 13 – Metodologia para estimativa de domicílios a serem removidos e reassentados / desapropriados.....	57
Figura 14 – Grupos de bacias de drenagem.....	62
Figura 15 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Preto.	65
Figura 16 – Seção tipo da alternativa PRE-001-A.....	66
Figura 17 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Rio Preto – ALTERNATIVA 01.	69
Figura 18 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções na bacia hidrográfica do Rio Preto – ALTERNATIVA 01.....	70
Figura 19 – Detalhe da intervenção PRE-001-C.....	71
Figura 20 – Detalhe da intervenção PRE-001-C – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	72
Figura 21 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Rio Preto – ALTERNATIVA 02.	75

Figura 22 – Detalhe da intervenção PRE-002-A.....	76
Figura 23 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Reis Magos.....	78
Figura 24 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a região da sede do Município de Fundão.....	79
Figura 25 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Reis Magos – ALTERNATIVA 01.....	83
Figura 26 – Detalhe da intervenção REI-001-A.....	84
Figura 27 – Detalhe da intervenção REI-001-A (Ampliação).....	85
Figura 28 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Ribeirão Sauanha – ALTERNATIVA 01.	88
Figura 29 – Detalhe da intervenção SAU-001-A.....	89
Figura 30 – Detalhe da intervenção SAU-001-A – (Ampliação).	90
Figura 31 – Detalhe da intervenção SAU-001-A (Ampliação) – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	91
Figura 32 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 01.....	96
Figura 33 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 01 (Ampliação).	97
Figura 34 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 01.....	98
Figura 35 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 01 (Ampliação).	99
Figura 36 – Detalhe da intervenção FUN-001-C.	100
Figura 37 – Detalhe da intervenção FUN-001-C - Zoom.....	101
Figura 38 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 02.....	106
Figura 39 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 02.....	107
Figura 40 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 02 (Ampliação).	108
Figura 41 – Detalhe da intervenção FUN-002-D	109

Figura 42 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 03	112
Figura 43 – Detalhe da intervenção FUN-003-A.....	113
Figura 44 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Joãozinho.	115
Figura 45 – Seção tipo da alternativa JOA-001-A.....	117
Figura 46 – Resumos das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Córrego Joãozinho – ALTERNATIVA 01.....	120
Figura 47 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica do Córrego Joãozinho – ALTERNATIVA 01.	121
Figura 48 – Detalhe da intervenção JOA-001-C	122
Figura 49 – Resumos das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Rio Joãozinho – ALTERNATIVA 02.....	125
Figura 50 – Detalhe da intervenção JOA-002-A.....	126
Figura 51 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia de Juara-Jacuném.....	128
Figura 52 – Seção tipo da alternativa JUA-001-A.	130
Figura 53 – Seção tipo da alternativa JUA-001-B.	130
Figura 54 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação na Lagoa Juara) – ALTERNATIVA 01.....	133
Figura 55 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (com zoom na Lagoa Juara) – ALTERNATIVA 01.....	134
Figura 56 – Detalhamento da Intervenção JUA-001-C.....	135
Figura 57 – Detalhe da intervenção JUA-001-C – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	136
Figura 58 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (com ampliação na Lagoa Juara) – ALTERNATIVA 02.	138
Figura 59 – Detalhamento da Intervenção JUA-002-A.....	139
Figura 60 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (com zoom na Lagoa Jacuném) – ALTERNATIVA 01.....	142
Figura 61 – Detalhamento da Intervenção JAC-001-A.....	143

Figura 62 – Detalhe da intervenção JAC-001-A – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	144
Figura 63 – Seção tipo da alternativa ROB-001-A.....	146
Figura 64 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (zoom no Córrego Dr. Robson) – ALTERNATIVA 01.....	147
Figura 65 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação no Córrego Dr. Robson) – ALTERNATIVA 01.	148
Figura 66 – Detalhamento da Intervenção ROB-001-B.....	149
Figura 67 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (zoom no Córrego Dr. Robson) – ALTERNATIVA 02.....	152
Figura 68 – Detalhamento da Intervenção ROB-002-A.....	153
Figura 69 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia de Manguinhos-Maringá.....	155
Figura 70 – Seção tipo da alternativa MAN-001-A.....	157
Figura 71 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Manguinhos Maringá (zoom Córrego Manguinhos) – ALTERNATIVA 01.....	159
Figura 72 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica Manguinhos Maringá (zoom no Córrego Manguinhos) – ALTERNATIVA 01.....	160
Figura 73 – Detalhamento da Intervenção MAN-001-C.....	161
Figura 74 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Manguinhos Maringá (zoom Córrego Manguinhos) – Alternativa 02.....	163
Figura 75 – Detalhamento da Intervenção MAN-002-A.....	164
Figura 76 – Detalhamento da Intervenção MAN-002-A (Ampliação).....	165
Figura 77 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Manguinhos Maringá (zoom no Córrego Maringá) – ALTERNATIVA 01.....	167
Figura 78 – Detalhamento da Intervenção MAR-001-A.....	168
Figura 79 – Divisão das Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Jucu.	170
Figura 80 –Mancha de inundação de prognóstico para a sub-bacia Draga..	172
Figura 81 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Bigossi – Costa.	175

Figura 82 –Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Bigossi – Costa.....	176
Figura 83 - Comportas - Canal e Rio Marinho (Fonte: Desenho TM-SEDURB-MD-007-COM_CG-ARQ-001, TRANSMAR (2020).....	177
Figura 84 – Seção transversal do Canal-Dique Marinho.....	178
Figura 85 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Complexo Jucu.	188
Figura 86 –Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Complexo Jucu.	189
Figura 87 – Planta do arranjo geral da bacia do Reservatório de Amortecimento Formate (Fonte: HIDROLOGICA, 2020).....	191
Figura 88 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Formate.....	193
Figura 89 –Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Formate.	194
Figura 90 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Ribeira – Santo Agostinho.	200
Figura 91 – Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Ribeira - Santo Agostinho.	201
Figura 92 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 1 – Draga – ALTERNATIVA 01.....	204
Figura 93 – Detalhamento da Intervenção SUB1-001-A.	205
Figura 94 – Seção tipo da alternativa DRA-002-B.....	207
Figura 95 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 1 – Draga – ALTERNATIVA 02.....	209
Figura 96 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – sub-bacia 1 – Draga – ALTERNATIVA 02.....	210
Figura 97 – Detalhamento da Intervenção SUB1-002-A.	211
Figura 98 – Detalhe da intervenção SUB1-002-A – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	212
Figura 99 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 2 – Bigossi-Costa – ALTERNATIVA 01.....	215
Figura 100 – Detalhamento da Intervenção SUB2-001-A.....	216
Figura 101 – Esquematização da intervenção BIG-002-A.	217

Figura 102 – Esquematização da intervenção COS-002-C.....	219
Figura 103 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 2 – Bigossi-Costa – ALTERNATIVA 02.....	220
Figura 104 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 01.....	224
Figura 105 – Detalhamento da Intervenção SUB3-001-A.....	225
Figura 106 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02.	228
Figura 107 – Detalhamento da Intervenção SUB3-002-A.	229
Figura 108 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02.....	232
Figura 109 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02.....	235
Figura 110 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02.....	236
Figura 111 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 4 – Formate – ALTERNATIVA 01.....	238
Figura 112 – Detalhamento da Intervenção SUB4-001-A.	239
Figura 113 – Detalhamento da Intervenção SUB4-001-A – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	240
Figura 114 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho – ALTERNATIVA 01.....	243
Figura 115 – Detalhamento da Intervenção SUB5-001-A.....	244
Figura 116 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Perocão.....	247
Figura 117 – Seção tipo da alternativa PER-001-B.....	249
Figura 118 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Perocão – ALTERNATIVA 01.....	251
Figura 119 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Perocão – ALTERNATIVA 01.....	252
Figura 120 – Detalhe da intervenção PER-001-D	253
Figura 121 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Perocão – ALTERNATIVA 02.....	258

Figura 122 – Detalhe da intervenção PER-002-A	259
Figura 123 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Jabuti.	261
Figura 124 – Seção tipo da alternativa JAB-001-A.....	263
Figura 125 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Jabuti – ALTERNATIVA 01.....	265
Figura 126 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Jabuti – ALTERNATIVA 01.	266
Figura 127 – Detalhe da intervenção JAB-001-B.....	267
Figura 128 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Jabuti – ALTERNATIVA 02.	269
Figura 129 – Detalhe da intervenção JAB-002-A.....	270
Figura 130 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Meaípe.....	272
Figura 131 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Meaípe – ALTERNATIVA 01.....	275
Figura 132 – Detalhe da intervenção MEA-001-A	276
Figura 133 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória	278
Figura 134 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Sta. Maria da Vitória (zoom)	279
Figura 135 – Resumo das proposições para a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos) – Proposição 1.....	282
Figura 136 – Resumo das proposições para a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos) – Proposição 2.....	284
Figura 137 – Detalhamento da Intervenção ESC-003-A.....	286
Figura 138 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Itanguá.....	288
Figura 139 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do rio Itanguá – ALTERNATIVA 01.....	293
Figura 140 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica do rio Itanguá – ALTERNATIVA 01.....	294
Figura 141 – Detalhe da intervenção ITA-001-A	295

Figura 142 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do rio Itanguá – ALTERNATIVA 02.....	297
Figura 143 – Detalhe da intervenção ITA-002-A.....	298
Figura 144 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia da Ilha de Vitória.....	300
Figura 145 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica da Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leitão da Silva) – ALTERNATIVA 01.....	302
Figura 146 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leitão da Silva) – ALTERNATIVA 02.....	304
Figura 147 – Detalhe da intervenção POR-002-A.....	305
Figura 148 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica da Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leitão da Silva) – ALTERNATIVA 01.....	309
Figura 149 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leitão da Silva) – ALTERNATIVA 02.....	311
Figura 150 – Detalhe da intervenção BEN-002-A.....	312
Figura 151 – Seção tipo da alternativa FRA-001-F.....	316
Figura 152 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica da Ilha de Vitória (zoom no Córrego Fradinhos) – ALTERNATIVA 01.....	319
Figura 153 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Ilha de Vitória– ALTERNATIVA 02.....	321
Figura 154 – Detalhe da intervenção FRA-002-A.....	322
Figura 155 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Una.....	324
Figura 156 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Una – ALTERNATIVA 01.....	330
Figura 157 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Una – ALTERNATIVA 01.....	331
Figura 158 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Una – ALTERNATIVA 01 – ZOOM.....	332
Figura 159 – Detalhe da intervenção UNA-001-C.....	333
Figura 160 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (1/2).....	334
Figura 161 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (1/2) – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	335

Figura 162 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (2/2).....	336
Figura 163 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (2/2) – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	337
Figura 164 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Una – ALTERNATIVA 02.....	340
Figura 165 – Detalhe da intervenção UNA-002-A.	341
Figura 166 – Detalhe da intervenção UNA-002-A – ZOOM (1/2).....	342
Figura 167 – Detalhe da intervenção UNA-002-A – ZOOM (2/2).	343
Figura 168 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Bubu.....	345
Figura 169 – Seção tipo da alternativa BUB-001-A.....	347
Figura 170 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Bubu– ALTERNATIVA 01.....	350
Figura 171 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica do Bubu – ALTERNATIVA 01.....	351
Figura 172 – Detalhamento da Intervenção BUB-001-D.....	352
Figura 173 – Detalhamento da Intervenção BUB-001-D - Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.....	353
Figura 174 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Bubu– ALTERNATIVA 02.....	355
Figura 175 – Detalhamento da Intervenção BUB-002-A.....	356
Figura 176 – Anexo I da Instrução Normativa nº 15/2020	369
Figura 177 – Macrofluxo do processo de licenciamento (parte 1 de 2)	389
Figura 178 – Macrofluxo do processo de licenciamento (parte 2 de 2)	390
Figura 179 – Imagem (print-screen) relativa ao momento de apresentação da programação do Seminário Virtual de Vitória, em 11/05/2021.....	392
Figura 180 – Imagem (print-screen) relativa ao momento de apresentação de explicação da etapa de Escuta Comunitária do Seminário Virtual de Vila Velha, em 18/05/2021.....	392
Figura 181 – Percentual da representação das 254 presenças únicas do primeiro ciclo de Seminários Virtuais	393
Figura 182 – Formulários de consulta	394
Figura 183 – Macro área: trabalho social.....	395

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas	27
Tabela 2 – Princípios das soluções baseadas na natureza – SbN definidos pela IUCN	32
Tabela 3 – Categorias das Soluções baseadas na Natureza (SbN)	33
Tabela 4 – Escalas das medidas não-convencionais	34
Tabela 5 – Escalas das medidas	40
Tabela 6 – Detalhamento das Medidas de Controle nas Manchas Remanescentes (TR 25 anos)	59
Tabela 7 – Características das Bacias Hidrográficas Modeladas	63
Tabela 8 – Alternativas Rio Preto	66
Tabela 9 – Resumo das proposições da intervenção PRE-001-C	68
Tabela 10 – Resumo das proposições da intervenção PRE-002-A	74
Tabela 11 – Alternativas Rio Reis Magos	80
Tabela 12 – Resumo das proposições da intervenção REI-001-A	81
Tabela 13 – Alternativas Rio Sauanha (Timbuí)	86
Tabela 14 – Resumo das proposições da intervenção SAU-001-A	87
Tabela 15 – Alternativas Rio Fundão	92
Tabela 16 – Resumo das proposições da intervenção FUN-001-C	95
Tabela 17 – Resumo das proposições da intervenção FUN-002-D	104
Tabela 18 – Resumo das proposições da intervenção FUN-003-A	111
Tabela 19 – Alternativas Joãozinho	116
Tabela 20 – Resumo das proposições da intervenção JOA-001-C	118
Tabela 21 – Resumo das proposições da intervenção JOA-002-A	124
Tabela 22 – Alternativas Juara	129
Tabela 23 – Resumo das proposições da intervenção JUA-001-C	131
Tabela 24 – Resumo das proposições da intervenção JUA-002-A	137
Tabela 25 – Alternativas Jacuném	140
Tabela 26 – Resumo das proposições da intervenção JAC-001-A	141
Tabela 27 – Alternativas Córrego Doutor Robson	145
Tabela 28 – Resumo das proposições da intervenção ROB-001-B	146
Tabela 29 – Resumo das proposições da intervenção ROB-002-A	151

Tabela 30 – Alternativas Manguinhos.....	156
Tabela 31 – Resumo das proposições da intervenção MAN-001-C.....	158
Tabela 32 – Resumo das proposições da intervenção MAN-002-A.....	162
Tabela 33 – Alternativas Maringá	166
Tabela 34 – Resumo das proposições da intervenção MAR-001-B.....	166
Tabela 35 – Obras Irreversíveis do Córrego Bigossi	173
Tabela 36 – Obras irreversíveis do Canal da Costa	174
Tabela 37 – Obras irreversíveis do rio Marinho e Canal Marinho	177
Tabela 38 – Obras irreversíveis do Rio Aribiri.....	179
Tabela 39 – Obras irreversíveis do Canal Cobilândia	181
Tabela 40 – Obras irreversíveis do Canal Guaranhuns.....	182
Tabela 41 – Obras irreversíveis do Canal do Dique.....	183
Tabela 42 – Obras irreversíveis do Rio Formate.....	190
Tabela 43 – Obras irreversíveis do Córrego Ribeira	195
Tabela 44 – Obras irreversíveis do Ribeirão Santo Agostinho	197
Tabela 45 – Alternativas Rio da Draga	202
Tabela 46 – Resumo das proposições da intervenção SUB1-001-A.....	203
Tabela 47 – Resumo das proposições da intervenção SUB1-002-A	207
Tabela 48 – Alternativas do Córrego Bigossi	213
Tabela 49 – Resumo das proposições da intervenção SUB2-001-A.....	214
Tabela 50 – Alternativas Canal da Costa.....	218
Tabela 51 – Alternativas para rio Marinho e Canal Marinho.....	221
Tabela 52 – Resumo das proposições da intervenção SUB3-001-A.....	222
Tabela 53 – Resumo das proposições da intervenção SUB3-002-A.....	227
Tabela 54 – Alternativas Rio Aribiri	230
Tabela 55 – Alternativas Canal Cobilândia	230
Tabela 56 – Alternativas Canal Guaranhuns	233
Tabela 57 – Alternativas Canal do Dique.....	233
Tabela 58 – Alternativas Rio Formate.....	237
Tabela 59 – Resumo das proposições da intervenção SUB4-001-A.....	237
Tabela 60 – Alternativas Córrego Ribeira.....	241
Tabela 61 – Resumo das proposições da intervenção SUB5-001-A.....	241
Tabela 62 – Alternativas Ribeirão Santo Agostinho.....	245

Tabela 63 – Alternativas Rio Perocão.....	248
Tabela 64 – Resumo das proposições da intervenção PER-001-D	250
Tabela 65 – Resumo das proposições da intervenção PER-002-A	256
Tabela 66 – Alternativas Rio Jabuti	262
Tabela 67 – Resumo das proposições da intervenção JAB-002-B.....	264
Tabela 68 – Resumo das proposições da intervenção JAB-002-A.....	268
Tabela 69 – Alternativa Rio Meaípe.....	273
Tabela 70 – Resumo das proposições da intervenção MEA-001-A.....	274
Tabela 71 – Alternativas Canal dos Escravos	280
Tabela 72 – Resumo das proposições da intervenção SAN-001-A	285
Tabela 73 – Alternativas rio Itanguá.....	289
Tabela 74 – Resumo das proposições da intervenção ITA-001-D	292
Tabela 75 – Resumo das proposições da intervenção ITA-002-A.....	296
Tabela 76 – Alternativas Canal Leitão da Silva (Bacia Portinari)	301
Tabela 77 – Resumo das proposições da intervenção POR-002-A.....	303
Tabela 78 – Alternativas Canal Leitão da Silva (Bacia Bento Ferreira).....	306
Tabela 79 – Resumo das proposições da intervenção BEN-002-A.....	310
Tabela 80 – Alternativas Córrego Fradinhos.....	313
Tabela 81 – Resumo das proposições da intervenção FRA-002-A	320
Tabela 82 – Alternativas Rio Una	325
Tabela 83 – Resumo das proposições da intervenção UNA-001-C	328
Tabela 84 – Resumo das proposições da intervenção UNA-002-A.....	338
Tabela 85 – Alternativas Rio Bubu.....	346
Tabela 86 – Resumo das proposições da intervenção BUB-001-D.....	348
Tabela 87 – Resumo das proposições da intervenção BUB-002-A	354
Tabela 87 – Alternativas das Bacias Hidrográficas consideradas na Análise Multicritério.....	358
Tabela 89 – Descrição dos subcritérios adotados para a análise multicritério	361
Tabela 90 – Escala de pontuação – Subcritério 1.1.....	363
Tabela 91 – Escala de pontuação – Subcritério 1.2.....	363
Tabela 92 – Escala de pontuação – Subcritério 1.3.....	364
Tabela 93 – Escala de pontuação – Subcritério 1.4.....	365

Tabela 94 – Escala de pontuação – Subcritério 2.1.....	365
Tabela 95 – Escala de pontuação – Subcritério 2.2.....	366
Tabela 96 – Escala de pontuação – Subcritério 2.3.	366
Tabela 97 – Escala de pontuação – Subcritério 2.4.	367
Tabela 98 – Escala de pontuação – Subcritério 2.5.	368
Tabela 99 – Escala de pontuação – Subcritério 2.6.	368
Tabela 99 – Escala de pontuação – Subcritério 3.1.	369
Tabela 100 – Escala de pontuação – Subcritério 3.2.	370
Tabela 101 – Escala de pontuação – Subcritério 4.1.	371
Tabela 102 – Escala de pontuação – Subcritério 4.2.	372
Tabela 103 – Escala de pontuação – Subcritério 4.3.	372
Tabela 104 – Escala de pontuação – Subcritério 4.4.	373
Tabela 105 – Escala de pontuação – Subcritério 5.1.....	374
Tabela 107 – Escala de pontuação – Subcritério 5.2.....	375
Tabela 107 – Pesos adotados para os critérios e subcritérios.....	375
Tabela 108 – Resultado da Análise Multicritério (com destaque em amarelo para as alternativas selecionadas)	378
Tabela 110 – Instrumentos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental no estado do Espírito Santo	385
Tabela 110 – Barragens da RMGV reguladas pela PNSB.....	398
Tabela 112 – Conteúdo mínimo de um Plano de Segurança da Barragem (PSB)	399
Tabela 113 – Organização sugerida de um Plano de Segurança da Barragem	400
Tabela 114 – Relevância das Normas Ambientais e Sociais para o projeto	402
Tabela 114 – Relação de licenças e autorizações por alternativa selecionada	404
Tabela 116 – Valores de referência utilizados para a estimativa de investimentos (CAPEX) das medidas estruturais.....	407
Tabela 117 –Valores de referência utilizados para a estimativa de custos das medidas de controle.....	410
Tabela 117 – Reservatórios de amortecimento e áreas de desapropriação considerada.....	412

Tabela 118 – Custo anual por hectare com serviços de manejo de resíduos sólidos, RMGV	415
Tabela 119 – Custos estimados para as alternativas, por bacia hidrográfica...	417
Tabela 120 – Resultados das Intervenções escolhidas nas Bacias Hidrográficas do PDAU	419
Tabela 121 – Dados de entrada da análise multicritério	429
Tabela 122 – Detalhamento dos resultados da análise multicritério – critério 1 (eficiência da solução) e 3 (ambiental)	430
Tabela 123 – Detalhamento dos resultados da análise multicritério – critério 2 (socioterritorial)	432
Tabela 124 – Detalhamento dos resultados da análise multicritério – 4 (técnico econômico) e 5 (repercussão política)	434
Tabela 125 – Custos estimados para as alternativas, por corpo hídrico	437
Tabela 126 – Detalhamento das medidas de controle nas manchas remanescentes	439

Acrônimos

ABEP – Associação Brasileira de Empresas e Pesquisas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

ACADAMA - Associação Capixaba em Defesa das Águas e da Mata Atlântica

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos

AMABARRA - Associação Ecológica Força Verde, Associação de Meio Ambiente da Barra do Jucú

AMUNES - Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo

ANA – Agência Nacional de Águas

ANAMA - Associação de Meio Ambiente, Inovação e Sustentabilidade, Associação Nacional dos Amigos do Meio Ambiente

BDI – Bonificações e Despesas Indiretas

CEF – Caixa Econômica Federal

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CM – Coeficiente de Miscigenação

CN – Curve Number

CNUC - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação

COMDETIV – Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONREMA - Conselho Regional de Meio Ambiente

CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

CPL – Coeficiente de Planejamento de Lideranças

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CREA - ES - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

EBAP – Estação de Bombeamento de Águas Pluviais

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FAMOPES – Federação de Associações de Moradores e dos Movimentos Populares do

Estado do Espírito Santo

FINDES – Federação das Indústrias do Espírito Santo

GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo

GNSS – Global Navigation Satellite System

GS – Grupo de Sustentação

GTA – Grupo Técnico de Acompanhamento

GTC – Grau de Capacidade Técnica

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF – Intensidade – Duração – Frequência

HEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Territorial

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ITUFES – Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo

LABOR – Laboratório de Orçamentos

LDO – Lei de Diretrizes Orçamentárias

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDT - Modelo Digital do Terreno

MNM: Média do Nível Médio do Mar

NM: Nível Médio do Mar, como referido nos documentos da Marinha do Brasil

NMM: Nível Médio do Mar, como referido nos trabalhos e estudos de “variação do Nível Médio do Mar”

NTRIP – Networked Transport of RCTM via Internet Protocol

ONG – Organização Não Governamental

OSC – Organizações da Sociedade Civil

PDAU-RMGV ou PDAU - Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória.

PMBok – Project Management Body of Knowledge

PMI – Project Management Institute

PMS – Plano de Mobilização Social

PMS – Plano de Mobilização Social

PPA – Planejamento Plurianual

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória, composta pelos municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

RTCM – Radio Technical Commission for Maritime Services

RTK – Real Time Kinematic

SbN – Soluções Baseadas na Natureza

SCS – Soil Conservation Service

SEBREA - Instituto Sindimicro, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEDURB – Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano

SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamento

TCU – Tribunal de Contas da União

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

UTAP – Unidades Territoriais de Análise e Planejamento

UTM – Universal Transversa de Mercator

UVV - Universidade de Vila Velha

Apresentação

O Consórcio Tetra Tech - CONCREMAT apresenta à Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) o **Tomo I do Produto P6.2 - Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais (M2)**, objeto do Contrato nº CT00162020.

Em função das medidas de isolamento, decorrentes da Pandemia da Covid-19 e do Estado de Emergência declarado em todo território nacional (Cf. Portaria do Ministério da Saúde nº 188 de 03/02/2020), adotou-se, em comum acordo com a CESAN o PDAU-RMGV, a divisão em dois módulos de trabalho: Módulo 1 (M1), que compreende os serviços realizados à distância, e Módulo 2 (M2) que inclui os serviços realizados presencialmente mais os serviços decorrentes destes, conforme apresentado no Plano de Trabalho Consolidado (Produto P1).

O PDAU-RMGV, portanto, contempla os produtos relacionados a seguir, com destaque ao produto apresentado neste relatório:

P1: Plano de Trabalho Consolidado (M1)

P2: Base Georreferenciada de Dados (M1)

P3.1: Levantamento de Dados e Informações Secundárias (M1)

P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias (M2)

P4.1: Diagnóstico Físico Prévio (M1)

P4.2: Diagnóstico Físico Final (M2)

P5: Diagnóstico das Medidas Não Estruturais (M1)

P6.1: Cenários Prévios de Desenvolvimento Urbano (M1)

P6.2: Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais (M2)

Tomo I - Medidas Estruturais e Não Estruturais para a RMGV

Tomo II - Simulações para os TRs 5, 10, 25, 50 e 100 anos das Alternativas Escolhidas.

P7: Proposta para a Gestão das Águas na RMGV (M2)

P8: Programas (M2)

P9: Plano de Ação (M2)

P10: Mobilização Social (M2)

P11: Relatório Final (M2)

Introdução

Dando sequência ao trabalho desenvolvido no produto 6.1 – Cenários de Desenvolvimento Urbano e com base nos resultados obtidos na modelagem hidráulica do Prognóstico desenvolvido no Produto 4.2- Diagnóstico Físico Final (M2), o presente relatório apresenta os estudos de alternativas e análise multicriterial, a fim de obter e recomendar a melhor proposta de intervenção para cada Bacia Hidrográfica da RMGV, sob a ótica social, ambiental, urbana e técnica e econômica.

Para proposição das alternativas foram considerados os estudos e projetos existentes de obras de drenagem e manejo de águas pluviais e, apresentadas proposições de obras e ações complementares. Ressalta-se que sempre que possível, de acordo com o contexto da região, buscou-se por alternativas e recomendações de Soluções baseadas na Natureza (SbNs), pois são soluções que possuem uma visão sistêmica, abrangendo os aspectos sociais, ambientais, econômicos e urbanos.

Destaca-se que as proposições apresentadas neste relatório decorrem da modelagem do sistema de macrodrenagem da RMGV composto pelos corpos hídricos selecionados pelo Grupo de Sustentação logo no início do PDAU. As proposições incluem, em função do caso analisado: intervenções diretas nesses corpos hídricos, intervenções distribuídas nas respectivas bacias e ações para redução dos riscos nas áreas com ocorrência de manchas de inundação remanescentes.

O conteúdo deste Tomo I está organizado nos seguintes capítulos:

1. Conceitos Gerais;
2. Critérios e Premissas para definição das medidas estruturais e não estruturais;
3. Propostas de Medidas por Bacias
4. Análise Multicritério
5. Procedimentos para Execução das Alternativas Escolhidas
6. Estimativas de Custos
7. Considerações e Resultados

O capítulo 1 apresenta os conceitos gerais que orientaram a formulação das proposições do PDAU. O desafio da mitigação dos efeitos das inundações urbanas é multicausal e as estratégias para o seu enfrentamento podem tomar diretrizes diversas. Nesse sentido, as intervenções propostas neste produto tomam a forma de medidas estruturais e não estruturais, se alinhando com os conceitos mais atuais de Soluções baseadas na Natureza (SbNs). Baseado nesses conceitos, o capítulo 2 detalha os critérios e premissas utilizados para o PDAU na formulação dessas medidas.

Em seguida, o capítulo 3 apresenta as propostas formuladas para as quatorze bacias

hidrográficas adotadas pelo PDAU. Para as medidas estruturais são apresentadas as principais características e dimensões, as quais permitirão a elaboração de anteprojetos, projetos básicos e executivo. Para as medidas não estruturais, tratadas como medidas de controle na mancha remanescente, as propostas também são detalhadas, considerando as especificidades dessas intervenções.

Com a listagem e detalhamento das intervenções, o capítulo 4 apresenta a análise multicritério, que se trata da metodologia adotada pelo PDAU para selecionar as alternativas mais adequadas para cada bacia, utilizando, para tanto, de critérios e subcritérios técnico, sociais, ambientais, econômicos e políticos. Esse método contou com a participação e validação do grupo de sustentação desde a sua formulação até a análise de cada uma das alternativas.

Passa-se, então, no capítulo 5 a detalhar os procedimentos para a execução das proposições, para aquelas selecionadas pela análise multicritério para cada uma das bacias. São informados os requisitos provenientes do Banco Mundial, na forma do Quadro Ambiental e Social, assim como as diretrizes para a avaliação ambiental e social e também de segurança de barragens. Com isso, o PDAU fornece os requisitos necessários para a implementação das proposições do capítulo 3, em especial as medidas estruturais.

O capítulo 6 apresenta a metodologia de estimativa de custos tal como os custos finais para cada uma das alternativas. Por fim, o capítulo 7 traz a considerações e os resultados deste relatório – Tomo I.

Este relatório contém três anexos: o anexo 1 apresenta os mapas com as manchas remanescentes com maior nível de detalhamento do que apresentado no capítulo 3. Em seguida, o anexo 2 traz o detalhamento dos resultados da análise multicritério, com tabelas que permitem analisar os resultados intermediários desse processo analítico. Por fim, o anexo III apresenta o detalhamento das medidas de controle nas manchas remanescentes.

1 Conceitos Gerais

Este capítulo apresenta conceitos gerais sobre drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e o problema das inundações, discutindo as medidas estruturais e as medidas não estruturais, Soluções baseadas na Natureza (SbN) e uma abordagem integrada que provém de soluções de 1º e 2º nível. Os conceitos aqui desenvolvidos orientaram a formulação das proposições descritas nos capítulos seguintes.

Evolução dos Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

A drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas, durante muitos anos, foi abordada de maneira acessória nos parcelamentos dos lotes, tanto no Brasil como no restante do mundo (CANHOLI, 2015). A implantação dos sistemas de saneamento nas cidades brasileiras ocorreu de forma irregular, caracterizada por distintas fases como mostra a tabela abaixo:

Tabela 1 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas

Fase	Características	Consequências
Pré-higienista: até início do século XX	Esgotos em fossas ou na drenagem, sem coleta ou tratamento e água da fonte mais próxima, poço ou rio	Doenças e epidemias, grande mortalidade e inundações
Higienista: antes da década de 1970	Transporte de esgoto distante das pessoas e canalização do escoamento	Redução de doenças, mas rios contaminados, impactos nas fontes de água e inundações
Corretiva: entre as décadas de 1970 e 1990	Tratamento de esgoto doméstico e industrial, amortecimento do escoamento	Recuperação dos rios, restando a poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental
Desenvolvimento sustentável: depois da década de 1990	Tratamento terciário e do escoamento pluvial, novos desenvolvimentos que preservam o sistema natural	Conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida

Fonte: Cruz e Tucci, 2007.

Em grande parte do Brasil, houve a construção das redes de drenagem, mas não das redes de esgoto doméstico, o que provocou a poluição das águas pelos despejos domésticos e industrial. E, mesmo com a existência de rede de águas pluviais, os problemas foram agravados, decorrente da urbanização (TUCCI, 2012). A rápida expansão das áreas urbanizadas ocorreu de forma preponderante, provocando alterações nas características dos solos e ampliando muito rapidamente as áreas impermeabilizadas, a partir das áreas mais baixas próximas aos cursos d'água, nas várzeas ou à beira-mar, em direção aos morros e às colinas (Figura 1).



Figura 1 – Região Serrana do Espírito Santo – Desenho realizado nas discussões participativas dos 11 planos diretores desenvolvidos em 2005.

Fonte: Magalhães, 2019.

Essas áreas de várzeas e de vales fluviais foram incorporadas ao sistema viário pela adoção generalizada do modelo de “urbanização de fundo de vale”, que privilegiou a mobilidade sobre rodas, retificou e canalizou rios e córregos e promoveu a expansão da urbanização sobre áreas inundáveis e/ou permeáveis. Essas implantações alteraram sobremaneira as dinâmicas hidrológicas dessas regiões. Ocupando e impermeabilizando áreas inundáveis, aceleraram os escoamentos, aumentaram os picos de vazão e, por conseguinte, provocaram inundações.

As soluções adotadas para o enfrentamento desses problemas, de modo geral, foram de caráter localizado. Ainda que as canalizações promovessem uma redução de áreas afetadas, transferiam as inundações para jusante.

Canholi (2015) afirma que se trata de promover a “alocação de espaços”, pois as áreas suprimidas das várzeas à urbanização serão sempre requeridas a jusante. O adensamento urbano nas áreas de fundo de vale com uso inadequado do solo reduz a capacidade natural de armazenamento dos deflúvios, que irão demandar outros locais para ocupar.

Historicamente, os engenheiros procuraram solucionar essa perda de armazenamento com obras de canalização que aumentavam a velocidade dos escoamentos, transferindo para jusante o problema da redução dos espaços naturais. Com isso transferiram também as inundações para regiões que, anteriormente, não sofriam com esses problemas.

Os planos diretores de drenagem geralmente recomendam a soluções estruturais, tais como a construção de mais obras, canalizações ou de grandes reservatórios de retenção. Essas medidas acabam por sobrecarregar rios e córregos com alguma capacidade de absorção dessas cargas, ou afetam populações que se instalam nas áreas de urbanização mais rarefeita (CANHOLI, 2015).

A falha em se incorporar a drenagem urbana nas fases iniciais do desenvolvimento urbano, implica na elaboração de projetos e obras extremamente dispendiosos, resultando em alguns casos em sua inviabilidade econômica (BRAGA, 1994 apud CANHOLI, 2015).

Braga (1994 apud CANHOLI, 2015) atribui a rápida expansão urbana, na maioria dos

países em desenvolvimento como o Brasil, dotada de precárias estruturas de drenagem, os problemas de inundação. E os associa ao baixo nível de conscientização das causas dos conflitos socioambientais decorrentes, da inexistência de planos de longo prazo, da utilização precária de medidas não estruturais e da manutenção inadequada nos sistemas de controle de cheias.

O crescimento da consciência ambiental tem motivado o interesse pelos problemas das inundações e do saneamento de modo geral. E em relação a escolha das soluções possíveis ao planejamento da drenagem urbana é fundamental selecionar uma política que determine decisões presentes e futuras.

Novos conceitos vêm sendo adotados em soluções estruturais visando a readequação ou o aumento da eficiência hidráulica dos sistemas existentes. Apoiam-se no retardamento dos escoamentos, para aumentar os tempos de concentração e reduzir as vazões máximas; amortecer os picos, reduzir os volumes de inundação e conter o run-off¹ no local das precipitações melhorando as condições de infiltração ou ainda em tanques ou parques de contenção, que resgatam parte da capacidade hidráulica anterior à antropização das bacias de drenagem.

Bastante difundidos e com aplicações em vários países, no Brasil, esses conceitos e as técnicas advindas dessas novas abordagens ainda são incipientes. Essas técnicas foram identificadas como Urbanização de Baixo Impacto (Low Impact Development-LID) nos Estados Unidos; Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (Sustainable Urban Drainage Systems – SUDS) no Reino Unido e Water Sensitive Urban Drainage (WSUD) na Austrália (Butler e Davies, 2011 apud Canholi, 2015). Tendência forte que vem a cada dia mais se consolidando nesses países

No entanto, considerando tanto os avanços das pesquisas científicas e das discussões técnicas no tocante à gestão das águas, especialmente, em um contexto de mudanças climáticas que vêm causando grandes impactos nas dinâmicas naturais em todo o planeta; essas práticas precisaram evoluir e avançar, incorporando saberes de distintas áreas do conhecimento, para dar respostas a esses desafios da contemporaneidade.

As abordagens ampliaram-se e incorporaram uma visão sistêmica e ampliada, associando as ciências naturais às engenharias e outras áreas de saber técnico aplicado como também as ciências sociais e da terra, desenvolvendo-se um campo de investigações e de produção técnica conhecido como Soluções baseadas na Natureza- SbNs.

Essas soluções destinam-se a apoiar a realização dos objetivos de desenvolvimento da sociedade e salvaguardar o bem-estar humano de forma a refletir os valores

¹ Run-off: Coeficiente de Escoamento Superficial.

culturais e sociais e aumentar a resiliência dos ecossistemas, a sua capacidade de renovação e a prestação de serviços. As SbNs são projetadas para enfrentar os principais desafios sociais, como segurança alimentar, mudanças climáticas, segurança hídrica, saúde humana, risco de desastres, desenvolvimento social e econômico.

Esse elenco de medidas e soluções desenvolvidas apoiam-se e compartilham muitas semelhanças aos chamados serviços ecossistêmicos e adotam o conceito de resiliência, emprestado das ciências naturais e ampliado e aplicado a outras saber do saber humano.

Na figura a seguir é possível verificar, de forma resumida a evolução da drenagem e manejo de águas pluviais que ocorreu aos poucos com o desenvolvimento de diferentes tecnologias.

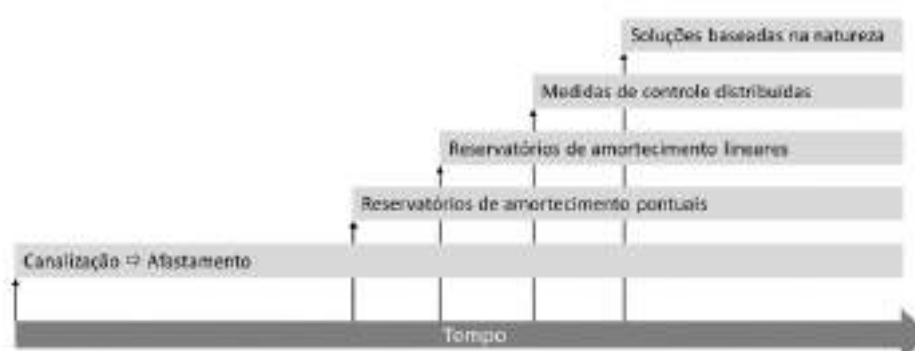


Figura 2 – Evolução tecnológica dos Sistemas de Manejo de águas pluviais
Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), 2021.

As novas tecnologias aumentam o elenco de possibilidades para os projetistas e planejadores dos sistemas de drenagem das cidades. Sabe-se que apesar dos inúmeros benefícios das SbNs, dependendo do contexto da bacia hidrográfica, como o seu adensamento urbano, sua geografia e os seus graves problemas de inundação, nem sempre é possível utilizar essa tecnologia, sendo mais adequado para esses casos uma composição de ações (MDR, 2021).

Esse cenário comum às regiões metropolitanas, como no caso da RMGV, revela a importância da elaboração de um planejamento integrado e abrangente dos sistemas de drenagem urbana, sendo essa a base utilizada para o desenvolvimento das proposições do PDAU.

Medidas de Controle de Cheias

As medidas de controle em áreas urbanas, classificam-se como: estruturais e não estruturais. A referência técnica publicada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) sob o título *“Revisão de Normativos, Documentos Técnicos e*

Formulários e Operacionalizam o Processo Público de Empreendimentos de Saneamento Básico de Manejo de Águas Pluviais”. define as medidas estruturais e não estruturais como:

Medidas estruturais referem-se à infraestrutura física do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais. Consideram as obras destinadas à diminuição dos riscos de inundação incluindo as de aumento de condutividade hidráulica, as medidas compensatórias, medidas de controle na fonte, as SbNs, controle da qualidade da água, entre outros.

Medidas não estruturais compreendem ações institucionais de gestão, regulamentação e controle que têm como finalidade assegurar o desempenho do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) e ampliar a resiliência de áreas sujeitas a inundações. Incluem, por exemplo: sistema de monitoramento e alerta, zoneamento de inundações, regulamentação das vazões pluviais máximas admissíveis, sistemáticas de manutenção, estrutura organizacional do prestador de serviços, legislação de controle do uso do solo, fiscalização, programas de educação ambiental e gestão participativa, entre outras. São geralmente implantadas por meio de códigos, normas, leis e regulamentos (MDR, 2021, p.14)².

1.1.1 Tipos de soluções estruturais

Dependendo da sua função e dos seus objetivos, podemos citar alguns exemplos de soluções estruturais, conforme MDR (2021):

- **Canalização** - consiste em obras drenagem que aumentam a condutividade hidráulica do sistema acelerando a velocidade do escoamento como: canalização de rios e córregos e galerias de águas pluviais;
- **Reservatórios de amortecimento pontuais** (ou localizados): visa promover o armazenamento temporário do excesso de escoamento superficial, diminuindo as vazões veiculadas para jusante. Nessa categoria estão incluídas as barragens situadas em zona rural, a montante das áreas urbanas e os reservatórios urbanos. Destaca-se que para sua implantação são necessárias grandes áreas, nem sempre disponíveis em zonas urbanizadas;
- **Reservatórios de amortecimento lineares:** possuem a mesma função dos reservatórios pontuais, mas são formados por uma rede de condutos (ou galerias)

² Ministério do Desenvolvimento Regional. Revisão de Normativos, Documentos Técnicos e Formulários que Apoiam o Operacionalizam o Processo Público de Seleção de Empreendimentos de Saneamento Básico de Manejo de Águas Pluviais, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/consulta-publica/20210623PIAP2A_Rev1.pdf>. Acesso em: 20.10.22.

dimensionados para conduzir e amortecer os picos de vazão. Indicados para regiões muito urbanizadas onde os espaços livres para implantação de reservatórios pontuais são restritos (MDR, 2021). •

- **Medidas distribuídas na bacia:** implantação de dispositivos distribuídas na bacia hidrográfica, amortecem e colaboram com a infiltração das águas no solo, como por exemplo: pavimentos permeáveis³, jardins de chuva, reservatórios lineares.
- **Soluções baseadas na natureza (SbNs):** consistem em “ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordem os desafios da sociedade de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios para o bem-estar humano e a biodiversidade”, segundo a *International Union for Conservation of Nature (IUCN)*. Essa instituição apresenta um conjunto de oito princípios a serem considerados para fornecer uma compreensão completa do que são as SbN (Tabela 2).

Tabela 2 – Princípios das soluções baseadas na natureza – SbN definidos pela IUCN

Princípios das soluções baseadas na natureza – SbN	
1.	Adotar as normas (e princípios) de conservação da natureza
2.	Poder ser implementado isoladamente ou de forma integrada com outras soluções para desafios societais (por exemplo, soluções tecnológicas e de engenharia)
3.	Considerar os determinados contextos naturais e culturais específicos do local que incluem conhecimento tradicional, local e científico
4.	Produzir benefícios sociais de forma justa e equitativa, de forma a promover a transparência e a ampla participação
5.	Manter a biodiversidade biológica e cultural e a capacidade de evolução dos ecossistemas ao longo do tempo
6.	Promover sua aplicação em escala paisagística
7.	Reconhecer e abordar as trocas e buscar o equilíbrio entre a produção de alguns benefícios econômicos imediatos para o desenvolvimento e opções futuras para a produção de toda uma gama de serviços ecossistêmicos
8.	São parte integrante do desenho geral de políticas e medidas ou ações para enfrentar um desafio específico

Fonte: Adaptação de Maranhão (2020).

Como é possível notar, as SbNs têm como objetivo a melhora do meio ambiente urbano associada à restauração do ciclo hidrológico natural. São reconhecidos os benefícios ambientais, sociais, econômicos que proporcionam e a forma e a eficiência com que ajudam a construir a resiliência urbana e ambiental.

³ Ressalta-se que a NBR16416:2015 estabelece requisitos mínimos para o projeto, especificação, execução e manutenção dos pavimentos permeáveis de concreto.

De modo geral, essas medidas procuram aumentar os processos de infiltração, armazenamento e evapotranspiração. Tanto as medidas estruturais convencionais quanto as não convencionais necessitam de adequada manutenção para evitar entupimentos e acumulação de sedimentos, lixo, poluentes e outros.

Tendo em vista seus objetivos, as SbNs promovem efeitos específicos, mas que atuam de forma integrada e sistêmica, sendo que, muitos projetos de sistemas de drenagem desenvolvidos sob esses princípios, somam diferentes soluções técnicas adotadas e aplicadas em um mesmo projeto. Essas medidas visam geralmente promover:

- Retardamento do fluxo;
- Reservação ou contenção;
- Ampliação de infiltração e recarga;
- Controle na fonte das águas pluviais.

As Soluções baseadas na Natureza devem ser adotadas como um conceito “guarda-chuva” para abordagens relacionadas aos ecossistemas frente aos impactos antrópicos. O IUCN ainda classifica e organiza as SbNs em cinco categorias (Tabela 3).

Tabela 3 – Categorias das Soluções baseadas na Natureza (SbN)

Categorias das Soluções baseadas na Natureza (SbN)	
1.	Restauradoras (restauração ecológica, restauração da paisagem florestal e engenharia ecológica)
2.	Por objetivo (adaptação e mitigação baseada no ecossistema, redução de risco de desastres com base no ecossistema, serviços de adaptação climática)
3.	Infraestrutura (infraestrutura natural e infraestrutura verde)
4.	Gerenciamento (gerenciamento integrado de zonas costeiras e gestão de recursos hídricos)
5.	Proteção (abordagem para gerenciamento de áreas de conservação ou outras medidas de conservação por imobilização de área)

Fonte: Adaptação de Maranhão (2020).

Como apresentam uma diversidade de formas, de estruturas com distintas aplicações, que se articulam e atuam conjuntamente como um sistema, a apresentação dessas sugestões de medidas foi organizada de acordo com suas escalas. Adotou-se uma divisão progressiva, considerando do lote à bacia hidrográfica (Tabela 4).

Tabela 4 – Escalas das medidas não-convencionais

Escala das Medidas Não-Convencionais Sugeridas
1. O Lote
2. A Rua
3. A Quadra
4. O Bairro
5. A Cidade
6. A Bacia Hidrográfica

Fonte: Adaptação de UACDC (2010).

Ressalta-se que dentro dos objetivos do PDAU, de apresentar propostas para a gestão das águas na RMGV, em especial, no controle dos impactos das inundações em áreas urbanas, buscou-se, sempre que possível, conciliar as categorias das SbNs que se enquadram na categoria Infraestrutura com as soluções propostas.

1.1.2 Tipos de soluções não estruturais

Por sua vez, as medidas não estruturais procuram reduzir danos ou consequências das inundações não por meio de obras, mas por introdução de normas, regulamentos e programas que visem disciplinar o uso do solo, a adoção de sistemas de alerta e a conscientização da população em relação a manutenção dos dispositivos de drenagem.

Conforme MDR (2021), são tipos de soluções não estruturais:

- Monitoramento hidrológico e sistema de alerta;
- Critérios para formatação de normas de controle do escoamento na fonte;
- Zoneamento das áreas de risco de inundação;
- Métodos de contagem de população sob risco;
- Operação e manutenção;
- Gestão integrada das águas urbanas;
- Cobrança pelos serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU);
- Instrumentos legais.

Essas medidas são abordadas neste Produto e nos Produto 07 - Proposta para a Gestão das Águas na RMGV e P8: Programas (M2).

A escala de implantação das SbNs

A impermeabilização de grandes extensões de solos nas bacias urbanizadas são geradores de inúmeros problemas, desde o aumento exponencial do escoamento superficial à contaminação das águas superficiais e de subsolo.

Estudos confirmam que, em muitos casos, os primeiros fluxos das águas pluviais de uma área urbana, pode ter níveis de contaminação superiores aos dos esgotos. Ao se substituir o leito natural de um curso d'água que já existiu aqui, pelo concreto impermeável e estéril, além da redução da infiltração, se eliminam as trocas biológicas que garantem biodiversidade do solo e das plantas (ZENG ET AL, 2019).

Pesquisas indicam que quando a extensão da impermeabilização de uma bacia hidrográfica atinge 10% de sua área, os ecossistemas de cursos d'água começam a apresentar evidências de degradação. Se esse percentual estiver acima de 30% há uma associação a níveis de degradação severa (DRAMSTAD, OLSON & FORMAN, 1996).

O processo de urbanização gera grandes impactos ambientais e sociais, seja decorrente das alterações das dinâmicas das enchentes, seja na qualidade das águas sob o efeito da poluição e contaminação comprometendo a qualidade das águas.

A engenharia hidráulica, tendo como campo de atuação direto os corpos hídricos, vem procurando enfrentar esses problemas, agravados pelas rápidas mudanças dos regimes hidrológicos, decorrente das alterações climáticas, pelas quais passa o planeta. E, como visto, desde os anos 1990 aposta em uma abordagem sustentável, buscando uma gestão ecológicas das águas e procurando conciliar as soluções técnicas da engenharia tradicional, já implantada nas cidades, a soluções não-convencionais, chamadas de soft engineering ou engenharia ecológica (UACD, 2010).

Essa concepção ampliou-se, do controle estrito das águas, para uma abordagem sistêmica que prevê também regulação atmosférica, hídrica e climática; a redução das perturbações; a conservação dos suprimentos de água e do solo; a ciclagem de nutrientes; o refúgio, o habitat de espécies e recursos genéticos; além da criação de espaços de lazer e de enriquecimento cultural.

Trata-se de uma abordagem de gestão de águas pluviais baseada na ecologia, que adota técnicas de engenharia hidráulica associando a manutenção da drenagem das chuvas no local, e promovendo um sistema de tratamento que utiliza vegetação. O objetivo é reproduzir, parcialmente, o regime hidrológico anterior ao processo de antropização, utilizando técnicas de infiltração, filtragem, armazenamento e evaporação do escoamento pluvial na origem. Enquanto as infraestruturas convencionais canalizam e conduzem o escoamento, sem tratamento, essas estratégias tratam o escoamento poluído por meio de um sistema de infraestrutura verde, combinando processos mecânicos e biológicos.

De fato, as técnicas tradicionais dos sistemas de saneamento são mais focadas em engenharia do que em planejamento. A necessidade de abordar de forma

abrangente o escoamento de águas pluviais, conduziu a uma abordagem que atua como um sistema envolvendo do lote ao bairro, cidade e região, conectados em uma rede distribuída para reduzir e tratar o escoamento de águas pluviais urbanas antes que elas entrem nos corpos d'água. Esse processo, pretende garantir qualidade e quantidade de água para cidades e regiões onde são implantados.

Assim a escala do planejamento desses sistemas ocorre no contexto das bacias hidrográficas e não nas de jurisdições políticas ou de sistemas legais de propriedade, tendo como objetivos: melhorar a biodiversidade da paisagem e maximizar a infiltração e reduzir o escoamento. Se a infraestrutura convencional de águas pluviais concentra o escoamento em instalações de detenção e despacha o escoamento poluído para outro local, simplesmente transferindo problemas de resíduos, o desempenho das técnicas não-convencionais pretende otimizar o escoamento, tratando-o por meio de uma rede robusta de alta conectividade.



Figura 3 – Solo como esponja; comunidades com abundância de vegetação e crescimento equilibrado

Fonte: UACD (2010).

Embora essas práticas, chamadas de SbN, compartilhem tecnologias comuns são, em última análise, uma abordagem baseada nas comunidades locais, dependente da integração destas comunidades com os solos, as plantas e a hidrologia; e neste contexto a Educação Ambiental é essencial. Devemos saber em qual bacia hidrográfica vivemos, assim como sabemos em que cidade e estado estamos e como as atividades pessoais e coletivas impactam os recursos naturais essenciais para o nosso bem-estar.

O projeto local das SbN, começa com modelagem hidrológica baseada na geografia local, nos tipos de solo, de vegetação e nos padrões de captação das bacias hidrográficas. Enquanto a engenharia convencional, baseada em protocolos universais para a evacuação de escoamento, favorece projetos dispendiosos de demanda de pico sobre um design sensível; as SbN, por outro lado, representam tecnologia de alta performance baseada nas condições específicas do local, porém exigem maior planejamento e demandam a implementação de medidas não-estruturais para a efetiva construção de um sistema integrado.

Embora estas estratégias tenham sido pioneiras em contextos suburbanos com abundância de solos livres, elas são adaptáveis a áreas urbanas de grande densidade. Nesses contextos envolvem sistemas híbridos, combinando engenharia convencional e sustentável, que atendem aos requisitos técnicos consagrados para o gerenciamento de eventos de tempestades de 100 anos. São estratégias:

- **Solo como Esponja:** Os solos naturais desempenham um papel fundamental no armazenamento, transporte e tratamento de águas pluviais. Os poros e fraturas que compõem a estrutura do solo atuam como condutores que transportam água da superfície para os lençóis subterrâneos e os aquíferos. A estrutura do solo é formada quando a biota do solo e a matéria orgânica ligam quimicamente e fisicamente as partículas minerais aos agregados. Dependendo da localização, 15 a 30 centímetros de solo com alto teor de material orgânico e biologicamente ativo, conhecido como solo superficial. A umidade do solo, a água intermitente e o húmus servem como fluidos de transição para a ciclagem dos nutrientes das plantas através do perfil do solo. Considere como as pradarias e florestas nativas funcionam na ausência de plantio direto e fertilizantes comerciais. Eles são cultivados por organismos do solo, como vermes, não por máquinas e ferramentas.
- **Plantas como filtros:** Os sistemas radiculares das plantas naturalmente filtram e tratam as águas pluviais, enquanto a matriz de raízes, caules e folhas atenuam e estimulam a infiltração. Folhas e galhos de plantas também interceptam a chuva, gerenciando a quantidade de água que chega ao solo. As raízes quebram rocha e solo, indiretamente auxiliando na infiltração e incentivando o cultivo do solo. Essas ações facilitam o desenvolvimento do solo e a colonização microbiana. As plantas ligam os solos à atmosfera. As espécies de plantas interagem com fungos, bactérias, insetos e outros seres vivos no solo para formar comunidades únicas. As comunidades de plantas se adaptam às condições que definem seus metabolismos. Essas comunidades vegetais são a base dos serviços ecossistêmicos. Entender as interações entre as plantas e suas comunidades de solo fornece uma base para a concepção de serviços ecossistêmicos.
- **Plantas e Sítio:** Quando a hidrologia de um local é caracterizada, a comunidade de plantas deve ser inventariada e comparada com a ecorregião. A conservação e o aprimoramento das comunidades de vegetação e comunidades de plantas úmidas facultativas existentes para o manejo de águas pluviais é um princípio central dos projetos de SbN. As plantas nativas aumentam a biodiversidade, crucial para a resiliência do ecossistema, estimulam a fitorremediação e promovem comunidades microbianas saudáveis.
- **A Síndrome do Fluxo Urbano: Água como solvente:** A sobrecarga de nutrientes do nitrogênio, fósforo e potássio utilizados em práticas de paisagismo

industrializado ou na agricultura (fertilizantes, inseticidas e herbicidas), bem como resíduos animais e vazamentos de esgotos sanitários prejudicam o ciclo hidrológico natural. Concentrações de nutrientes transportadas no escoamento de águas pluviais podem resultar em crescimento de algas pesadas, o que reduz os níveis de oxigênio dissolvido levando à eutrofização mais comum em lagos. Bactérias de matéria orgânica, como lixo e resíduos de animais domésticos, se decompõem em águas superficiais, reduzindo a qualidade da água. Petróleo, substâncias tóxicas e metais pesados de automóveis, pesticidas e materiais de construção são prejudiciais aos sistemas biológicos e à vida aquática. As redes que adotam as SbN, tornam essas toxinas inertes.

- **Água e Sítio:** Projetar estratégias SbN requer uma compreensão da hidrologia, da ciência da ocorrência, distribuição e movimento da água em uma determinada área. A fase inicial do projeto do LID deve caracterizar a hidrologia natural do local, a conectividade em andamento e a jusante, a localização dentro da área de captação e os caminhos de fluxo no local. Entender a quantidade de precipitação que normalmente ocorre em uma área é importante para o planejamento do local e o projeto de águas pluviais.
- **Redundância, Resiliência, Distribuição:** Os sistemas caracterizados pela diversidade são geralmente mais resilientes do que os sistemas sem diversidade. A redundância permite que algumas partes do sistema compensem as perdas ou insuficiências em outras. A redundância é ainda mais importante quando os componentes que proporcionam redundância reagem de forma diferente à mudança e à perturbação. E, dessa forma, está estreitamente relacionado à resiliência de um sistema. O desenvolvimento urbano mal planejado resulta na perda e fragmentação de habitats ecológicos, bem como na perda relacionada da biodiversidade ecológica. Um conjunto de princípios de projetos específicos pode aumentar o nível de serviços ecológicos na infraestrutura urbana. Esses princípios de redundância, diversidade e distribuição modelam a dinâmica ecológica necessária para otimizar a capacidade de suporte e a resiliência da paisagem. A aplicação desses princípios é a base para o projeto de uma rede de tratamento em SbN, que pode, efetivamente, diminuir a velocidade, espalhar, tratar e absorver o escoamento.
- **Da Instalação à Rede:** Cada componente de desenvolvimento oferece tecnologias de ciclagem e conservação de águas pluviais intrínsecas e escaláveis. Interfaces de componentes são áreas particularmente oportunas para a criação de uma rede urbana com técnicas de SbN. No entanto, a fragmentação nos processos de desenvolvimento e regulação apresenta grandes obstáculos para esse planejamento integrado. Um grande obstáculo inclui a falta de gestão integrada de ativos, em que agências reguladoras de estradas, gestão de águas pluviais, serviços públicos e paisagismo trabalham

isoladamente, muitas vezes com mandatos contraditórios. Outros obstáculos incluem a dificuldade em financiar os primeiros custos e os custos adicionais de manutenção, independentemente de avaliações de custo de ciclo de vida favoráveis que resultem em múltiplos retornos sobre o investimento. No entanto, cada componente sugere dentro de seu território uma agência única entre proprietários, desenvolvedores, cidades e regiões com potencial para impactos que mudam o jogo. As estratégias SbN exigem que os indivíduos implementem projetos, mas é necessária uma região para que elas funcionem.

Os conceitos de SbN aplicados na gestão das águas urbanas são dimensionáveis para projetos de vários tamanhos e tipos de uso da terra. Dividir o desenvolvimento urbano em seus componentes constituintes- edifícios, lote, rua e espaço aberto -ilustra as oportunidades de ação das partes interessadas dentro de cada componente. O objetivo não é apenas minimizar o impacto, mas desenvolver paisagens urbanas regenerativas e produtivas que continuamente renovem o funcionamento do ecossistema. A Figura 4 e a Tabela 5 indicam as diferentes escalas das medidas.



Figura 4 –SbNs aplicadas em diferentes escalas e medidas

Fonte: UNESCO, 2018.

Tabela 5 – Escalas das medidas

Escala das Medidas
1. O Lote
2. A Rua
3. A Quadra
4. O Bairro
5. A Cidade
6. A Bacia Hidrográfica

Fonte: Adaptação de UACDC (2010).

Soluções de 1º e 2º Nível

De acordo com o relatório anual do *Centre for Research on Epidemiology of Disasters (CRED⁴)* para o ano de 2019, as inundações e as tempestades foram os desastres naturais que mais causaram mortes e prejuízos financeiros em todo mundo. Por sua vez pesquisa conduzida pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), publicada em 2019, revela que a região Sudeste brasileira concentrou o maior número desses episódios. Tendo em conta que essa região também apresenta as mais altas taxas de densidade demográfica, em comparação a outras regiões do país, é de se supor que a conjunção da proximidade das áreas de risco e da densidade demográfica alta resultou em um maior número de pessoas afetadas por desastres naturais no período analisado: 3.647.990 pessoas distribuídas em 16.024 áreas de risco, em 156 municípios considerados críticos (Castro, 2021).

Compreende-se que esses desastres naturais estão relacionados aos fenômenos hidrológicos, tendo a água (em excesso ou escassez) como o agente deflagrador (LONDE et al., 2014 apud VIEIRA, SCHIMIDT & MOURA, 2019) e, conforme demonstrou a pesquisa da CEMADEN, são notáveis os efeitos dos processos sociopolíticos que envolvem as populações urbanas, desde as ações antropogênicas intensificadoras das mudanças climáticas até a vulnerabilidade e exposição de pessoas como consequência das políticas territoriais urbanas.

Considerados sua importância, as dimensões e as complexidades que envolvem as

⁴ In 1988, the Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) launched the Emergency Events Database (EM-DAT). EM-DAT was created with the initial support of the World Health Organisation (WHO) and the Belgian Government. The main objective of the database is to serve the purposes of humanitarian action at national and international levels. The initiative aims to rationalise decision making for disaster preparedness, as well as provide an objective base for vulnerability assessment and priority setting. EM-DAT contains essential core data on the occurrence and effects of over 22,000 mass disasters in the world from 1900 to the present day. The database is compiled from various sources, including UN agencies, non-governmental organisations, insurance companies, research institutes and press agencies. Fonte: <https://www.emdat.be/>. Acesso em: 24 abril de 2020

ações para o controle de riscos hidrológicos em áreas urbanas, a adoção de soluções deve levar em conta, tanto seus efeitos imediatos, quanto soluções a médio e longo prazo. Nesse sentido o planejamento dessas ações deve considerar a busca por soluções integradas, na escala das bacias hidrográficas e que contemplem soluções identificadas como de 1º e 2º níveis, quais sejam, que enfrentem simultaneamente nas causas e nas consequências dos conflitos gerados pelos processos de urbanização e as dinâmicas hidrológicas.

Para uma melhor compreensão de suas especificidades foram elaborados dois diagramas que seguem abaixo (Figuras 5 e 6).

Nas três primeiras colunas estão relacionados as causas e os efeitos dos conflitos da urbanização deflagradores de desastres hidrológicos e de riscos. São conhecidos e reconhecíveis tais como impermeabilização excessiva do solo, ocupação de áreas inundáveis, problemas com o dimensionamento e a gestão das redes de drenagem etc. e, demandam, como já foi visto, um conjunto de medidas estruturais e não estruturais para seu enfrentamento e soluções.

Já nas duas últimas colunas apresentam um conjunto de medidas estruturais que se diferenciam em função de seu alcance e de seus efeitos.

Vê-se no diagrama da Figura 5 a proposição de ações efetivas e duradouras identificadas como causadoras de conflitos e que alteram as características da ocupação urbana tais como a remoção de áreas inundáveis ocupadas, a manutenção e a gestão das redes de drenagem existentes e uma cobertura eficiente para a limpeza e a coleta de resíduos sólidos. Trata-se, em alguns casos, de ações de maiores impactos socioeconômicos e políticos que requerem mediações complexas e, portanto, que demandam mais tempo e recursos para sua consecução.

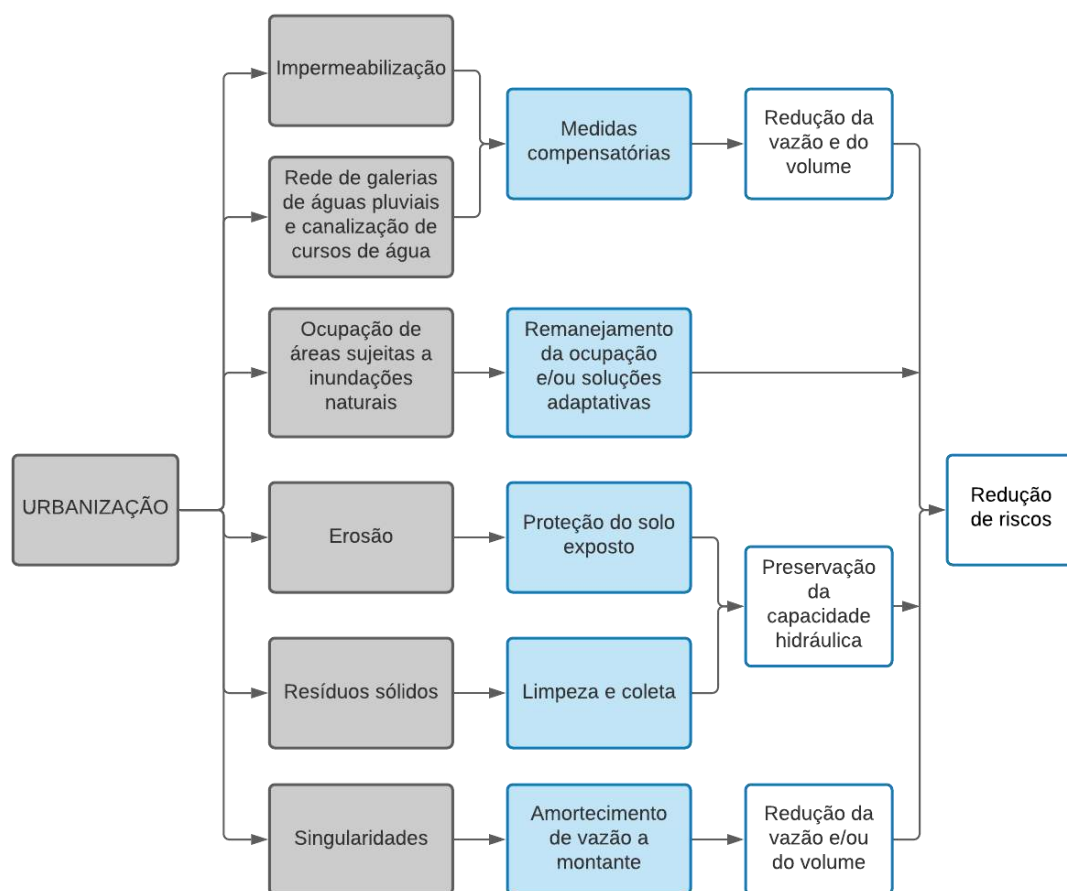


Figura 5 – Soluções de 1º Nível (atuam nas causas).

Fonte: Adaptado de MDR (2021)

Por sua vez, o diagrama da Figura 6 apresenta propostas para solução das consequências que esses processos de urbanização provocaram e que se caracterizam pela execução de medidas estruturais que solucionam os conflitos, porém, ao não enfrentarem diretamente as causas, sujeitam-se a necessidade uma avaliação constante face às dinâmicas de expansão características das áreas urbanas. Podem tornarem-se ações datadas com eficiência limitada.

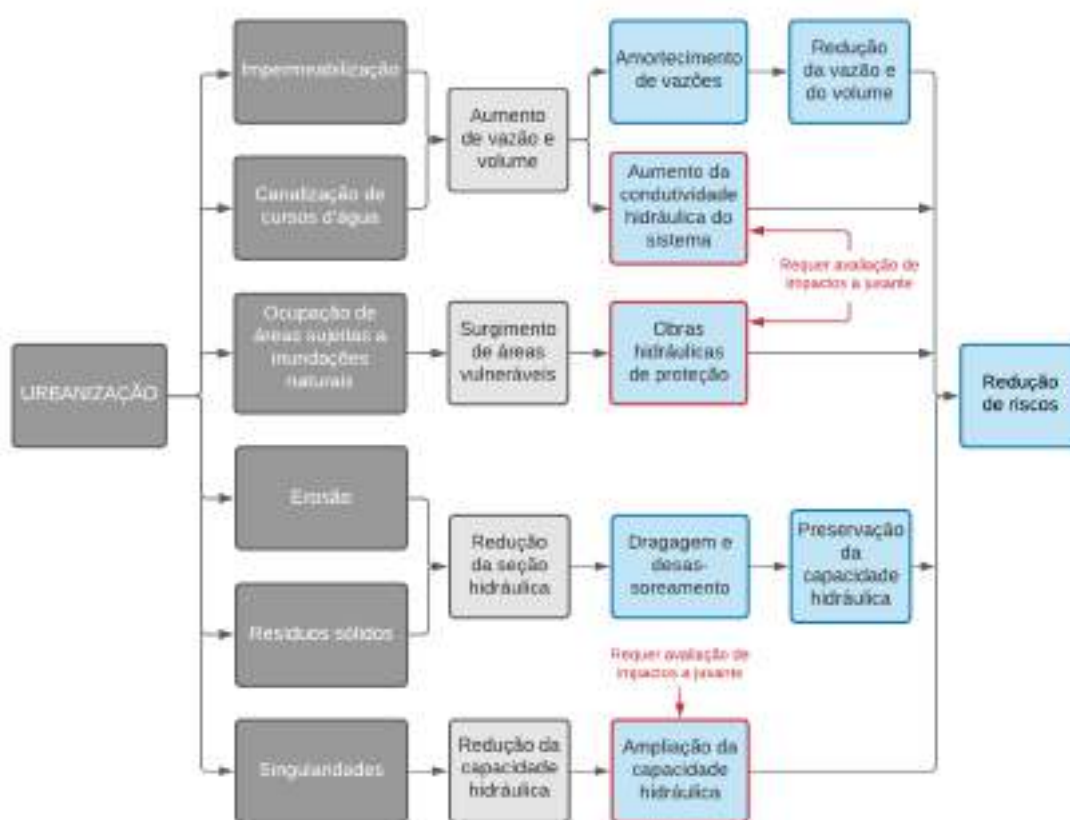


Figura 6 – Soluções de 2º Nível (atuam nas consequências).

Fonte: Adaptado de MDR (2022)

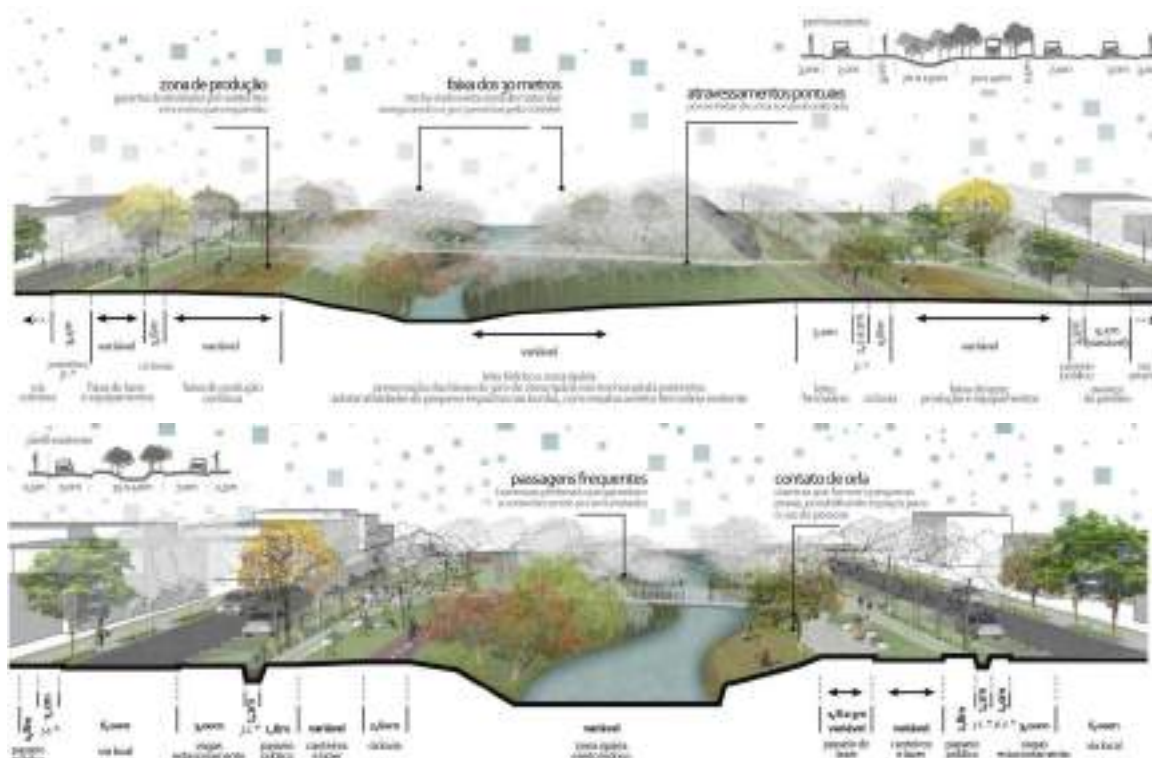
Estabelecer um equilíbrio na implementação de soluções nos dois níveis é, sem dúvida, promover a sustentabilidade e a longevidade para esse conjunto de medidas e garantir um bom uso dos recursos públicos que demandam essas obras de infraestrutura.

Abordagem integrada

As soluções a serem desenvolvidas para controle de inundação poderão apresentar inúmeras possibilidades e viabilidades técnicas e deverão ser analisadas caso a caso em função das particularidades apresentadas. Os princípios para controle de inundações urbanas, sempre são as bacias como um sistema único. Ou seja, as medidas de controle de uma bacia não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento a outra e suas medidas de controle devem se dar no conjunto da bacia.

A Mobilização Social pertinente e adequada ao objeto do trabalho (Prefeituras e Equipes de Apoio), também são fatores importantes a serem considerados em toda e qualquer ação integrada de controle com proposições que considerem todos os fatores ambientais, econômicos e sociais (Poder Público e Demais Contratantes).

A seguir são apresentados dois exemplos de abordagem integrada. A Figura 7 ilustra a proposta do município de Campinas no interior de São Paulo para qualificar o espaço pretendido pela ação integrada). Em seguida, a Figura 8 apresenta um esquema ilustrativo de abordagem integrada.



Fonte: PDAU-RMGV (2022).



SITUAÇÃO ATUAL – SEM INTERVENÇÃO



SITUAÇÃO PROPOSTA - PERÍODO DE BAIXA INTENSIDADE DE CHUVA

Parque Linear com área prevista para armazenar águas de chuva nos períodos críticos. Essa área é destinada a atividades de lazer nos períodos de seca.



SITUAÇÃO PROPOSTA - PERÍODO DE ALTA INTENSIDADE DE CHUVA

Figura 8 – Esquema ilustrativo de solução integrada

Fonte: PDAU-RMGV (2022).

2 Critérios e premissas para definição das medidas estruturais e não estruturais

Neste capítulo se apresenta o processo de formulação das proposições do PDAU.

A definição das medidas estruturais e não estruturais foi dividida em três etapas:

- 1ª etapa: nessa etapa do estudo foram realizadas discussões técnicas entre os especialistas do Consórcio Tetra Tech – Concremat, visando englobar visões distintas que atendessem as questões hidráulicas e hidrológicas, ambientais, econômicas, urbanas e sociais da área de estudo.
- 2ª etapa: nessa etapa do estudo foram realizadas discussões técnicas com a Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN e o grupo de sustentação ⁵, com a participação dos principais entes envolvidos: as prefeituras municipais de Vila Velha, Vitória, Cariacica, Serra, Fundão, Viana e Guarapari, a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB, o Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN, a Defesa Civil do Espírito Santo, o Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, o Departamento de Edificações e Rodovias do Espírito Santo – DER e a Universidade Federal do Espírito Santo, na tomada de decisão das prioridades e o tipo de intervenção em cada área.
- 3ª etapa: a elaboração de seminários para participação pública, com o intuito de apresentar os estudos e de ouvir a população, auxiliando também na tomada de decisão das prioridades e nos tipos de intervenção para cada região.

Para uma melhor compreensão da metodologia adotada para a elaboração das proposições do PDAU, apresenta-se a seguir o fluxograma metodológico.

⁵ O Grupo de Sustentação possui representantes de diversos atores públicos e se reúne semanalmente com a equipe técnica do Consórcio Tetra Tech – Concremat e com a equipe da CESAN.

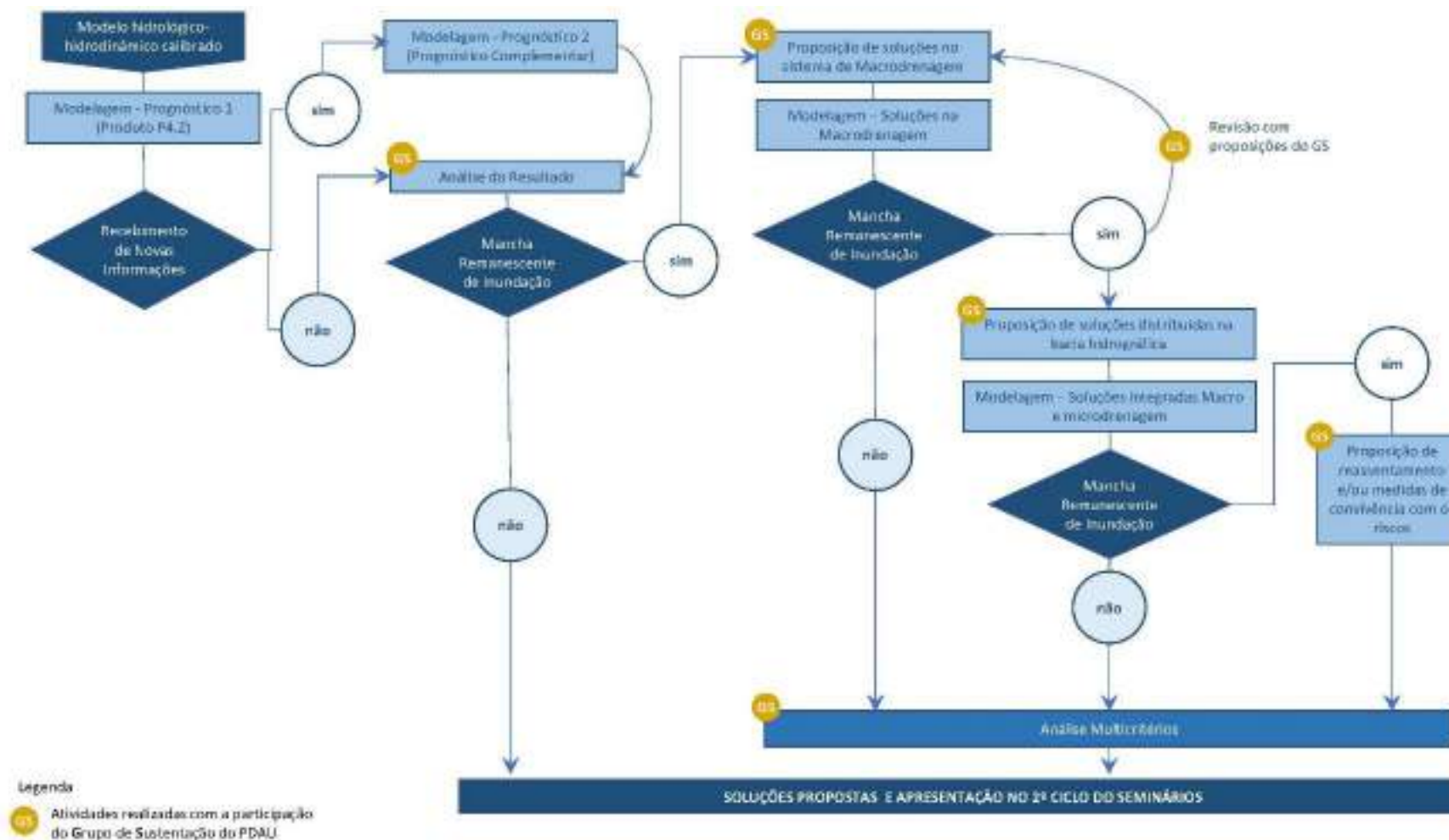


Figura 9 – Fluxograma Metodológico da Elaboração das Proposições do PDAU.

Fonte: PDAU-RMGV (2022).

Como pode ser observado na Figura 9, as soluções foram desenvolvidas a partir do modelo hidrológico hidrodinâmico calibrado que resultou o Prognóstico 1 - apresentado no Tomo I – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica do Produto 4.2.

O Prognóstico 1 foi simulado considerando os corpos hídricos escolhidos para a modelagem, seções batimétricas levantadas em campo, estudo e projetos irreversíveis ⁶ e cadastros de estruturas de macrodrenagem que foram disponibilizados pela SEDURB, DNIT e secretarias de obras das prefeituras municipais. Com o resultado do Prognóstico 1, foi estabelecido junto ao Grupo de Sustentação (GS) que as soluções para as manchas de inundação seriam estudadas para o tempo de recorrência de 25 anos de chuva e maré e um cenário de ocupação urbana para o ano de 2040.

No decorrer do desenvolvimento do trabalho foram disponibilizadas novas informações de obras irreversíveis de macrodrenagem pela SEDURB, e, por estarem diretamente ligadas a área de abrangência do PDAU foram inseridas e modeladas novamente, o que gerou para algumas bacias hidrográficas um resultado complementar, denominado Prognóstico 2.

Com os resultados obtidos foi possível analisar para cada bacia hidrográfica as manchas remanescentes de inundação, avaliando extensão e altura da lâmina da água. Sendo assim, para cada corpo hídrico foram estudadas e propostas soluções de macrodrenagem, que após simuladas foram apresentadas e discutidas nas reuniões semanais com o GS. A implementação de obras de macrodrenagem no modelo gerou novos resultados, cujo objetivo era eliminar a mancha de inundação ou diminuí-la consideravelmente. Os resultados da modelagem foram analisados e em áreas onde as manchas remanescentes diminuam, mas ainda permaneciam foram propostas soluções integradas de macro e microdrenagem distribuídas na bacia e/ou remoção e reassentamento com áreas de convivência com risco de inundação, sempre considerando a extensão e a altura da lâmina da água.

Abaixo são apresentados os subitens desse capítulo, cada qual detalhando aspectos relevantes que orientaram a equipe do PDAU neste processo:

- Item 1 - explicação sobre as diretrizes consideradas para a formulação das proposições, com maior destaque para as medidas estruturais;
- Item 2 - apresentação dos principais conceitos que nortearam a definição das medidas não estruturais;
- Item 3 – relato da visita técnica realizada pela equipe do PDAU nesta etapa do

⁶ Estudos e Projetos de obras Irreversíveis, para efeito deste trabalho define-se por estudos e projetos existentes de obras de macrodrenagem que já estão em processo de licitação e/ou de obra, ou seja, que possuem uma alta probabilidade de serem construídos.

projeto;

- Item 4 – elementos da avaliação social e da participação pública que contribuíram neste processo;

Definição dos tipos de medidas a serem propostas

A avaliação das manchas de inundação é parte fundamental do estudo para definição das medidas estruturais ou não estruturais a serem adotadas para que se tenha a assertividade necessária para minimizar os impactos das inundações.

Para a definição das medidas a serem propostas para determinada bacia, realizou-se uma análise integrada da mancha de inundação de tempo de recorrência de chuva e maré de 25 anos, objetivando inserir medidas estruturais e/ou não estruturais que eliminem ou minimizem a mancha de inundação das áreas urbanas.

Para tanto, foram observados e considerados os seguintes princípios de controle de inundações urbanas, conforme Tucci (2015):

- 1) **Bacia como um sistema:** um Plano Diretor de Drenagem de uma cidade ou região metropolitana deve contemplar as bacias hidrográficas sob as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra, deve-se prever uma medida mitigadora.
- 2) **Medidas de controle no conjunto da bacia:** utilização de medidas estruturais e não estruturais, que dificilmente estão dissociadas, para o controle de inundações.
- 3) **Meios:** os meios de implantação do controle de inundações são o Plano Diretor, as Legislações Municipais / Estaduais e o Manual de Drenagem. O primeiro estabelece as linhas principais, as legislações controlam e o Manual Orienta.
- 4) **Horizonte de expansão:** o Plano Diretor deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas / ocupadas e a densificação das áreas atualmente loteadas, evitando assim a ampliação das cheias. Para o PDAU o horizonte de expansão é o ano de 2040.
- 5) **Critério de não ampliar a cheia natural:** as obras de macrodrenagem, loteamentos e demais obras tais como pontes, aterros e rodovias não devem ampliar a cheia natural.
- 6) **Controle permanente:** o controle de inundação é um processo permanente, não basta que se estabeleçam regulamentos e que se construam obras de proteção, é necessário estar atento a potenciais violações da legislação na expansão da ocupação do solo das áreas de risco. Portanto, recomenda-se que nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver imediata ocupação pública que evite sua invasão e que a comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos,

na sua execução e contínua obediência das medidas de controle de inundação.

- 7) **Educação:** a educação de engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais, da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente por todos.
- 8) **Administração:** a administração da manutenção e controle é um processo local e depende dos municípios, através da aprovação de projetos de loteamentos, obras públicas e drenagens. Os aspectos ambientais são também verificados na implantação da rede de drenagem.

Além do PDAU ter como base os princípios norteadores supracitados, as seguintes diretrizes foram adotadas para o desenvolvimento das medidas estruturais dos Estudos de Alternativas:

- Avaliar a eficiência de estudos e projetos desenvolvidos, ou em desenvolvimento, pelas prefeituras e/ou pela SEDURB, para o TR de chuva e maré de 25 anos. Caso a análise seja positiva considerar o estudo ou projeto em conjunto com as novas proposições do PDAU, e, se necessário aprimorar os estudos, complementando as intervenções;
- Eliminar ou minimizar o máximo possível as manchas de inundação das áreas urbanizadas;
- Por orientação da fiscalização do PDAU, buscou-se trabalhar primeiramente com soluções de 2º nível e potencializar ou solucionar volumes menores com as soluções de 1º nível, buscando sempre estabelecer um equilíbrio na implementação de soluções nos dois níveis
- Para as soluções estruturais de 1º nível buscou-se aplicar na área de abrangência do PDAU, quando necessário soluções distribuídas de amortecimento na bacia hidrográfica, como pavimentação permeável, jardins de chuva e reservatórios lineares;
- Áreas rurais, sem a presença de núcleos urbanos ou qualquer tipo de infraestrutura serão áreas consideradas livres para a retenção do escoamento, caso necessário;
- Pontos de estrangulamento ocasionados pela inserção de bueiros, galerias ou travessias de estradas, que sua alteração influencia negativamente em áreas urbanizadas a jusante, caso necessário, serão sinalizados como pontos a serem mantidos;
- Áreas estuarinas, que usualmente com a elevação do nível do mar são inundadas, em especial em marés de sizígia, em caso de impossibilidade de ações estruturais, serão consideradas áreas de restrição de ocupação.

Com o objetivo de determinar as intervenções estruturais ou não estruturais, realizou-

se uma avaliação com os consultores das diferentes disciplinas do PDAU-RMGV, discutindo além dos aspectos hidráulicos – hidrológicos, questões ambientais, sociais, urbanas, de gestão e econômicas de cada alternativa.

Posteriormente, com as alternativas definidas, realizou-se a simulação do cenário da alternativa proposta visando eliminar ou reduzir a mancha através do refinamento da solução.

Os resultados e as considerações realizadas para cada tipo de solução foram apresentados ao grupo de sustentação. Com as informações reunidas nesse processo, as soluções foram validadas ou revisadas, caso necessário.

É, porém, fundamental que a proposição de medidas não estruturais aqui apresentadas deverão ser objeto de análises e avaliações específicas a serem desenvolvidas quando da elaboração e/ou revisão dos Planos Municipais de Drenagem, pois exigem um reconhecimento preciso e levantamentos detalhados das populações afetadas que não são comportados na escala de um plano metropolitano como este PDAU.

Alternativas de Medidas de Controle na Mancha de inundação Remanescente ou do Prognóstico

Para a determinação de medidas não estruturais de controle de inundações nas áreas das manchas remanescentes, foram consideradas distintas dimensões da sustentabilidade a constar: ambiental, urbanística, infraestrutura de mobilidade e política (CASTRO, 2021; ALVIM ET AL, 2019). Adotou-se uma abordagem sistêmica, na qual, aspectos das distintas dimensões são avaliadas e determinam diretrizes e/ou parâmetros que deverão articular-se em consonância, tanto entre si, como em relação às medidas estruturais implantadas nas bacias hidrográficas analisadas.

As análises e as respectivas diretrizes gerais propostas estão relacionadas abaixo, seguidas das descrições de diretrizes específicas para cada bacia hidrográfica analisada.

- Preservação ambiental – Controle e conservação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e Áreas úmidas (várzeas, mangues, pântanos) com vistas à manutenção dos serviços ambientais para o controle das inundações promovidos por essas áreas.
- Instrumento urbano – Zoneamento de inundação com determinação de áreas de vulnerabilidade e de riscos a constar do PD. Ampliação das taxas mínimas de permeabilidade, ou a adoção de medidas compensatórias (retenção pluvial, etc.) nas áreas adjacentes as zonas de inundação.
- Assentamentos precários – Delimitação das Zonas de Riscos para promover remoção de moradias. Para as moradias remanescentes promover reurbanização

com implementação de infraestruturas com especial aos sistemas de saneamento ambiental (esgotos + drenagem); manutenção e ampliação de permeabilidade do solo e melhorias habitacionais (sistemas individuais de coleta e destinação adequada de águas pluviais).

- Infraestrutura de mobilidade – impactos em relação ao impedimento
- Altura da lâmina d'água / Gestão de riscos – Planos de gestão de riscos articulado com o PD, adotando sistemas de monitoramento de riscos e sistemas de alerta, planos de evacuação e pontos de acolhimento emergencial e criação de rotas alternativas para as infraestruturas de mobilidade.

A seguir são apresentadas as medidas de controle estudadas pelo PDAU.

Alteração no zoneamento

Em muitas situações os zoneamentos municipais não identificam ou reconhecem a ocupação de áreas inundáveis como inadequadas ou passíveis de controles específicos que determinem padrões e usos adequados. Portanto, é necessário que os Planos Diretores Municipais sejam revistos e que gravem as áreas de inundação em suas bases, estabelecendo controles sobre as ocupações existentes, assim como evitando ocupações futuras para, dessa forma, evitar conflitos e reduzir as situações de risco a que estejam expostas suas populações.

As manchas de inundação resultantes da modelagem do PDAU devem ser incluídas no zoneamento urbano, afinal, indicam as áreas suscetíveis a inundação.

Consolidação de área verde

A importância das áreas verdes nos ambientes urbanos implica em uma série de serviços ambientais essenciais que não poderiam estar fora das proposições desse PDAU. Essas áreas contribuem para a redução de escoamento superficial e aumento da infiltração contribuindo, portanto, para o balanço hídrico; oferecem equilíbrio climático com a redução de ilhas de calor e aumento da umidade do ar; reduzem efeitos da poluição e dos ruídos, agem diretamente na redução da temperatura e na velocidade dos ventos, além de servirem de abrigo a diversos animais silvestres que vivem nas cidades, como pássaros, insetos e até macacos, o que garante a reprodução das espécies vegetais.

Dessa forma garantir a consolidação, a proteção e vitalidade das áreas verdes existentes; assim como promover a criação e a ampliação dessas áreas nas regiões urbanas da RMGV é estratégia fundamental e deve ser orientada por todos os Planos Diretores e pelos Planos de Drenagem. Municipais.

Essa consolidação é prevista nesse PDAU essencialmente pela adoção de três medidas, conforme descritas abaixo:

- Manutenção como Área de Preservação Permanente (APP)

- Parque Linear – intervenção avançada envolvendo cercamento, instalação de elementos paisagísticos e eventualmente movimentação de terra.
- Parque Alagável / Wetland - Intervenção com características específicas em áreas já destinadas à preservação e com potencialidades para fins turísticos e promocionais de valorização ambiental. Em geral são áreas que sofrem pressão imobiliária tanto das classes mais abastardas por sua beleza paisagística quanto das mais baixas por conta da falta de fiscalização. As Wetlands têm como finalidade além da requalificação ambiental o tratamento dos efluentes e melhoria das condições hídricas dos sistemas.



Figura 10 – Ilustração de Wetland construída.

Fonte: Instituto de Engenharia (2018).



Figura 11 – Wetlands in Haikou, China.

Fonte: Vyllder (2022).

Implantar esse tipo de solução é uma estratégia para evitar a ocupação de áreas suscetíveis a inundação, sendo, portanto, uma estratégia que se alinha ao zoneamento de inundações descrito acima.

Soluções adaptativas (convivência com as inundações)

De maneira geral, se observa um processo global de revisão de conceitos e paradigmas, nas questões da gestão das águas urbanas, com a adoção de abordagens mais abrangentes, de natureza sistêmica, que se apoia no conceito de convivência e de manejo sustentável das águas urbanas. Essas soluções em casos específicos de áreas de urbanização consolidada, e/ou densamente ocupadas, ou ainda onde os efeitos das enchentes e inundações não apresentam riscos à vida, pautam-se pela adoção de soluções chamadas “adaptativas”. (Castro, 2021).

Essas soluções partem da ideia de se promover a convivência com os ciclos de enchentes mediante adequações, tanto na escala das infraestruturas quanto das edificações, por meio de mecanismos que regulam o uso do solo em áreas inundáveis ou até mesmo a adaptação das edificações existentes para que se tornem resistentes a inundações.

Um exemplo atual dessas ações vem da cidade de Nova York. O Departamento de Edifícios de Nova York (NYC Department of Buildings – DOB), órgão integrante do

Departamento de Planejamento (NYC Department of City Planning – DCP), que controla e regula zoneamentos específicos para áreas inundáveis, previstos no contexto das resoluções gerais de zoneamento.

Esse Departamento promulgou uma legislação que determina uma cota de inundação a ser respeitada pelas edificações (Design Flood Elevation – DFE), garantindo que todos os espaços abaixo do DFE sejam à prova de inundação. No caso de edifícios para uso exclusivamente residencial, tais espaços à prova de inundação só podem ser usados como espaço de estacionamento ou armazenamento, não podendo ser destinados a usos como porões, adegas ou equipamentos mecânicos. As mesmas regras valem para edifícios de uso comercial, institucional ou industrial, situados nas Áreas Especiais de Risco de Inundação (SFHAs).

Para isso o DCP flexibilizou regras que permitem a adaptação de edifícios garantindo que a criação de áreas resistentes às inundações não implique por exemplo em taxaço por aumento de área construída ou infração às legislações de zoneamento nessas áreas (Figura 12)

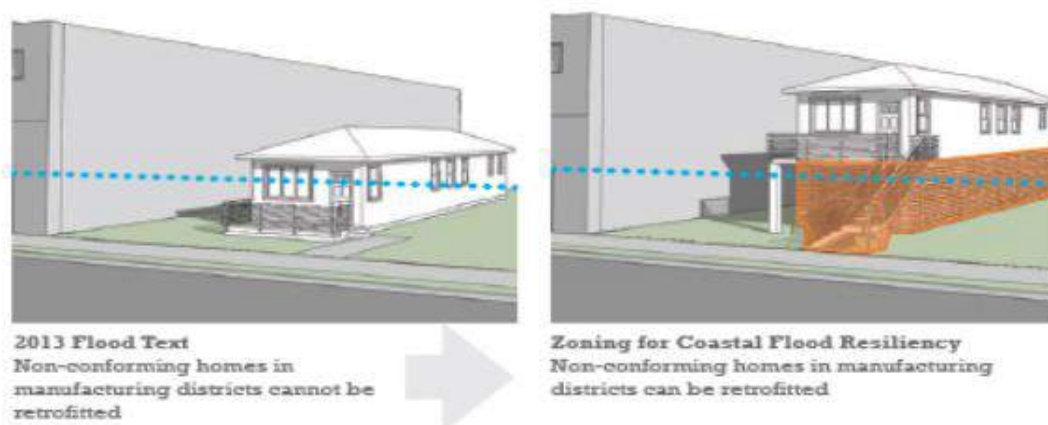


Figura 12 – Exemplo de adaptação de uma residência térrea acima da linha de inundação.

Fonte: Zoning for Coastal Flood Resiliency (NYC, 2019).

Reurbanização

A gravidade dos desastres hidrológicos depende de fatores como as dimensões e as sazonalidades dos fenômenos hidrológicos em si, confrontados com as características da urbanização em regiões sujeitas a enchentes. Esses conflitos podem ser avaliados e medidos com relativa segurança por meio de modelagens hidráulicas e, dessa forma, determinarem parâmetros para adoção de medidas de controle que podem ser desde a remoção das populações em áreas de grande risco, ou medidas adaptativas em regiões onde os riscos sejam reduzidos.

No contexto desse PDAU, entende-se por reurbanização a avaliação e a implantação ou o dimensionamento adequado dos sistemas de saneamento (água, esgoto e

drenagem); a implantação de sistemas de coleta e descarte adequado de lixo; a execução de obras viárias que garantam mobilidade eficiente, porém sem aumentar a impermeabilização das áreas afetadas.

O PDAU além de apontar soluções de drenagem urbana deve também contribuir para melhorias do desenho urbano dos municípios. Para isso, as Parcerias Públicas Privadas (PPPs) devem ser consideradas nas intervenções onde o redesenho urbano venha a ser necessário.

As Parcerias são realizadas através das Operações Urbanas (OU) que são instrumentos de intervenção pública em parceria com a iniciativa privada, aprovadas mediante lei municipal e que determinam regras urbanísticas específicas promovendo novas características urbanísticas para uma determinada área da cidade.

O perímetro de uma Operação Urbana é favorecido pela possibilidade de flexibilização dos limites de Coeficiente de Aproveitamento e Taxas de Ocupação estabelecida pela lei de zoneamento vigente, mediante o pagamento de contrapartida financeira à Prefeitura. Este dinheiro é destinado a intervenções e melhorias urbanísticas realizadas na própria região, pelo Poder Público. Essa formatação estabelece um meio de transformação urbana sem onerar o Poder Público.

A Operação Urbana é um instrumento do Direito Urbanístico instituído pelos artigos 32, 33 e 34 do Estatuto da cidade (Lei 10.257). As operações urbanas não são meios de políticas urbanas novas, já tendo sido conhecidas e praticada no Brasil com outras formações. O principal objetivo além do desenvolvimento urbanístico é a valorização ambiental e melhorias sociais em área pré-determinada.

Remoção e reassentamento de população

O quadro atual da degradação socioambiental dos rios e das áreas de fundo de vale são produto de um modelo de ocupação que ocupou leitos fluviais e áreas de inundação, agravado pela ausência de ações e planos que envolvessem opções de moradia e de conservação e uso das áreas ribeirinhas. Em consequência disso, grande contingente de populações vulneráveis que buscaram lugar nas cidades, instalaram-se em áreas ambientalmente frágeis em orlas fluviais e marítimas ou em encostas.

Nesses contextos as situações de risco a que são expostas são consideradas graves e a remoção e o reassentamento dessas populações é fundamental e inevitável.

Com o objetivo de subsidiar as estimativas para investimentos⁷ para as ações

⁷ Por tratar-se de um Plano Regional as escalas de análises são ampliadas, portanto, os valores aqui propostos têm como finalidade exclusiva estabelecer parâmetros para a determinação estimativa de recursos a serem alocados. O detalhamento desses cálculos deverá ser elaborado tendo como base os Projetos Executivos de obras e outras medidas, adotando escalas locais e tendo por base os necessários levantamentos em campo que subsidiam os planos locais a serem elaborados pelas prefeituras municipais posteriormente.

propostas nesse PDAU, desenvolveu-se uma metodologia para o cálculo estimativo de quantidade de domicílios a serem removidos das áreas de risco de inundação e de recuperação de APPs.

Foram adotadas como ferramentas das análises urbanísticas as imagens aéreas, processadas com recursos de geoprocessamento, para determinar as áreas de impacto das inundações derivadas das modelagens hidráulicas.

Foram determinadas como parâmetros para classificação como “áreas de risco passíveis de remoção” nos perímetros das manchas de inundação – pré e pós-intervenções – as alturas das lâminas d’água, adotando a seguinte classificação:

- ÁREAS PASSÍVEIS DE CONVIVÊNCIA COM AS INUNDAÇÕES: Lâminas d’água com até 1 metro de altura.
- ÁREAS DE REMOÇÃO (RISCOS): Lâminas d’água acima de 1 metro de altura.

Feitas essas classificações as análises urbanísticas concentraram-se no estudo das características tipológicas e urbanísticas das regiões atingidas. Buscou-se com a criação de uma segunda camada, para identificar, principalmente, as áreas de maior vulnerabilidade socioambiental com interferência das ações antrópicas, como as orlas fluviais com ocupações das APPS e construções situadas sobre as margens dos cursos d’água.

Nessas regiões, geralmente, estão os assentamentos precários, onde ocorreram os maiores impactos e conflitos que caracterizam os riscos hidrológicos e geológicos, as quais foram classificadas como ÁREA DE REMOÇÃO. Foram também identificadas áreas com ocupações do solo com outras características tipológicas e de ocupação do solo, onde as inundações tenham menores impactos e possam ser suportadas por ações integradas entre iniciativa pública – infraestrutura – e privada – como a adequações das edificações e das infraestruturas; consideradas então como ÁREAS PASSÍVEIS DE REURBANIZAÇÃO.

A Figura 13 apresenta o fluxograma da metodologia utilizada para a estimativa de domicílios a serem removidos e reassentados / desapropriados.

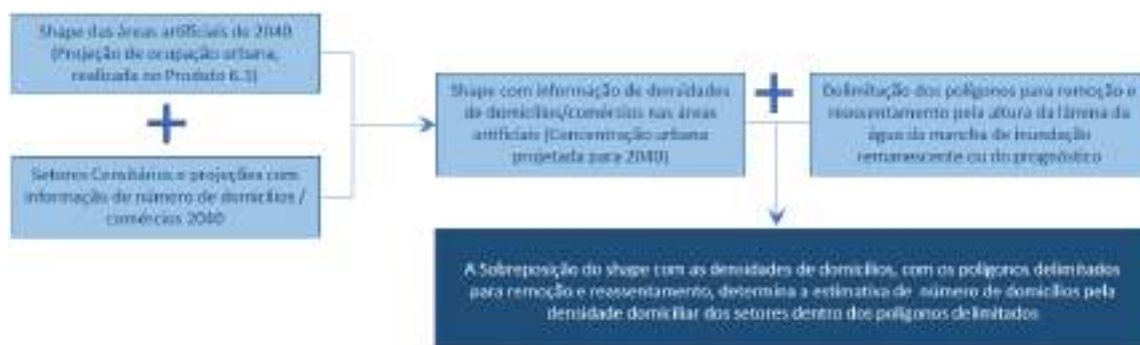


Figura 13 – Metodologia para estimativa de domicílios a serem removidos e reassentados / desapropriados

Fonte: PDAU-RMGV (2022)

Sistematização das medidas de controle

A partir dos tipos de medidas de controle apresentadas anteriormente, o PDAU estabeleceu uma relação de tipo de intervenções a serem determinadas para cada alternativa no capítulo 3. As intervenções consideradas pelo PDAU e seus respectivos códigos são as seguintes:

- Situação Tipo 1 – Soluções Urbanas: Remoção / Reassentamento
 - 1A – Desapropriação / Indenização
 - 1B – Remoção e Reassentamento
 - 1C – Alteração no zoneamento urbano
- Situação Tipo 2 – Soluções Urbanas: Convivência com a inundação
 - 2A – Soluções Adaptativas – Urbanização Consolidada
 - 2B – Soluções Adaptativas – Urbanização Precária
 - 2C – Alteração no zoneamento urbano
 - 2D – Áreas de risco
 - 2E – Alteração no zoneamento (áreas com característica rural ou não ocupada)
 - 2F – Recomendação do programa de Wetlands

As características dessas medidas estão detalhadas na Tabela 6 a seguir, sendo explicados os elementos: altura lâmina d'água, tipo urbanização, âmbito público e/ou privado, gera alteração no zoneamento, medida estrutural ou medida não estrutural, tipo de urbanização, tipo de solução, descrição da solução, fonte de financiamento, altera o zoneamento, unidade para estimativa de custos e observações.

Na aplicação dessas medidas no capítulo 3 foram feitas as seguintes considerações:

- Apesar da distinção entre as situações em que se aplica o zoneamento de inundação, por se tratar do mesmo tipo de intervenção, essa medida foi apresentada com o código '2E – Zoneamento de Inundação', o qual incorporou as medidas de código 1C e 2C;
- As medidas 2D e 2F são detalhadas no Produto 8;

Tabela 6 – Detalhamento das Medidas de Controle nas Manchas Remanescentes (TR 25 anos)

Sigla Medida	Altura Lâmina D'Água	Medida Estrutural ou Medida Não Estrutural	Tipo Urbanização	Âmbito	Tipo Solução	Descrição Solução	Fonte Financiamento	Altera o zoneamento	Estimativa de custo	Unidade para estimativa de custos	Observações
Situação Tipo 1 – Soluções Urbanas: Remoção / Reassentamento											
1A	Lâmina da água acima de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização consolidada	Âmbito público	Desapropriação/ Indenização	Parques lineares. Recuperar, recompor e preservar as Margens dos Corpos hídricos (APP) / Promover a requalificação urbana de áreas não protegidas com a implantação de passeios, ciclovias e equipamento de lazer, esporte, cultura, conforme a necessidade de cada bairro. O objetivo é promover a aproximação das populações locais com as águas; conscientizá-las do valor e a importância da preservação da água; reconhecer os sistemas naturais (parques, wetlands, etc) como elementos importantes da infraestrutura hídrica, assim como seu valor de uso como espaço público coletivo.	Investimento público	Sim	Sim	Nº de domicílios	-
1B	Lâmina da água acima de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização precária	Âmbito público	Remoção e reassentamento		Investimento público	Sim	Sim	Nº de domicílios	-
1C	Lâmina da água acima de 1m de altura	Medida não estrutural	Urbanização consolidada e/ou precária	Âmbito público	Alteração no zoneamento urbano	Inscrição das Manchas de inundação no PD / Alteração e/ou adaptação considerando Áreas de Risco com restrições de ocupação	-	Sim	Não	-	Apresentado em conjunto com a medida 2E
Situação Tipo 2 – Soluções Urbanas: Convivência com inundação											
2A	Lâmina da água abaixo de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização consolidada	Âmbito público	Reurbanização	Recompor ou complementar sistemas de infraestrutura (redes de esgoto, drenagem, coleta e deposição adequada de resíduos, pavimentação de vias e passeios)	Investimento público	Sim	Sim, considerar uma média dos custos	Extensão do polígono (hectare) e tipo de urbanização	-
				Âmbito privado	Soluções Adaptativas das Edificações (Convivência com inundações)	Escala das edificações: Adaptação dos pavimentos inundáveis / Construção e/transferência de usos essenciais para pavimentos superiores / Retrofit das edificações	"Estímulos à adaptação dos edifícios: Renúncia fiscal	Sim	Não considerar apenas prejuízo da área afetada		-
2B	Lâmina da água abaixo de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização precária	Âmbito público	Reurbanização	Recompor ou complementar sistemas de infraestrutura (redes de esgoto, drenagem, coleta e deposição adequada de resíduos, pavimentação de vias e passeios).	Investimento público	Sim	Sim, considerar uma média dos custos	Extensão do polígono (hectare) e tipo de urbanização	-
				Âmbito privado	Soluções Adaptativas das Edificações (Convivência com inundações)	Adaptação das edificações: Construção e/ou transferência de usos essenciais a pavimentos inferiores / Adaptação estruturais em pavimentos e áreas inundáveis (no lote e na edificação) / Retrofit das edificações	Subsídio financeiro público / renúncia fiscal	Sim	Não considerar apenas prejuízo da área afetada	-	-
2C	Lâmina da água abaixo de 1m de altura	Medida não estrutural	Urbanização consolidada e/ou precária	Âmbito público e privado	Alteração no Zoneamento Urbano	Inscrição das Manchas de inundação no PD / Alteração e/ou adaptação de Normas Edilícias tais como: taxas de ocupação, permeabilidade, etc) com vistas a poiar a resiliência na convivência com as inundações, em longo prazo, para todos os tipos de construção, oferecendo flexibilidade nas regras de zoneamento e de construções novas ou adaptação das existente	-	Sim	Não	-	Apresentado em conjunto com a medida 2E
2D	Lâmina da água abaixo de 1m de altura	Medida não estrutural	ÁREAS DE RISCO (Com classificação que não ordene Remoção)	Âmbito público e privado	Gestão do risco	Sistema de Alerta de Risco / Criação de Pontos de Refúgio / Treinamento de equipes locais	Investimento público	Sim	Não, considerar apenas prejuízo da área afetada	-	Será abordado no Produto 8
2E	Mancha Remanescente	Medida não estrutural	-	-	Alteração no zoneamento	-	-	Sim	Não	-	-

Sigla Medida	Altura Lâmina D'Água	Medida Estrutural ou Medida Não Estrutural	Tipo Urbanização	Âmbito	Tipo Solução	Descrição Solução	Fonte Financiamento	Altera o zoneamento	Estimativa de custo	Unidade para estimativa de custos	Observações
	em áreas com característica rural / não ocupadas										
2F	Mancha Remanescente em áreas com característica rural / não ocupadas	Medida estrutural	-	-	Recomendação do Programa Wetlands / Parques lineares	-	Investimento público ou privado	Sim	Não, considerar apenas prejuízo da área afetada	-	Será abordado no Produto 8

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

3 Propostas de Medidas por Bacias

Inicialmente, visando facilitar a leitura e entendimento das soluções propostas, realizou-se uma análise visando organizar os corpos hídricos de forma a agrupar aqueles que possuem impacto direto entre si nos eventos críticos de cheias. Além disso, esse agrupamento também considerou a sobreposição de efeitos das manchas de inundação e a interferência entre corpos hídricos, os quais devem ser avaliados em conjunto. Dessa forma, com o apoio do Grupo de Sustentação (GS), os 44 corpos hídricos selecionados em nas etapas anteriores do PDAU-RMGV foram agrupados em 14 bacias conforme apresentado na Figura 14 a seguir. Trata-se de um refinamento das Unidades Territoriais de Planejamento e Análise (UTAP) utilizadas em produtos anteriores.

Os subitens deste capítulo apresentam as proposições formuladas pelo PDAU-RMGV, para cada uma das bacias hidrográfica. São apresentadas as manchas de inundação do prognóstico, a(s) alternativa(s) para cada corpo hídrico, a caracterização e a localização das proposições e a mancha resultante. Com isso é possível avaliar cenários diferentes para uma mesma bacia, o que permite no capítulo 4 aplicar a análise multicritério para selecionar aquela alternativa mais adequada para cada bacia.

Especificamente para as medidas de controle, essas deverão ser objeto de maior detalhamento para uma definição mais precisa dos polígonos traçados nos subitens a seguir.

No Tomo II serão apresentadas as manchas remanescentes das alternativas consideradas como as melhores pela análise multicritério para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos e o uso de ocupação do solo dos anos de 2025, 2032 e 2040. Além disso, serão apresentados os hidrogramas e cotogramas dos eventos supracitados.

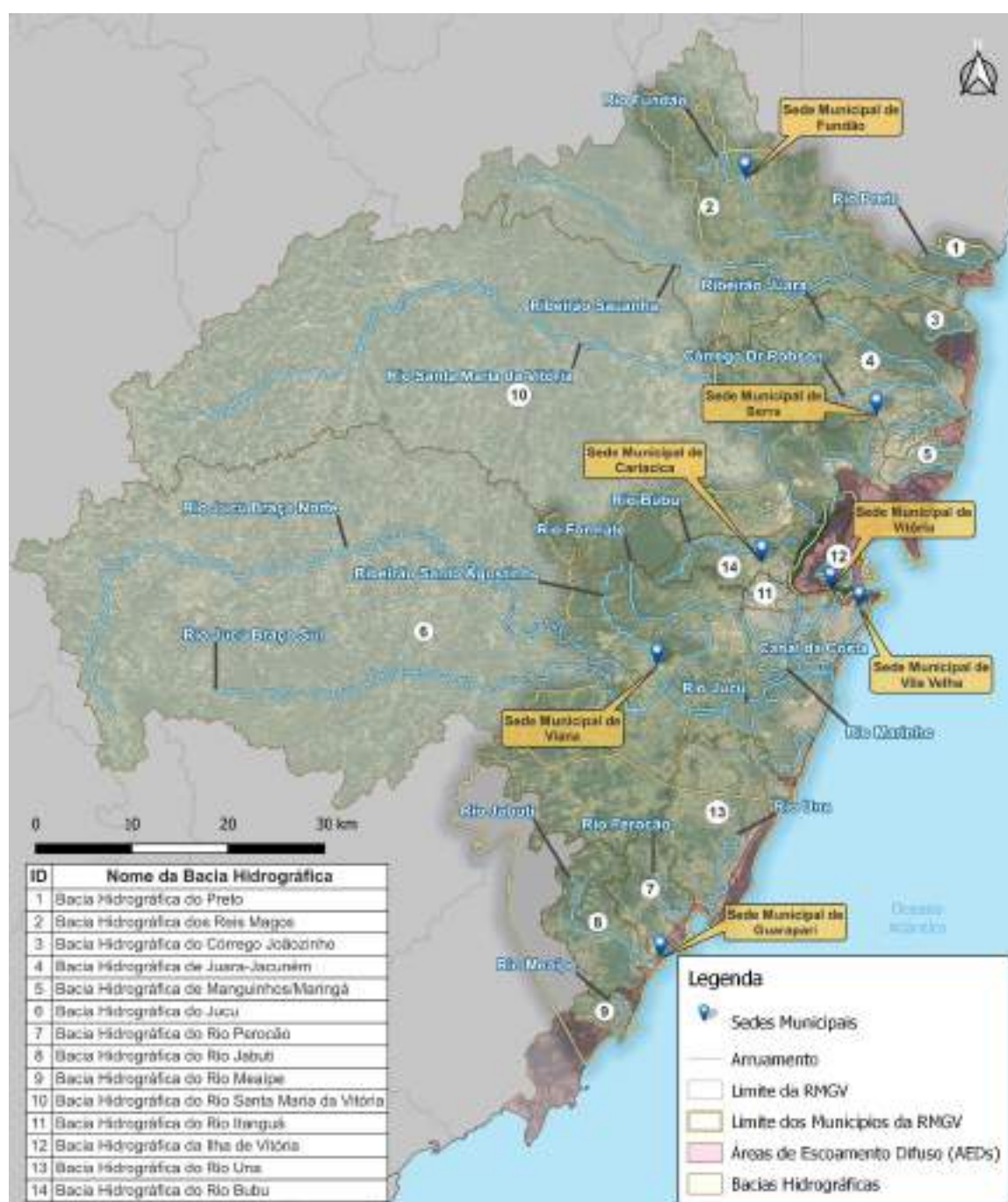


Figura 14 – Grupos de bacias de drenagem.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 7 – Características das Bacias Hidrográficas Modeladas

ID	Nome da Bacia Hidrográfica (B.H.)	Área total bacia (km²)	Área da bacia na RMGV (km²)	Corpos hídricos modelados na B.H.	Extensão total modelada (km)
1	B.H. do Rio Preto	278.47	242.95	Rio Preto (9.41km)	9.41
2	B.H. dos Reis Magos	6665.44	3309.97	Ribeirão Sauanha (53.53km) / Rio Fundão (35.26km) / Rio Reis Magos (15.39km)	104.18
3	B.H. do Córrego Joãozinho	250.82	250.82	Córrego Joãozinho (8.32 km)	8.32
4	B.H. de Juara-Jacuném	2215.04	2215.04	Ribeirão Juara (35.27km) / Lagoa Jacuném (8.42km) / Córrego Dr. Robson (7.76km)	51.45
5	B.H. de Manguinhos-Maringá	249.60	249.60	Córrego Manguinhos (8.82km) / Córrego Maringá (4.50km)	13.32
6	B.H. do Jucu	21656.34	6556.20	Córrego Campo Grande (4.43km) / Canal Cobilândia (1.80km) / Canal Araças (1.10km) / Córrego Maria Preta (3.62km) / Rio da Draga (8.00km) / Córrego Ribeira (11.24km) / Rio Aribiri (9.10km) / Rio Jucu Braço Sul (73.28km) / Córrego Guaranhuns (3.02km) / Canal Diagonal (2.28km) / Rio Formate (32.76km) / Rio Marinho (11.96km) / Canal do Dique (4.56 km) / Córrego do Congo (8.50km) / Córrego Jardim de Alah (2.88km) / Canal Marinho (3.04km) / Canal Camboapina (23.63km) / Rio Jucu Braço Norte (138.54km) / Vala América (1.28km) / Canal Pontal das Garças (6.06km) / Rio Jucu (45.02km) / Canal Marilândia (1.10km) / Canal da Costa (6.69km) / Ribeirão Santo Agostinho (19.83km) / Córrego Bigossi (1.97km)	425.68
7	B.H. de Rio Perocão	661.64	661.64	Rio Perocão (9.02km)	9.02
8	B.H. do Rio Jabuti	1041.81	1041.81	Rio Jabuti (18.99km)	18.99
9	B.H. do Rio Meáípe	213.03	213.03	Rio Meáípe (7.61km)	7.61
10	B.H. do Rio Santa Maria da vitória	16315.34	2712.20	Rio Santa Maria da Vitória (126.87km) / Canal dos Escravos (16.09km)	142.96
11	B.H. do Rio Itanguá	127.96	127.96	Rio Itanguá (6.07km)	6.07
12	B.H. da Ilha de Vitória	109.88	109.88	Canal da Leitão da Silva (4.32km) / Córrego Fradinhos (3.28km)	7.60
13	B.H. do Rio Una	1565.87	1565.87	Rio Una (16.10km)	16.10
14	B.H. do Rio Bubu	626.43	626.43	Rio Bubu (25.18km)	25.18

Bacia Hidrográfica do Rio Preto

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações do bairro Balneário Costa Azul é impactada pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 15 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Preto.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

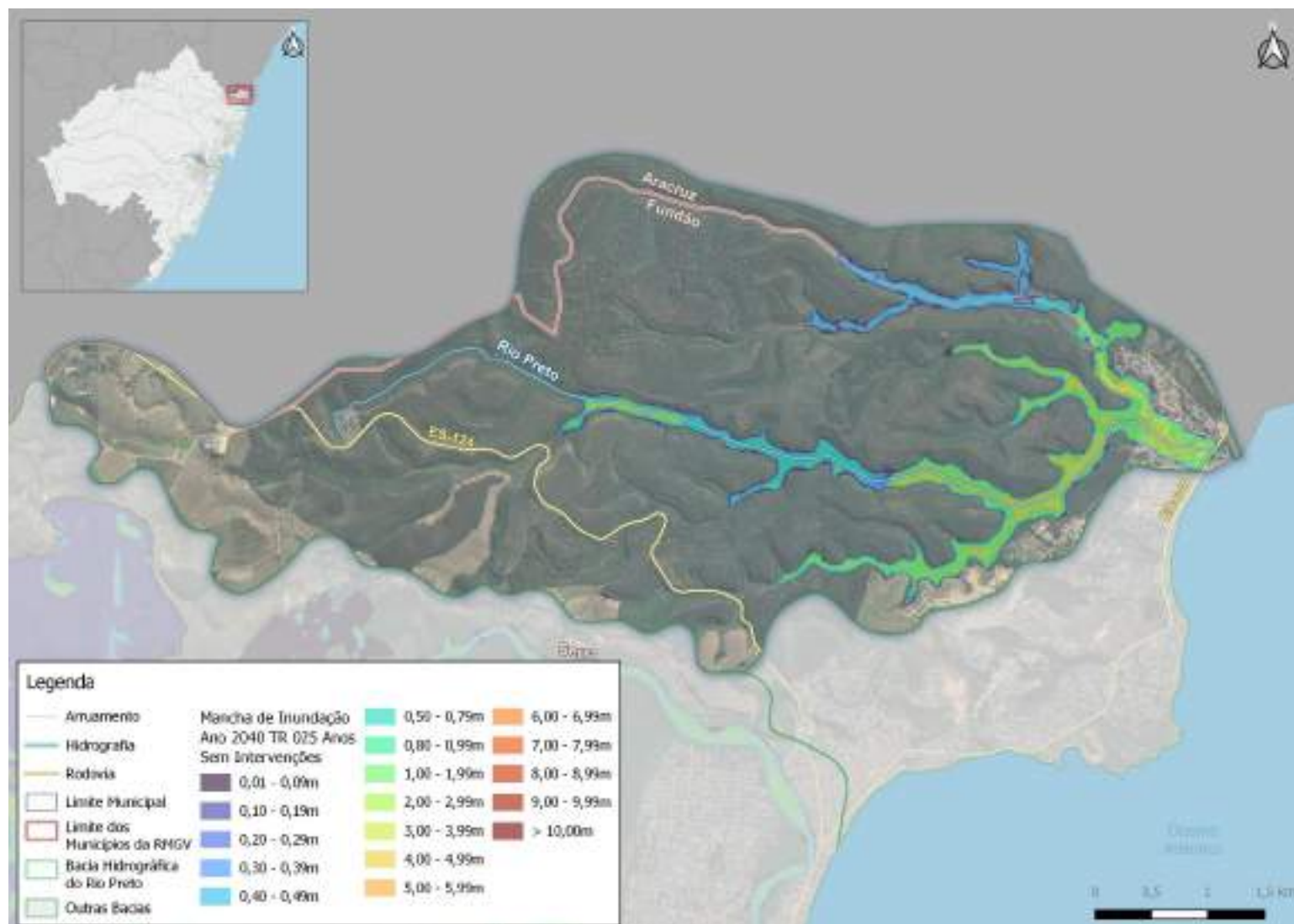


Figura 15 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Preto.

3.1.1 Rio Preto

A Tabela 8 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio Preto.

Tabela 8 – Alternativas Rio Preto

Alternativas	Código	Proposições
1	PRE-001-A	Aumento da condutividade hidráulica sob a ES-010
	PRE-001-B	Implantação de Reservatório de Amortecimento à montante da ES-010
	PRE-001-C	Medidas de controle nas manchas remanescentes
2	PRE-002-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Preto com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- Intervenção PRE-001-A - Aumento da condutividade hidráulica sob a ES-010

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica da seção embaixo da ES-010, que possui extensão de cerca de 15 metros e que restringe o escoamento do rio Preto, ocasionando acúmulo de água a montante da mesma e inundação no Balneário Costa Azul.

A intervenção proposta, é do tipo Trapezoidal e possui as seguintes dimensões:

H = 2 m de altura;

B = 10 m de largura na superfície;

b = 6 m de base.

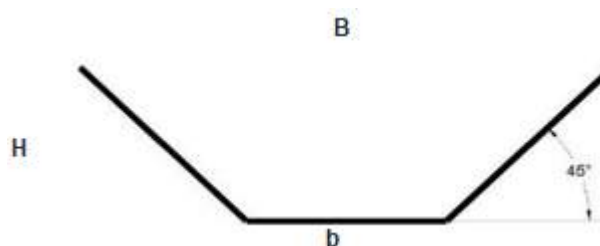


Figura 16 – Seção tipo da alternativa PRE-001-A.

A intervenção proposta está indicada na Figura 16 acima e tem as coordenadas aproximadas: 379064,00 m E 7786822,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- Intervenção PRE-001-B - Implantação de Reservatório de Amortecimento à montante da ES-010

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia a montante da ES-010 que atinge diversas ruas do Balneário Costa Azul. Sua implantação foi prevista à montante da ES-010, alinhado ao caminhamento do corpo hídrico, com início nas imediações das coordenadas 378492,00 m E 7787100,00 m S e fim nas imediações das coordenadas 379064,00 m E 7786822,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Características estimadas para o reservatório de amortecimento:

- Volume de escavação aproximado: 76.000,00 m³;
- Área escavada: 64.221,00 m²;
- Cota de Fundo da Área Escavada: 1,60 m.

- Intervenção PRE-001-C - Medidas de controle nas manchas remanescentes

Na bacia do rio Preto a mancha remanescente acompanha o curso do leito aberto que segue em direção à foz na Praia do Rio Preto, atravessa uma região de planície, ocupação urbana de lotes residenciais com padrão de urbanização incompleta, onde se identificam a presença parcial de infraestruturas urbanas.

O trecho em análise, preserva suas APPs desocupadas, com o traçado viário composto de ruas paralelas ao curso do rio com características de urbanização precária e sujeitas às inundações.

As alturas das lâminas d'água, por sua vez, superam o limite de 1m adotado como referência, exigindo, portanto, remoções, nos polígonos demarcados na

Figura 19.

Nesse caso recomenda-se o cumprimento das salvaguardas ambientais do Banco Mundial, de modo que a realocação da população removida ocorra nos arredores dessa região para garantir a preservação de laços sociais e vínculos a equipamentos públicos existentes, o que será detalhado no Produto 8. No entanto, face a precariedade flagrante nas áreas onde seja possível a convivência com as inundações, é necessário um esforço para a reurbanização, que contemple obras de infraestruturas e adequações das edificações existentes que permanecerão nas áreas inundáveis.

Reitera-se, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas a partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas

de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem por serem áreas não edificantes. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reserva dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

A Tabela 9 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 9 – Resumo das proposições da intervenção PRE-001-C

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – 2B Soluções Adaptativas (0,2 hectares)
•	Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (1,2 hectares)
•	Polígono 3 - 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,1 hectares)
•	Polígono 4 - 1B Remoção e Reassentamento (0 domicílios) + Parque Alagável (0,2 hectares)
•	Polígono 5 – 2B Soluções Adaptativas (0,4 hectares)
•	Polígono 6 - 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,9 hectares)
•	Polígono 7 – 2B Soluções Adaptativas (0,9 hectares)
•	Polígono 8 - 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,6 hectares)
•	Polígono 9 - 2B Soluções Adaptativas (0,2 hectares)
•	Polígono 10 – 2B Soluções Adaptativas (0,2 hectares)
•	Polígono 11 – 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 17 a seguir, a localização das intervenções na bacia hidrográfica do rio Preto. A Figura 18, por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem intervenções. Por fim, a Figura 19 detalha a intervenção PRE-001-C, destacando as medidas de controle na mancha remanescente.



Figura 17 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Rio Preto – ALTERNATIVA 01.

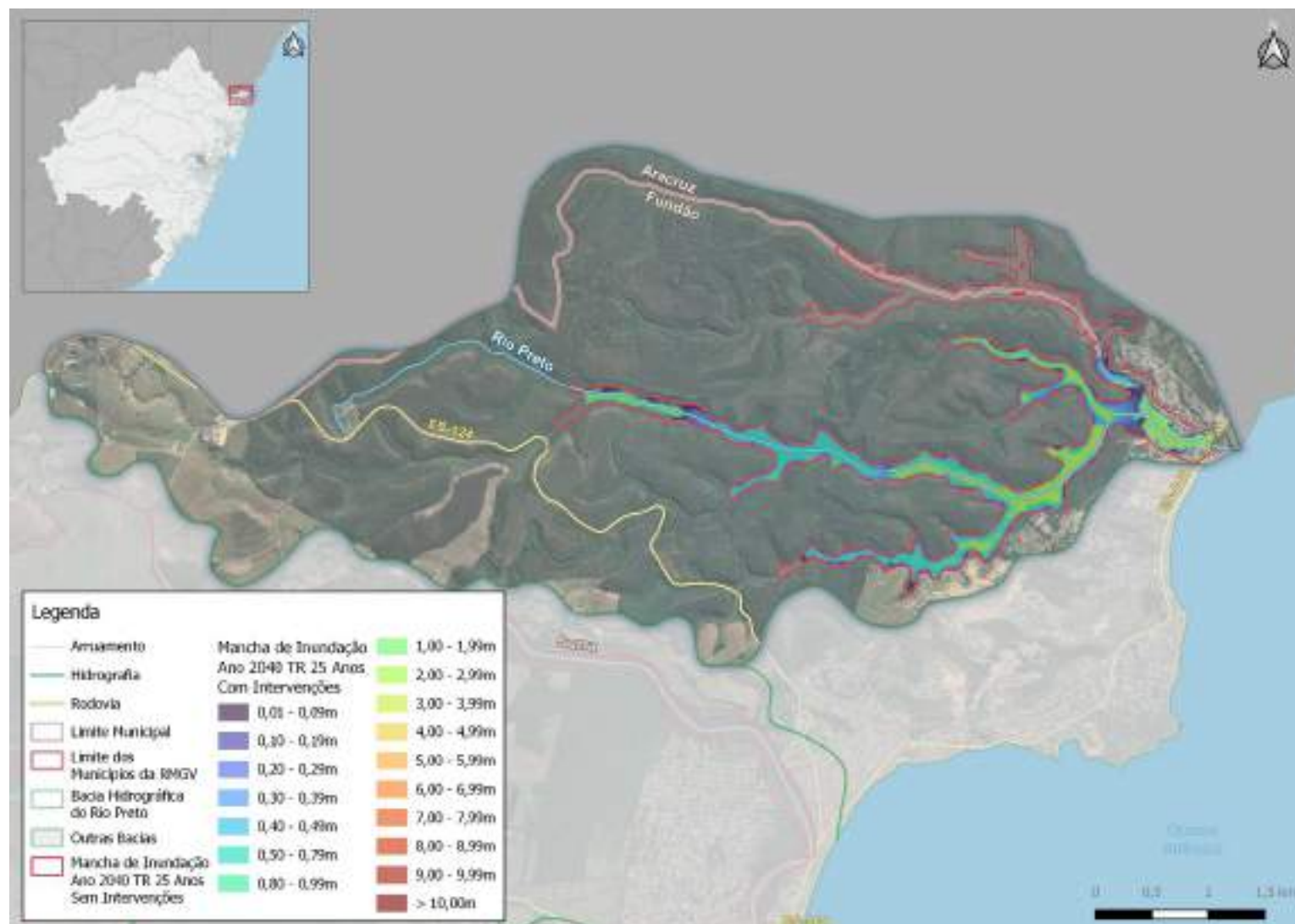


Figura 18 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções na bacia hidrográfica do Rio Preto – ALTERNATIVA 01

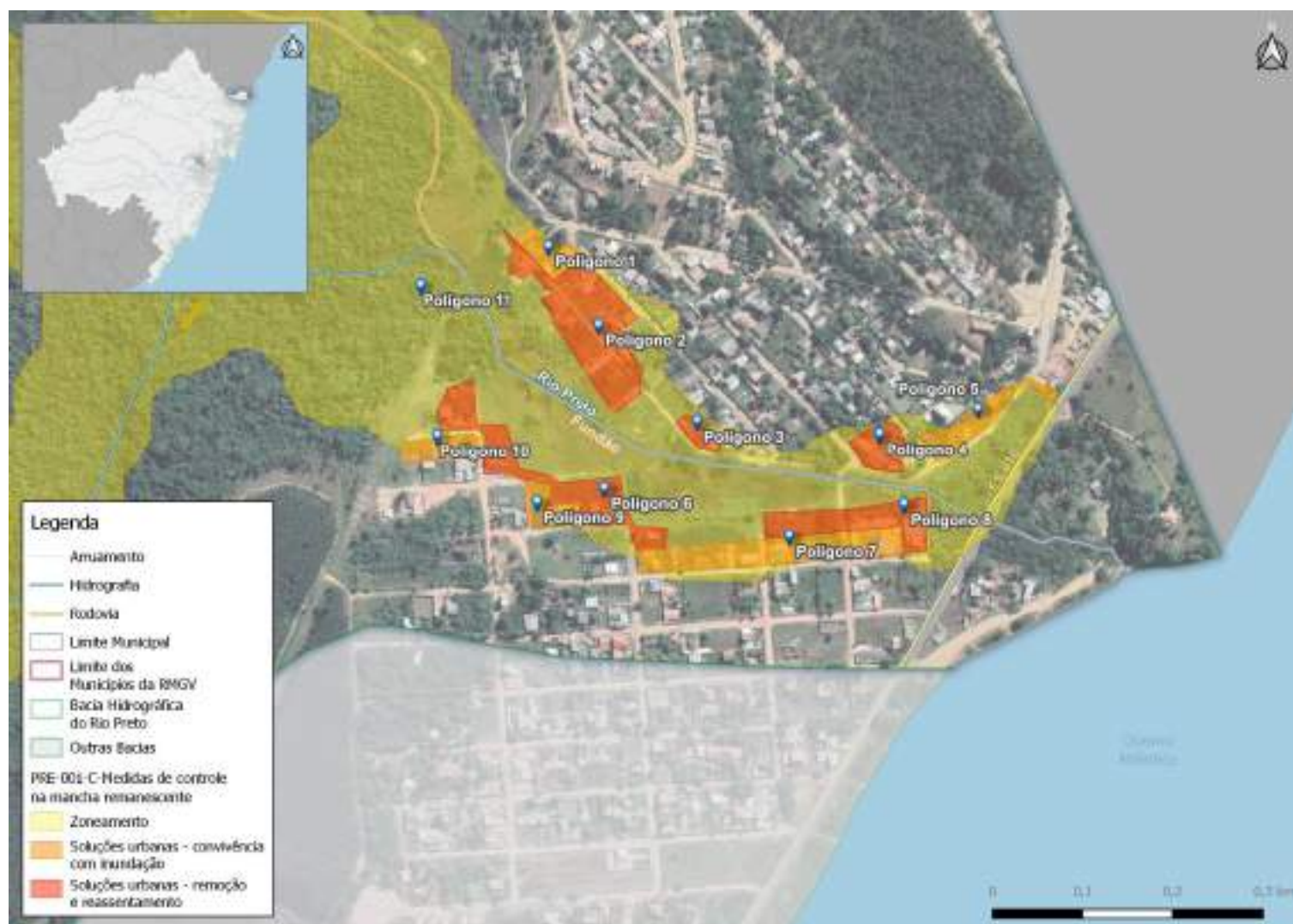


Figura 19 – Detalhe da intervenção PRE-001-C.



Figura 20 – Detalhe da intervenção PRE-001-C – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.

Alternativa 02

- Intervenção PRE-002-A – Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Consideradas as características fisiográficas e urbanas apresentadas anteriormente, as mudanças que se operam em relação a Alternativa 2 referem-se à ampliação dos efeitos da mancha de inundação.

As alturas das lâminas d'água que superam o limite de 1m serão ampliadas, assim como os impactos das inundações, exigindo, portanto, um número maior de remoções. Nesse caso recomenda-se que a realocação da população removida ocorra nos arredores dessa região para garantir a preservação de laços sociais e vínculos a equipamentos públicos existentes. No entanto, face a precariedade flagrante nas áreas onde seja possível a convivência com as inundações, é necessário um esforço para a reurbanização, que contemple obras de infraestruturas e adequações das edificações existentes que permanecerão nas áreas inundáveis.

Reitera-se, como para a Alternativa 1, que a escala metropolitana e as avaliações feitas por imagens aéreas, exigem levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reserva dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

Importante destacar que para viabilizar o convívio da população local, esta precisa se sentir pertencente e corresponsável pelo território. Como proposta metodológica de comunicação e mobilização social, que será detalhada no Produto 08, deve se estabelecer como premissas o conhecimento do capital social, o reconhecimento do cotidiano local (como forma de entender a dinâmica das redes primárias e secundárias do tecido social), a mobilização e a capacitação da população diretamente beneficiada, investindo no processo participativo, buscando garantir a gestão compartilhada com vistas à sustentabilidade das intervenções.

O reassentamento involuntário deve ser evitado sempre que possível, ou então minimizado, explorando-se todas as alternativas viáveis na concepção do projeto; Quando não for possível evitar o reassentamento involuntário, as atividades de reassentamento deverão ser concebidas e executadas como programas de desenvolvimento sustentável e serão detalhadas no Produto 08. Importante frisar que por orientação do Banco a área anfitriã, ou seja, onde as famílias serão reassentadas, já deverão ter a titularidade do proponente. Pessoas deslocadas e ou relocadas deverão ser consultadas extensivamente e deverão ter oportunidades para participar do planejamento e implementação de programas de reassentamento. O reassentamento involuntário deverá mitigar os impactos negativos às famílias por meio de garantia de moradia através de alternativas de reassentamentos cabíveis a

cada caso. A compensação a que terá direito a família afetada deverá ser prévia.

A Tabela 10 especifica as medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico).

Tabela 10 – Resumo das proposições da intervenção PRE-002-A

Resumo das proposições	
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 1B Remoção e Reassentamento (30 domicílios) + Parque Alagável (6,1 hectares)• Polígono 2 - 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (6,0 hectares)• Polígono 3 - 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,1 hectares)• Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas• Polígono 5 – 2E Zoneamento	

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 21 a seguir, a localização das intervenções na bacia hidrográfica do rio Preto. Por fim, a Figura 22 detalha a intervenção PRE-001-C, destacando as medidas de controle na mancha remanescente.

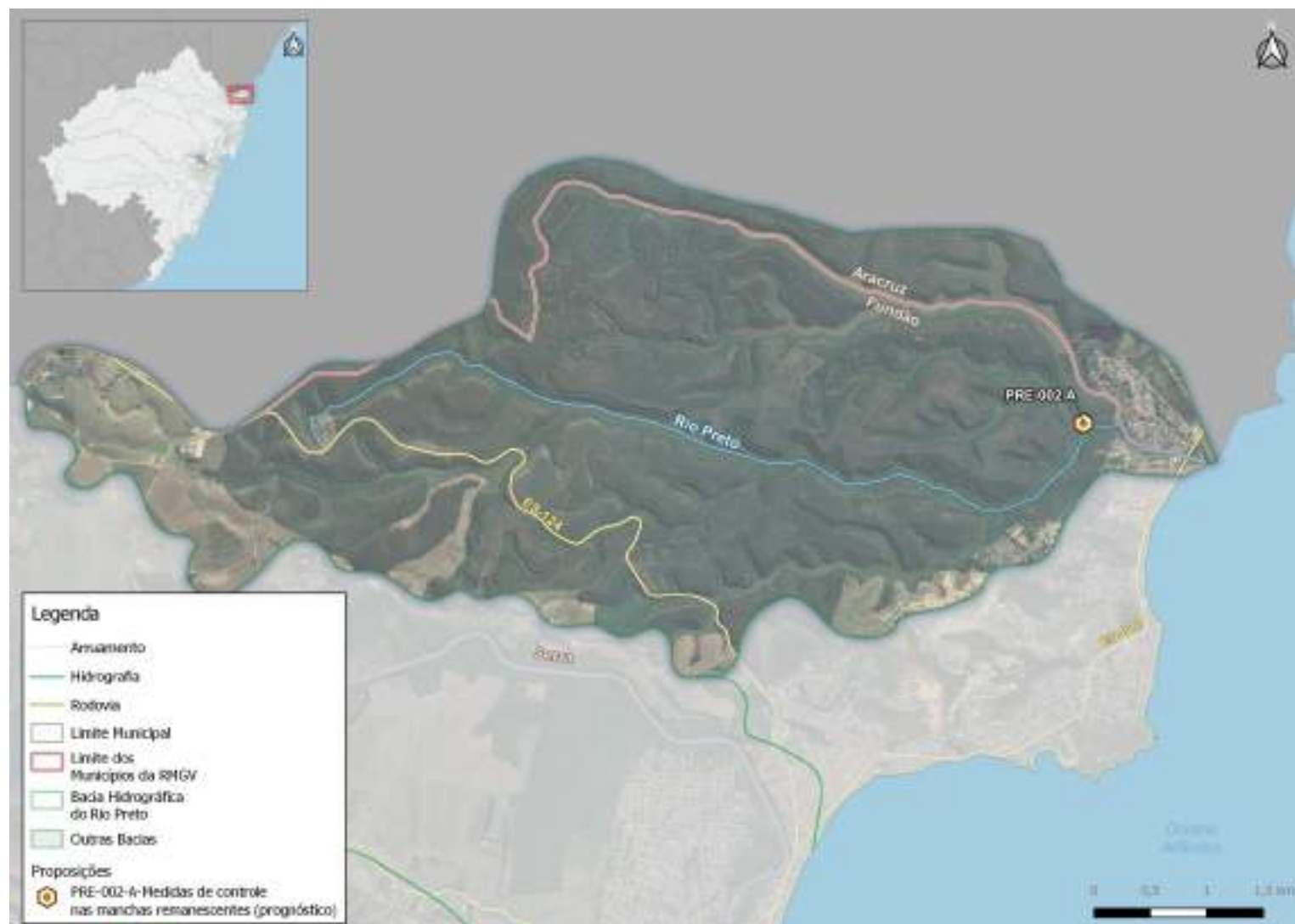


Figura 21 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Rio Preto – ALTERNATIVA 02.

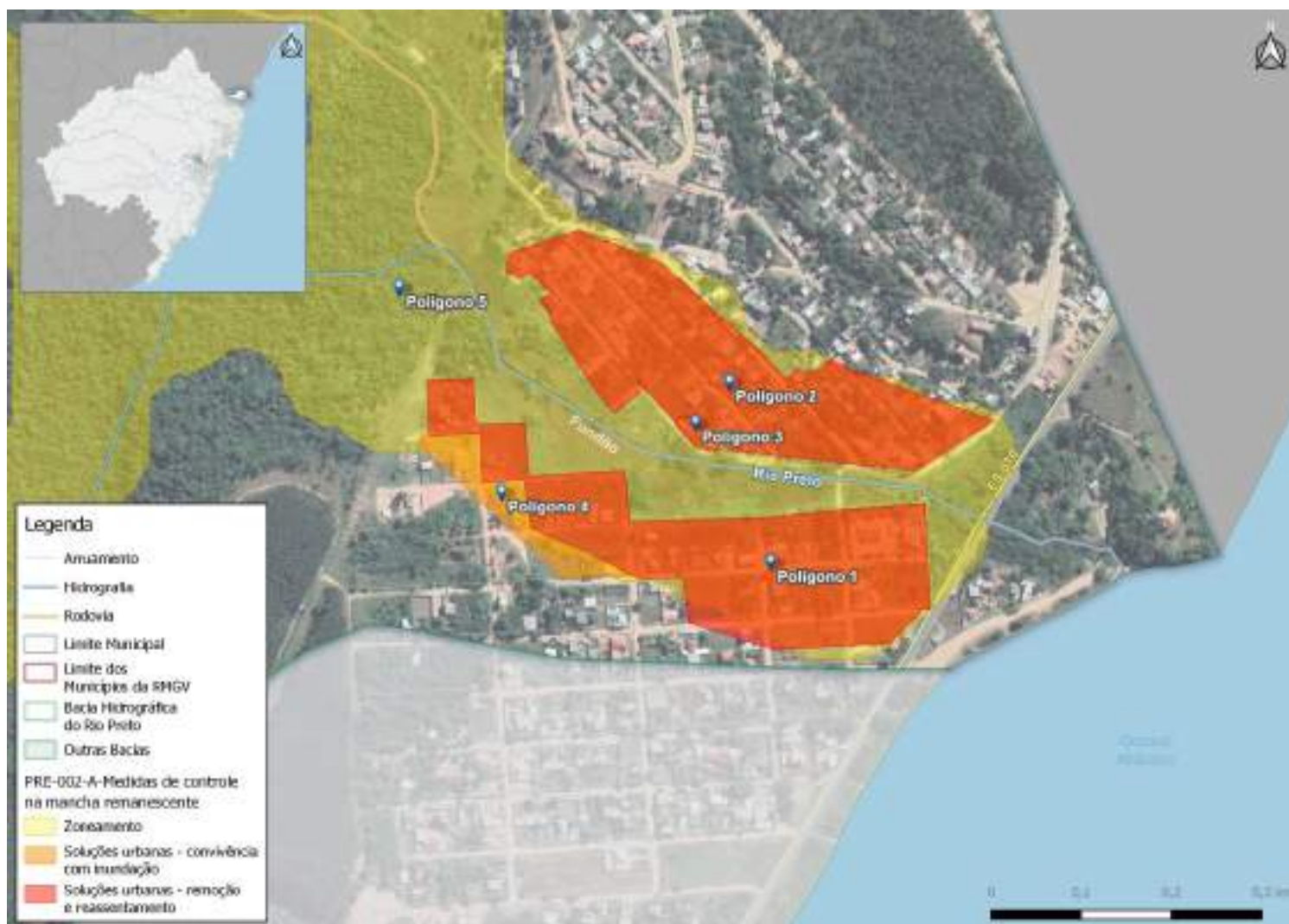


Figura 22 – Detalhe da intervenção PRE-002-A.

Bacia Hidrográfica dos Reis Magos

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros Beira Rio, Cocal, Sílvia Ceschini, Santa Marta, Orly Ramos, Santo Antônio, Centro, Oseias e Agrim Correia, todos do município de Fundão, além de áreas rurais pertencentes à Bacia Hidrográfica dos Reis Magos, seriam impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessas áreas. Além dessas populações, o impacto dos eventos críticos atingiria parte das rodovias ES-261, BR-101 e da Estrada de Ferro Vitória a Minas, nos trechos próximos ao Rio Fundão e à área urbana do município.

As Figura 23 e Figura 24, a seguir, apresentam a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica dos Reis Magos.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 3 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

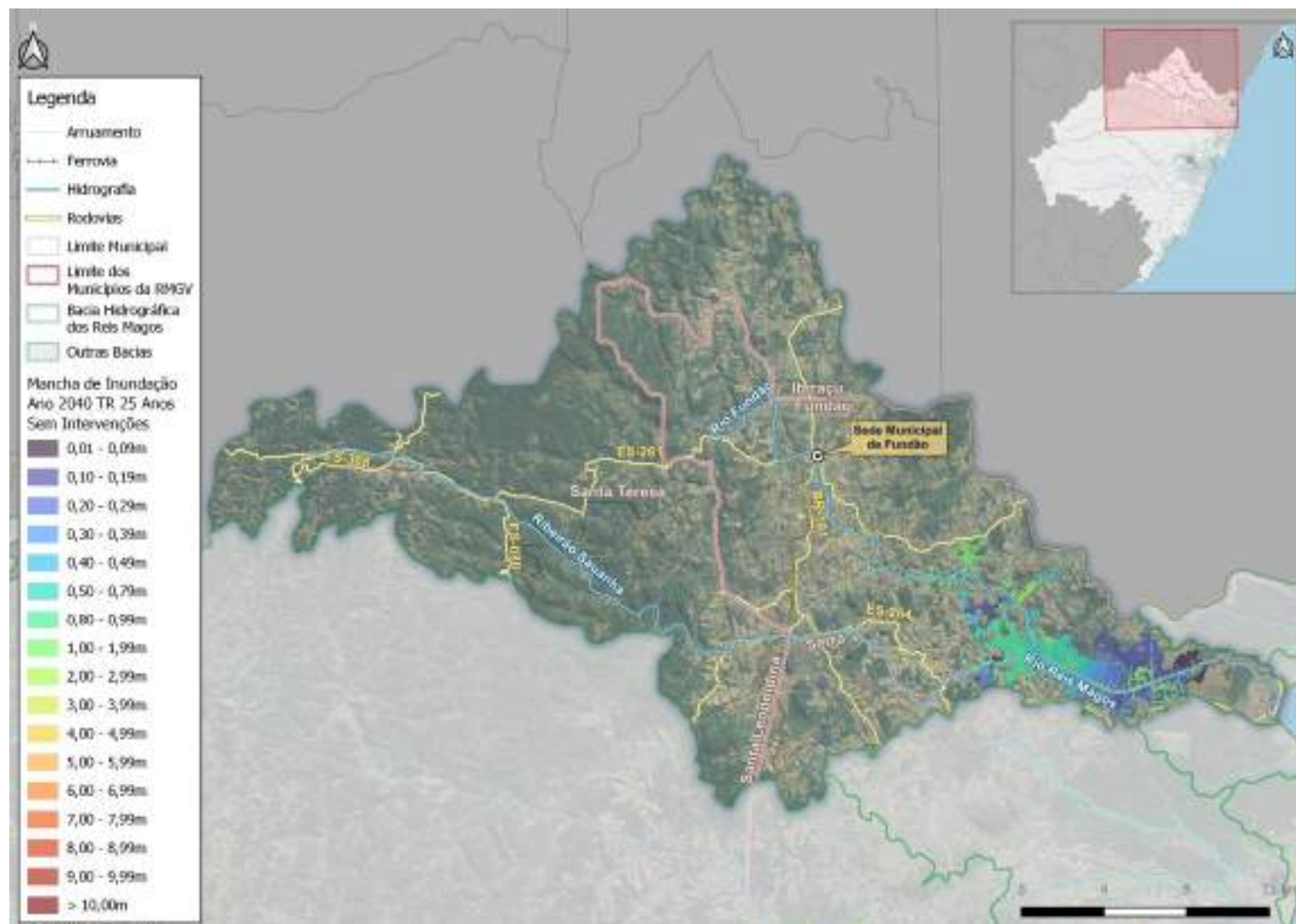


Figura 23 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Reis Magos.

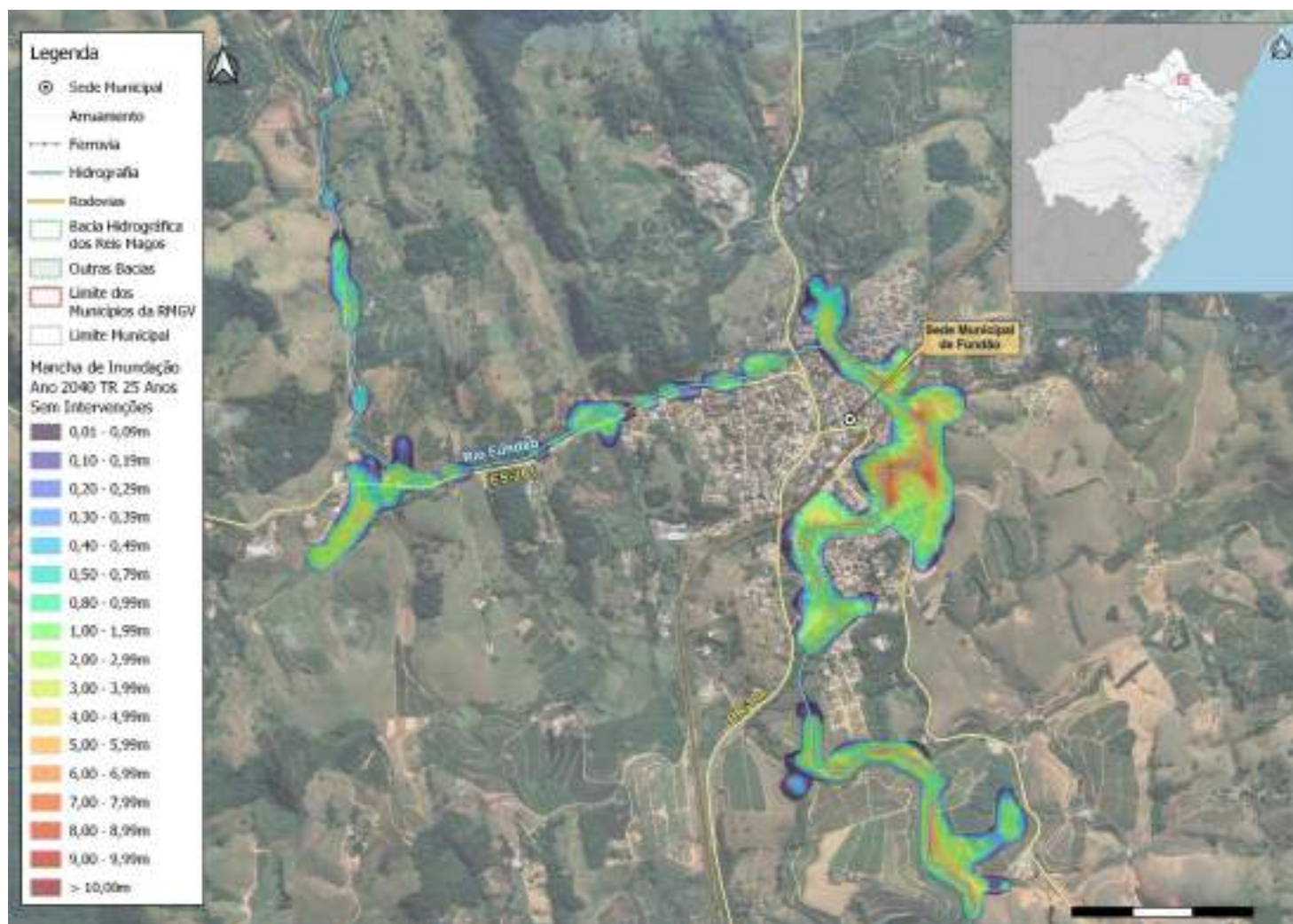


Figura 24 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a região da sede do Município de Fundão.

3.1.2 Rio Reis Magos

A Tabela 11 a seguir apresenta o resumo da alternativa considerada para o rio Reis Magos.

Tabela 11 – Alternativas Rio Reis Magos

Alternativas	Código	Proposições
1	REI-001-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir é descrita a única alternativa considerada para o rio Reis Magos com a respectiva intervenção.

Alternativa 01

- REI-001-A - Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

As manchas remanescentes elaboradas pelas modelagens hidrológicas mostram a mancha de inundação na parte urbana do distrito de Nova Almeida na área litorânea do município de Fundão, acontecendo ao longo das áreas de proteção permanente (APP) e em manguezais, no entanto, trazendo impactos nas áreas urbanizadas ao longo do rio em três trechos.

Ao longo do rio Fundão que vai formar no rio Reis Magos uma extensa área inundável que se transformará em um Parque Alagável antecede possíveis complicações urbanas no distrito de Nova Almeida. Contudo, a APP existente tem função ambiental específica de proteção dos recursos hídricos e da paisagem, da biodiversidade e do fluxo gênico de fauna e flora e promovem a estabilidade geológica e proteção do solo. Essa vegetação forma um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sujeito ao regime das marés, com funções de reprodução de espécies e de proteção das costas e orlas marinhas. Portanto, a proteção e a manutenção dessas áreas são de grande importância para esse PDAU.

Ao aproximar-se de sua foz as margens foram ocupadas pela urbanização ao longo da Av. Beira Rio, por residências de bom e médio padrão, particularmente na margem direita. Ainda pela margem direita do rio a ocupação avança sobre a APP ocupando área onde deveria ser feita a recuperação vegetal e a preservação. Na margem esquerda do rio ao longo da rua Distrito Federal em quase toda extensão do curso da água na parte urbanizada a ocupação chega até a margem, não restando vegetação de proteção ou área de manejo para controle das inundações. Para essa margem é recomendado que sejam adotadas medidas de adaptação para convivência com eventuais inundações, tanto no que se refere às infraestruturas urbanas, quanto às edificações. Nas visitas in loco se observou que algumas moradias já adaptaram a realidade local ocupando o segundo andar das moradias. Ainda que não estejam demarcadas pelas manchas de inundação das modelagens, podem estar sujeitas a

impactos decorrentes de eventos climáticos extremos.

As manchas de inundação atingem em torno de 90 cm de altura inviabilizando o tráfego em dois trechos de uma via local prejudicando a mobilidade. A transposição do rio Reis Magos é feita por uma única ponte na foz do rio.

A mancha de inundação se sobrepõe a área verde que é APP ao longo do trecho final do Rio Reis Magos. Há alternância de mata densa e ocupação urbana nas duas margens. Trata-se de bioma de extrema importância pelo serviço ambiental de proteção das áreas de terra firme contra tempestades e ações erosivas das marés e retenção de poluentes. A riqueza biológica desses ecossistemas costeiros faz com que essas áreas sejam grandes "berçários" naturais. A análise de imagens de satélite mostra que o avanço da urbanização em Nova Almeida foi significativo, portanto, será proposta a consolidação da área verde que se dará através da fiscalização da APP e por meio da possibilidade de criação de um Parque Linear Recreativo.

As soluções tanto da margem direita, quanto da margem esquerda do rio Reis Magos que mostram o impacto da mancha urbana e o convívio com as inundações são adaptações ao longo do rio e o desenvolvimento de sistemas que consigam conviver com as variações das inundações.

As áreas urbanas afetadas podem ser adaptadas, portanto, não há necessidade deste tipo de intervenção. Nas áreas de assentamentos precários recomenda-se a inserção em programas de reurbanização de favelas, para garantir a manutenção das populações existentes sem a ampliação da ocupação das áreas do mangue e a implantação de infraestrutura de saneamento para garantir qualidade das águas, potencializando programas de educação ambiental já existentes.

O trabalho de comunicação e mobilização social, que será detalhado no Produto 08, buscará a articulação entre os diversos planos que compõem o PDAU. Ressalta-se que a abordagem integrada busca propiciar oportunidades de articulação interinstitucional (vários atores sociais/ partes interessadas mapeados), buscando agregar as intervenções do Programa para que o mesmo seja, na sua totalidade, apreendido, e apropriado por todos os atores envolvidos no processo.

A Tabela 12 a seguir especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 12 – Resumo das proposições da intervenção REI-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – Situação Tipo 2A Soluções Distribuídas (0,6 hectare) e Soluções Adaptativas (2,5 hectares) • Polígono 2 – Situação Tipo 2A Soluções Distribuídas (0,2 hectare) e Soluções Adaptativas (0,8 hectare) • Polígono 3 – Situação Tipo 2A Soluções Distribuídas (0,5 hectare) e Soluções Adaptativas (2,1 hectares) • Polígono 4 – 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 25 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 do rio Reis Magos. Por fim, as Figura 26 e Figura 27 detalham a intervenção PER-002-A, destacando as áreas de requalificação.

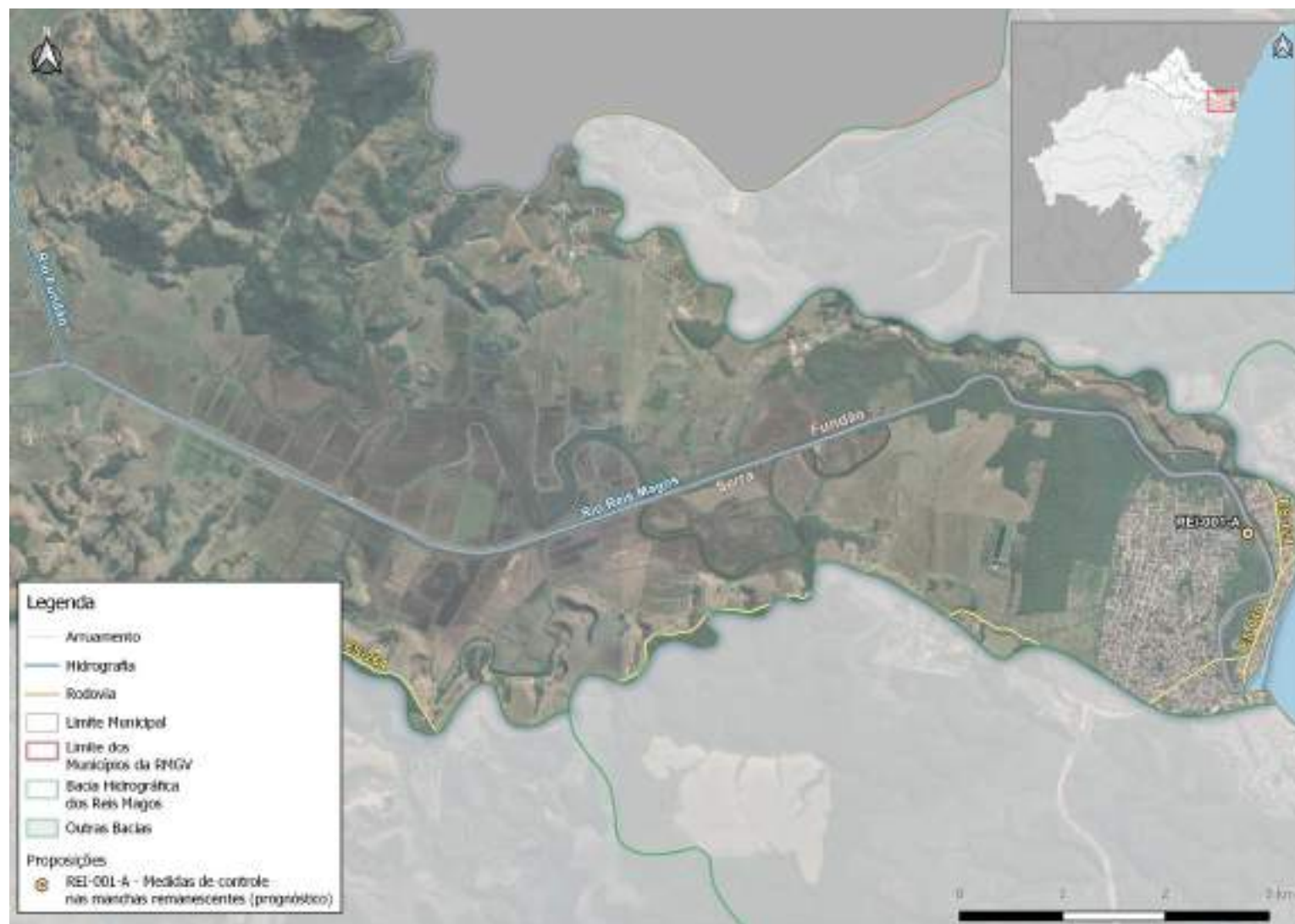


Figura 25 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Reis Magos – ALTERNATIVA 01.

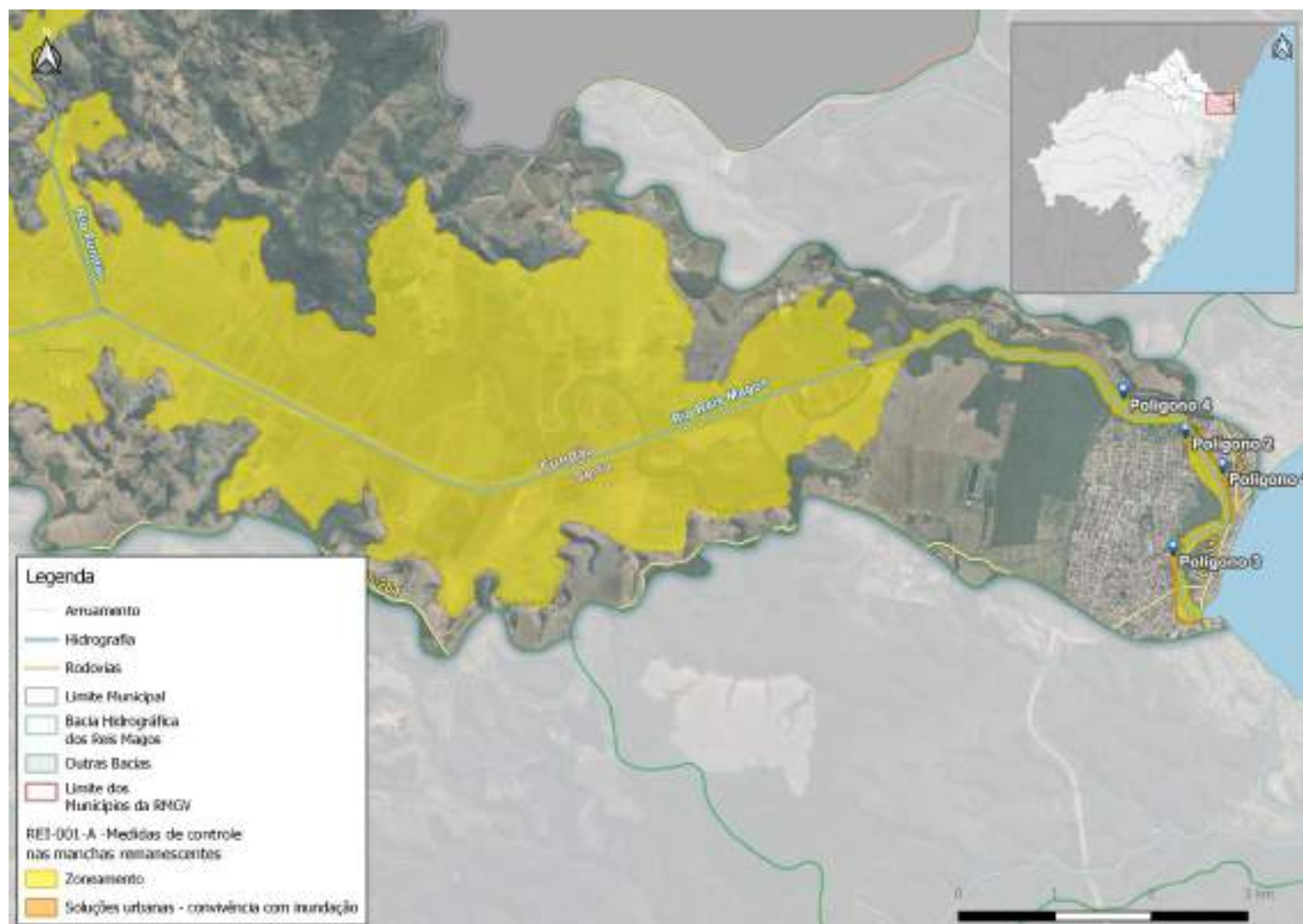


Figura 26 – Detalhe da intervenção REI-001-A.



Figura 27 – Detalhe da intervenção REI-001-A (Ampliação).

3.1.3 Rio Sauanha (Timbuí)

A Tabela 13 a seguir apresenta o resumo da alternativa considerada para o rio Reis Magos.

Tabela 13 – Alternativas Rio Sauanha (Timbuí)

Alternativas	Código	Proposições
1	SAU-001-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir é descrita a única alternativa considerada para o rio Sauanha com a respectiva intervenção.

Alternativa 1

- SAU-001-A - Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico).

A bacia hidrográfica do rio Sauanha (Timbuí), que ocorre na parte rural do município de Fundão, mostra uma modelagem hidrológica onde deverão ocorrer as maiores profundidades de inundação em áreas não urbanizadas, sendo boa parte nos trechos das rodovias BR 101 (Mario Covas) e da rodovia ES-264 próximo ao distrito de Timbuí.

No encontro das duas rodovias no Bairro de Santiago da Serra onde provavelmente a mobilidade deverá ser prejudicada. As edificações atingidas pelas manchas de inundação no bairro citado deverão ser atendidas por soluções adaptativas se apresentarem condições para isso, além de outras medidas não estruturais. Ao longo do seu percurso em direção ao litoral o rio Sauanha percorre uma topografia acidentada ocupada por área rural com plantação de café entre outras culturas. As margens do rio mantem pequena vegetação de proteção que deve ser preservada.

As áreas de inundação prevista nas manchas detectadas pelas simulações são em áreas de topografias acidentadas na zona rural situação principalmente ao longo da rodovia ES-264. As APPs ao longo do rio Sauanha devem ser preservadas e recuperadas como forma de manutenção da qualidade hídrica.

Há previsão de implementação de medidas adaptativas para infraestruturas (especialmente rodoviárias ES- 264 e BR 101) e para as edificações no Bairro de Santiago da Serra ao longo da Rodovia Mario Covas.

As áreas afetadas nas ocupações ao longo da Rodovia Mario Covas podem ser adaptadas, portanto, não há necessidade deste tipo de intervenção. Nas áreas de assentamentos precários recomenda-se a inserção em programas de reurbanização de favelas, para garantir a manutenção das populações existentes sem a ampliação da ocupação das áreas do mangue e a implantação de infraestrutura de saneamento para garantir qualidade das águas. Nas franjas próximas a BR 101 a lâmina d'água chega a atingir 1,99 m de altura sendo recomendado a remoção das edificações de

acordo com a N5 Salvaguarda do Banco Mundial.

Entende-se que a criação de um cenário de corresponsabilidade entre os gestores do programa e a comunidade – sejam estes considerados individualmente ou organizados em grupos ou associações - fortifica a concepção de que a melhor perspectiva é aquela construída a partir de um ambiente de legitimidade, surgido do respeito mútuo, da transparência da informação e do reconhecimento do valor sociocultural de determinada população. A proposta de trabalho social investe na metodologia de gestão compartilhada como sendo o elemento que pode viabilizar a apropriação e o desenvolvimento do vínculo de corresponsabilidade. Trabalhar a necessidade da remoção e reassentamento onde as pessoas se sintam responsáveis pela solução é uma necessidade e será detalhada no Produto 08.

A Tabela 14 a seguir específica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 14 – Resumo das proposições da intervenção SAU-001-A

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – Situação Tipo 2B Soluções Distribuídas (0,1 hectare) e Soluções Adaptativas (0,5 hectare)
•	Polígono 2 – Situação Tipo 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (0,7 hectare)
•	Polígono 3 – Situação Tipo 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (0,6 hectare)
•	Polígono 4 – 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 28 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 do rio Sauanha. Por fim, as Figura 29 e Figura 30 detalha a intervenção SAU-001-A, destacando as áreas de requalificação.

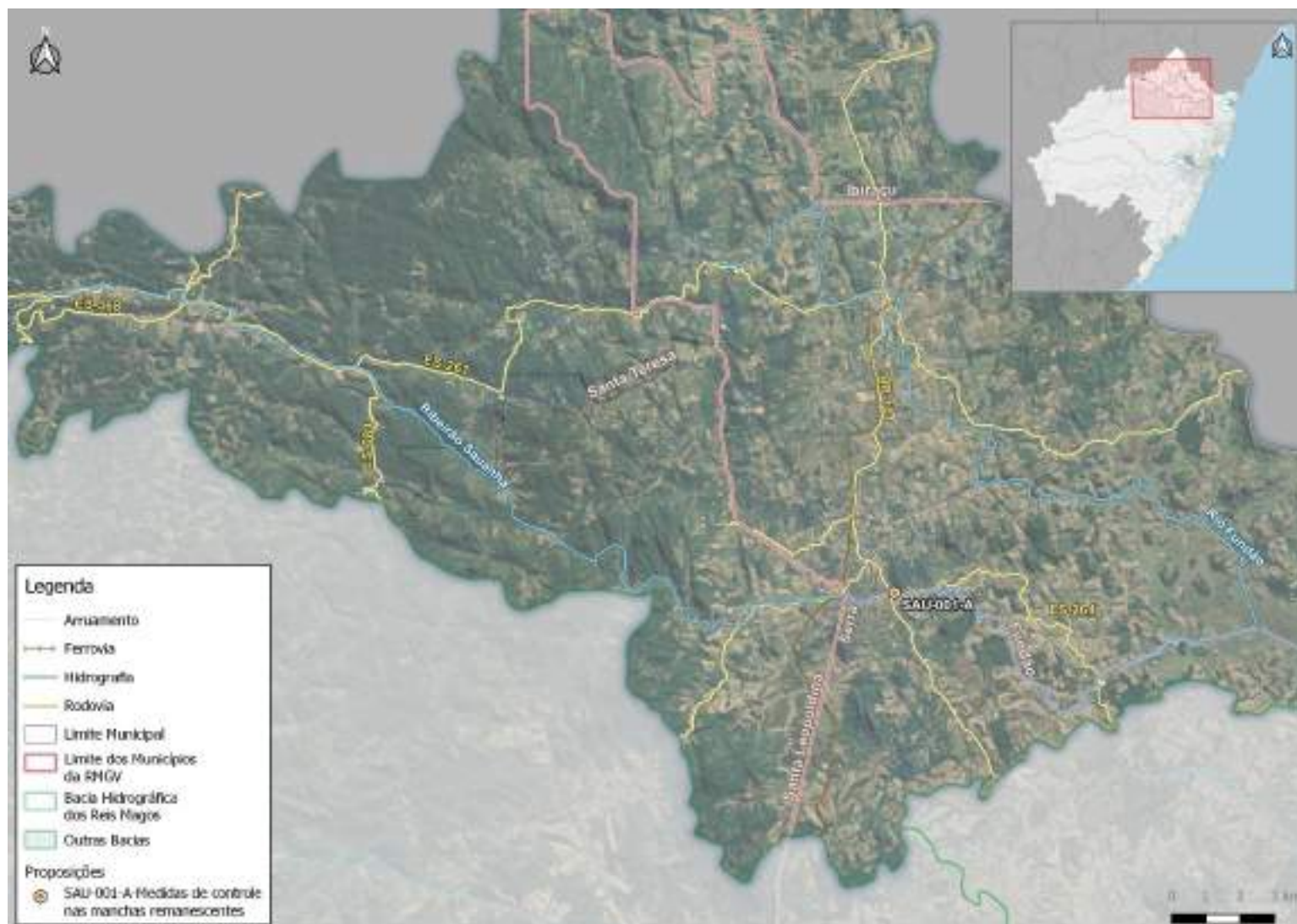


Figura 28 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Ribeirão Sauanha – ALTERNATIVA 01.

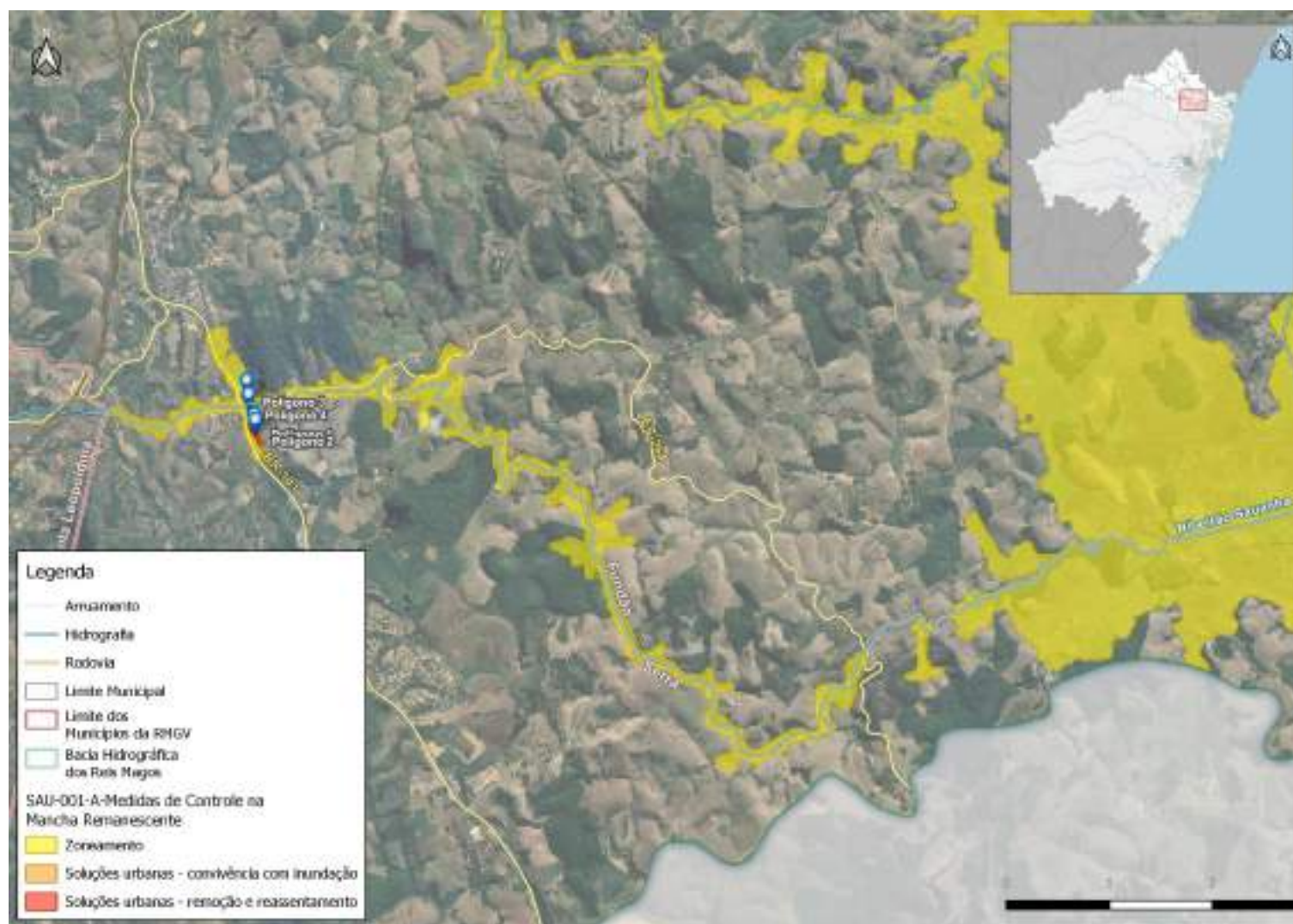


Figura 29 – Detalhe da intervenção SAU-001-A.

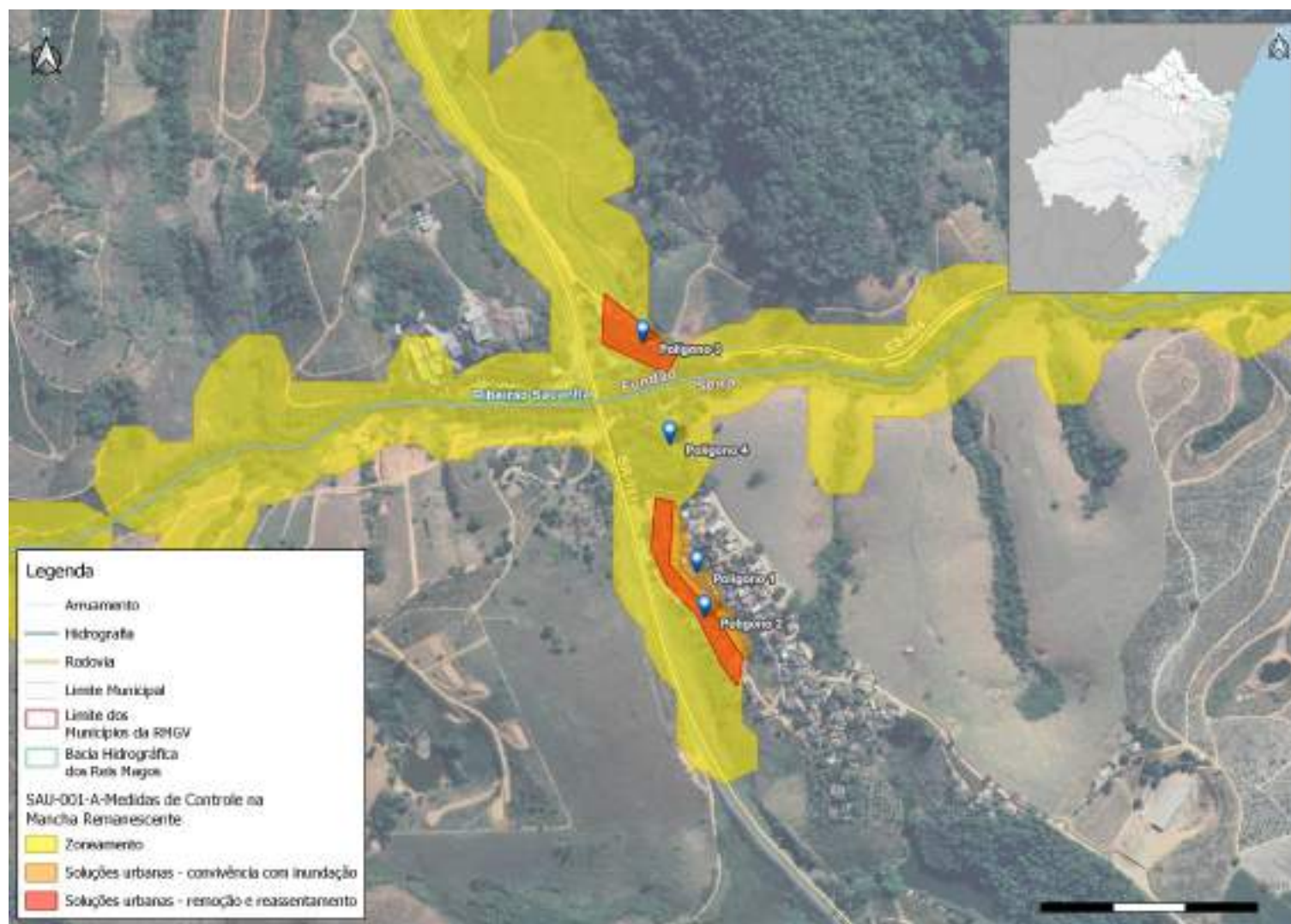


Figura 30 – Detalhe da intervenção SAU-001-A – (Ampliação).



Figura 31 – Detalhe da intervenção SAU-001-A (Ampliação) – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção

3.1.4 Rio Fundão

A Tabela 15 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio Fundão.

Tabela 15 – Alternativas Rio Fundão

Alternativas	Código	Proposições
1	FUN-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento em linha a montante da sede do município.
	FUN-001-B	Regularização da calha na área urbana da sede do município
	FUN-001-C	Medidas de controle nas manchas remanescentes
2	FUN-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento em linha a montante da sede do município.
	FUN-002-B	Regularização da calha na área urbana da sede do município
	FUN-002-C	Implantação de reservatório de amortecimento no afluente
	FUN-002-D	Medidas de controle nas manchas remanescentes
3	FUN-003-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico).

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Fundão com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- FUN-001-A - Implantação de reservatório de amortecimento a montante da sede do município

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheias nas áreas urbanas do município de Fundão. A implantação da estrutura foi prevista à montante da mancha urbana do município, alinhado ao caminhamento do corpo hídrico, nas imediações das coordenadas 351053,00 m E; 7795362,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000). As coordenadas informadas situam-se à montante do bairro Beira Rio, ao largo da Estrada de Duas Bocas, a qual margeia o Rio Fundão. Desse modo, evita-se o impacto na rodovia ES-261.

Salienta-se que a proposta considera um único reservatório a montante do município. Entretanto, não se exclui a possibilidade alternativa de execução de múltiplos reservatórios com menor volume, os quais poderiam ser usados, inclusive, para

abastecimento público, beneficiando a população local e pequenos produtores.⁸

Características estimadas para o reservatório de amortecimento:

- Largura: 80,0 m;
- Cota: 45 m;
- Diâmetro do Túnel de Descarga: 0,80 m;
- Cota de Fundo do Túnel de Descarga: 34,60 m;
- Volume Reservatório: 2.518.764,80 m³

- FUN-001-B – Regularização da calha na área urbana da sede do município

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do rio na região da área urbana do Município de Fundão, de modo a evitar a inundação das áreas adjacentes, as quais incluem trechos das rodovias ES-261 e BR-101, da Estrada de Ferro Vitória a Minas e áreas de povoamento.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização da calha do rio no trecho urbano, em uma extensão aproximada de 2.300 m. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta no trecho diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning⁹ associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria de 0,05 para 0,035, de acordo com a classificação de CHOW (1959).

A intervenção proposta está indicada na Figura 32 e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de limpeza: 351910,00 m E / 7795181,00 m S;

Término do trecho de limpeza: 353215,00 m E / 7794845,00 S.

- FUN-001-C - Medidas de controle nas manchas remanescentes

Pelas imagens da mancha remanescente elaborada a partir da modelagem hidrológica, a mancha de inundação acontecerá em áreas urbanizadas na sede do

⁸ A possibilidade de execução de múltiplos reservatórios partiu das discussões semanais, nas reuniões com o Grupo de Sustentação.

⁹ Coeficiente de Manning - coeficiente de rugosidade do escoamento.

município em 2 áreas mais centrais, sendo uma na margem direita e outra na margem esquerda do rio Fundão.

Apesar das manchas de inundação também atingirem áreas de APP existentes entre o traçado sinuoso do rio e a ocupação urbana na margem esquerda, a margem direita não apresenta ocupação consolidada porque o rio faz uma barreira contra a expansão territorial da ocupação. Outra barreira característica existente é a ferrovia que cruza esse território.

São duas as áreas de convívio com as inundações dessa parte central do município: a área de requalificação mais ao norte próximo à Rua Manoel Ferreira Neto situada a margem esquerda do rio ao lado oeste da ferrovia, possui ocupação consolidada. A outra mais ao sul está situada à margem direita junto a Rua Candido Vieira. As edificações nas proximidades da Rua Manoel Ferreira Neto apresentam situação de risco por conta de sua localização.

As soluções adaptativas para essas áreas de requalificação urbana necessitam de medidas não estruturais como jardins de chuva e aumento de taxas de permeabilidade do solo, além de indicação em Plano Diretor de áreas sujeitas a inundação. A adoção de medidas compensatórias (retenção pluvial, etc.) nas áreas adjacentes as zonas de inundação também são necessárias, além de soluções aos impactos de mobilidade urbana que porventura ocorram nas regiões afetadas.

O controle e conservação das APPs e Áreas úmidas (várzeas, mangues, pântanos) com vistas à manutenção dos serviços ambientais para o controle das inundações promovidos para essas áreas é de suma importância para a manutenção dos recursos hídricos da região.

A proposta de criação de um parque alagável na área da mancha de inundação já está sendo contemplada pela Prefeitura local e é vista como uma solução muito interessante pelo PDAU. A área abrange a base descampada de um morro e uma área de vegetação abundante e está nas proximidades da área urbana, podendo ser revertida para um Parque Urbano de Lazer e Recreação

A quarta área de requalificação encontra mais a oeste do município em zona urbana não consolidada ao longo da rodovia José Espindola Agostini onde as manchas são pontuais e as soluções adaptativas também devem ser adotadas.

A mancha de inundação que se sobrepõe a uma área verde na margem esquerda na parte urbana do município de Fundão trata-se de bioma de extrema importância para o serviço ambiental de proteção da qualidade das águas e da fauna local principalmente na função de reter poluentes. A riqueza biológica desses pequenos ecossistemas faz com que essas áreas devam ser ampliadas para formarem "berçários" naturais. A análise de imagens de satélite mostra que o avanço da urbanização dessas áreas verdes foi significativo e, portanto, a manutenção e conservação da área verde se dará através da fiscalização.

Tanto a margem esquerda quanto a margem direita sofrem impacto da mancha remanescente. São áreas consideráveis que já sofre esses impactos e convive com as inundações. Portanto, cabe o desenvolvimento de soluções adaptativas para a urbanização e as edificações nesta área.

As áreas urbanas afetadas podem ser adaptadas, portanto, não há necessidade deste tipo de intervenção. Recomenda-se a inserção em programas de reurbanização de favelas, para garantir a manutenção das populações existentes sem a ampliação da ocupação das áreas do mangue e a implantação de infraestrutura de saneamento para garantir qualidade das águas.

Recomenda-se a implantação do Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social. Também se propõe o fomento à participação comunitária através do desenvolvimento de cursos, reuniões, palestras, assembleias, campanhas educativas, e seminários temáticos que estimulem e sensibilizem as lideranças comunitárias e a população beneficiária em geral, para participar do planejamento e implementação do empreendimento visando à sua sustentabilidade e a formação e desenvolvimento de grupos que reflitam e discutam as questões socioambientais locais. E por fim, esse programa, que será detalhado no Produto 08, propõe o fortalecimento e/ou articulação de fóruns e colegiados, municipais e/ou regionais, que atuam na área socioambiental, justificando a proposta de um trabalho sistemático e contínuo de educação sanitária e ambiental.

A Tabela 16 a seguir especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 16 – Resumo das proposições da intervenção FUN-001-C

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – 2A Soluções Adaptativas (3,0 hectares)
•	Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (2,0 hectares)
•	Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (0,9 hectare)
•	Polígono 4 – 2A Soluções Adaptativas (1,7 hectare)
•	Polígono 5 – 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 32 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 do rio Fundão. A Figura 34, por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem intervenções. Por fim, a Figura 37 detalha a intervenção FUN-001-C, destacando as medidas de controle na mancha remanescente.



Figura 32 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 01

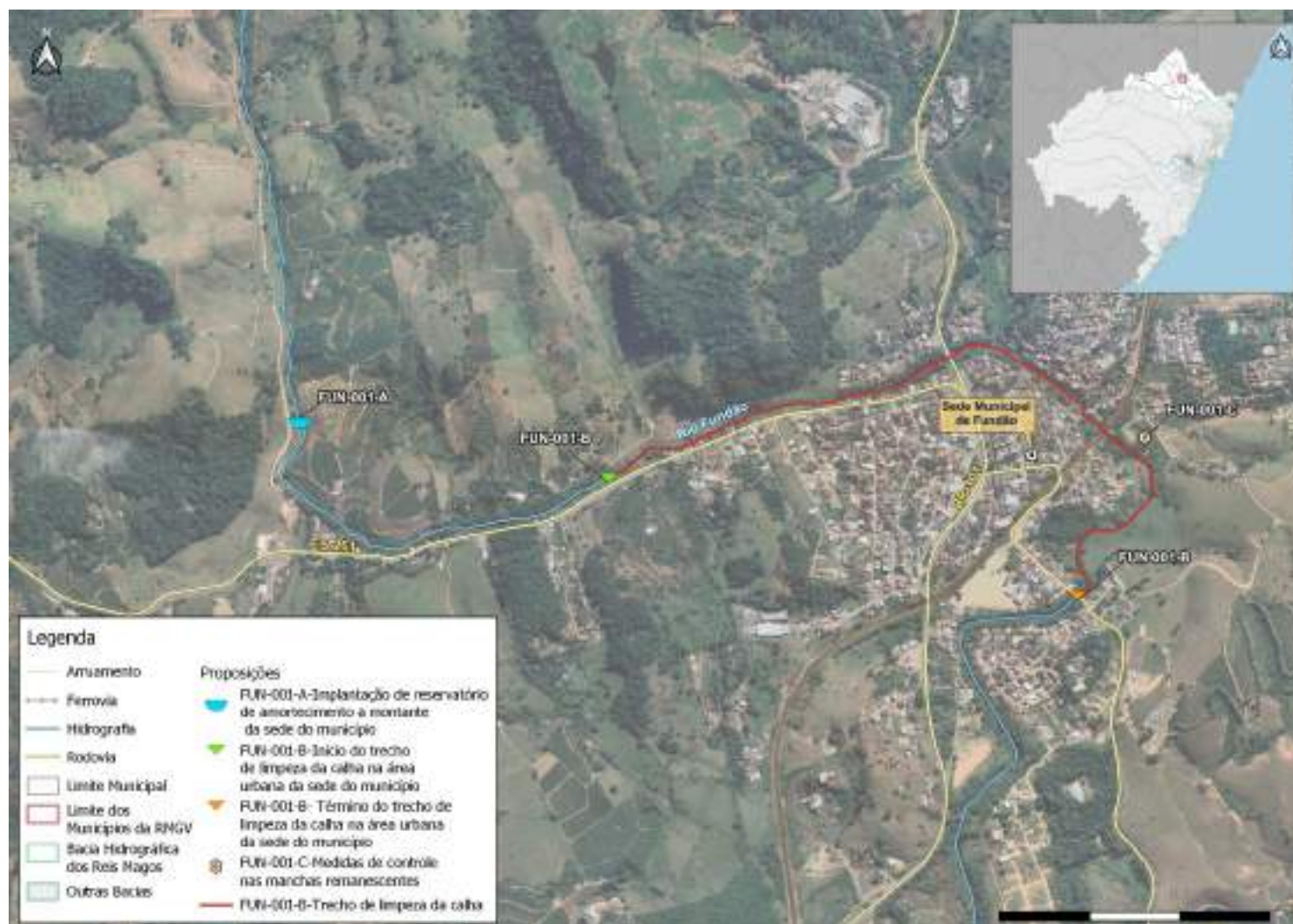


Figura 33 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 01 (Ampliação).



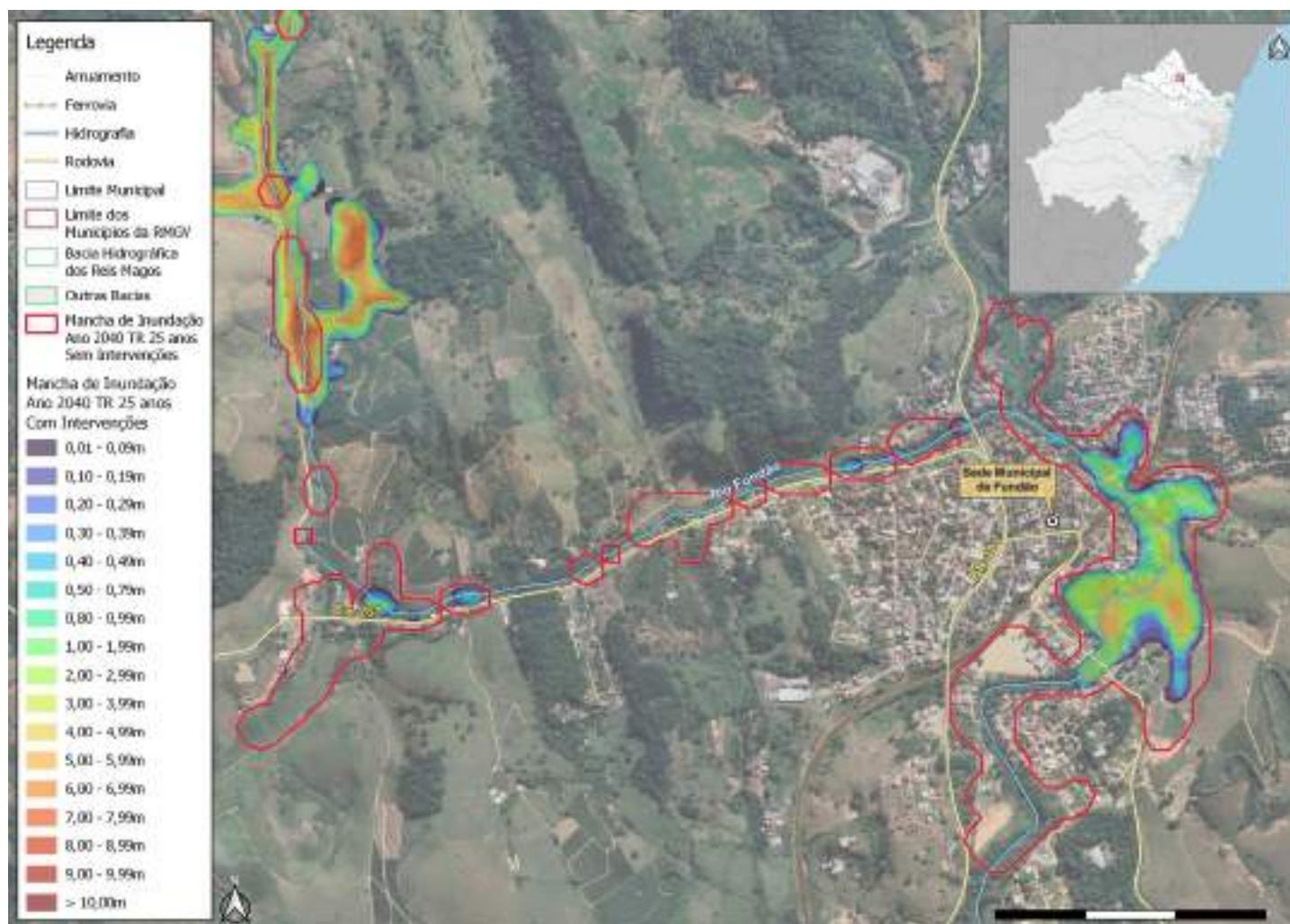


Figura 35 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 01 (Ampliação).

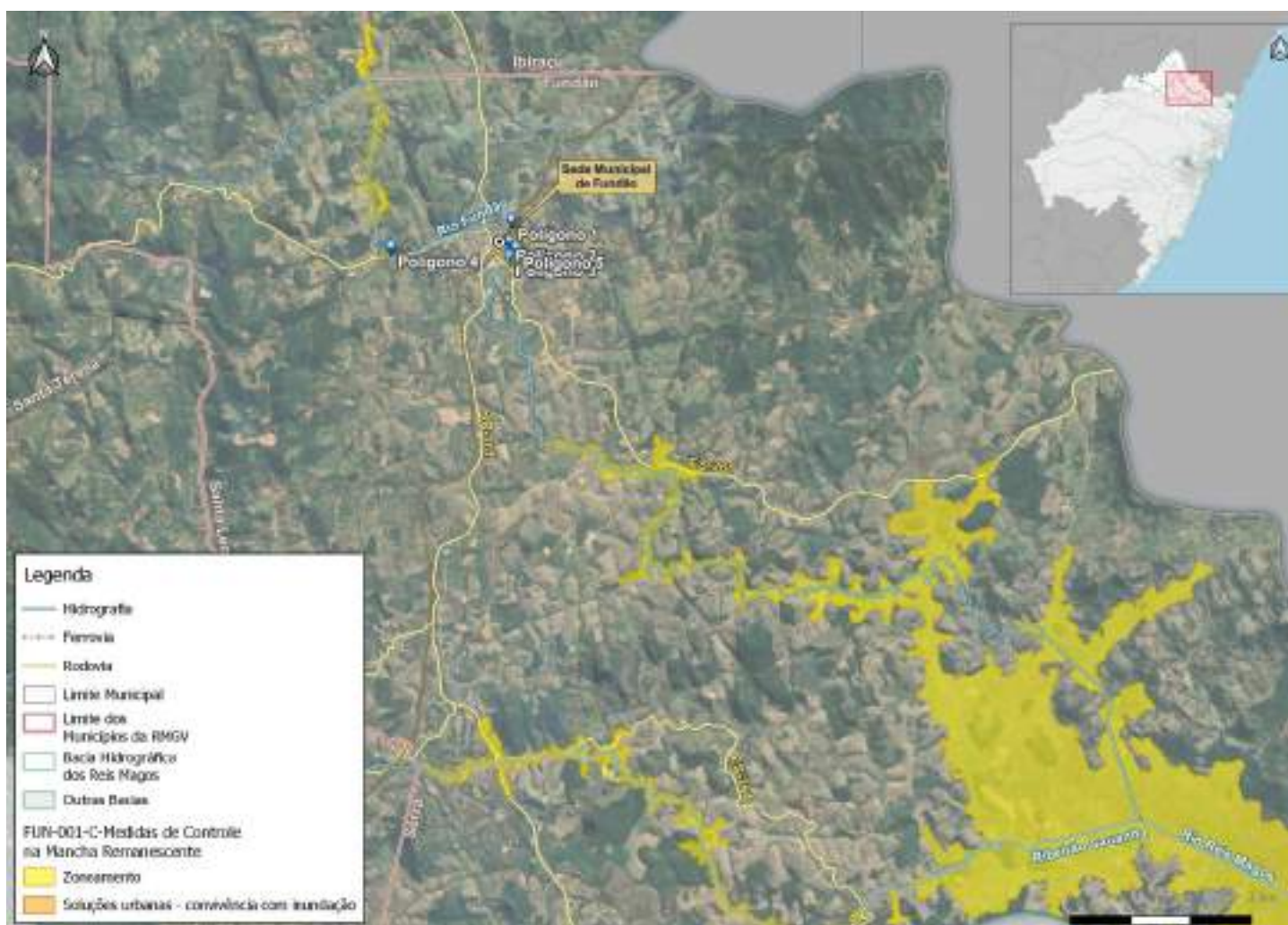


Figura 36 – Detalhe da intervenção FUN-001-C.

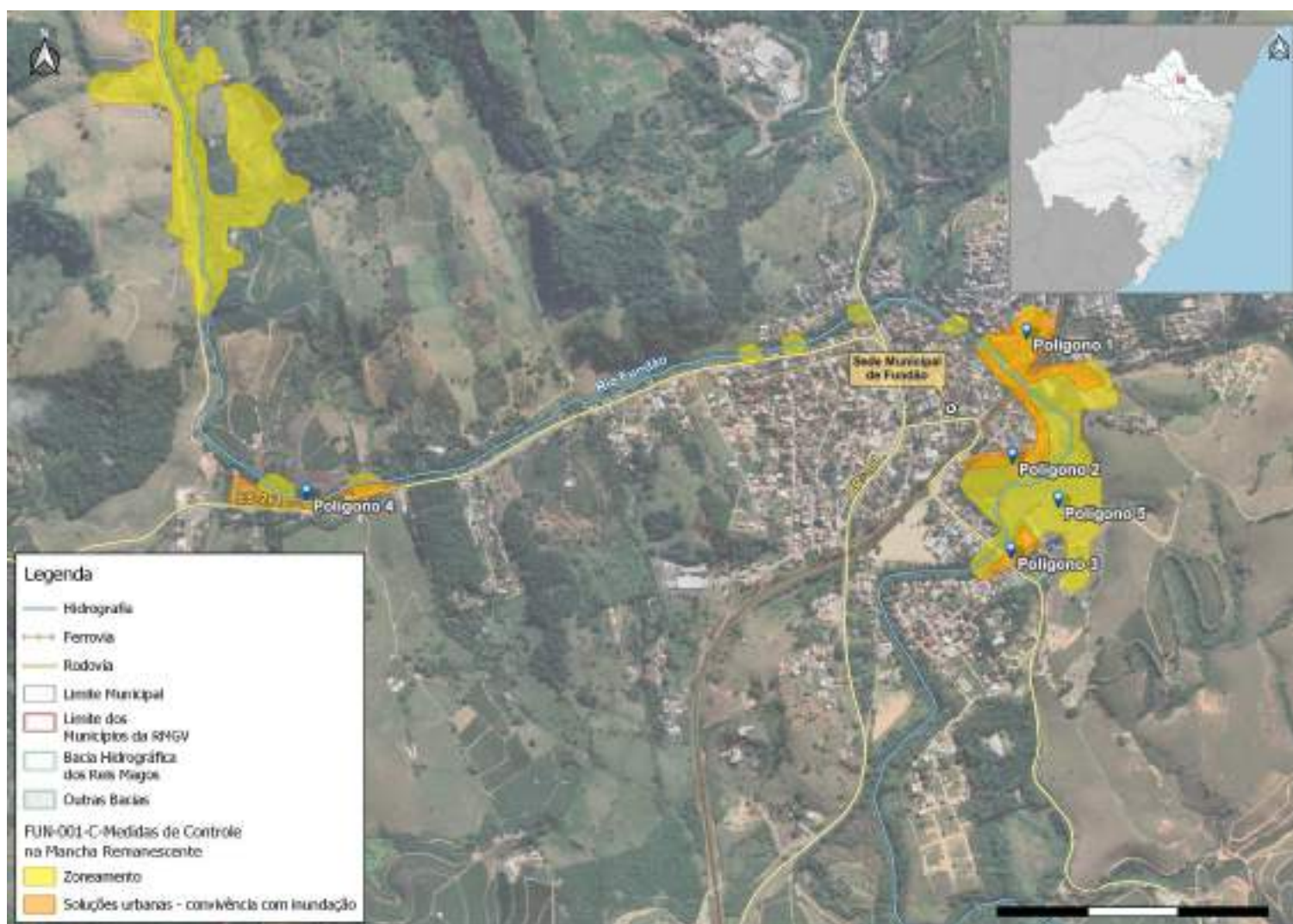


Figura 37 – Detalhe da intervenção FUN-001-C - Zoom

Alternativa 2

- FUN-002-A – Implantação de reservatório de amortecimento a montante da sede do município

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia nas áreas urbanas do município de Fundão. Prevê-se sua implantação à montante da mancha urbana do município, alinhado ao caminhamento do corpo hídrico, nas imediações das coordenadas 351053,00 m E; 7795362,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000). As coordenadas informadas situam-se à montante do bairro Beira Rio, ao largo da Estrada de Duas Bocas, a qual margeia o Rio Fundão. Desse modo, evita-se o impacto na rodovia ES-261.

Salienta-se que a proposta considera um único reservatório a montante do município, entretanto, não se exclui a possibilidade alternativa de execução de múltiplos reservatórios com menor volume, os quais poderiam ser usados, inclusive, para abastecimento público, beneficiando a população local e pequenos produtores.

Características estimadas para o reservatório de amortecimento:

- Largura: 80,0 m;
- Cota: 45 m;
- Diâmetro do Túnel de Descarga: 0,80 m;
- Cota de Fundo do Túnel de Descarga: 34,60 m;
- Volume Reservatório: 2.518.764,80 m³.

- FUN-002-B – Limpeza da calha a jusante da área urbana da sede do município

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do rio no trecho à jusante do Município de Fundão, de modo a evitar a inundação das áreas adjacentes, as quais incluem trechos das rodovias ES-261 e BR-101, da Estrada de Ferro Vitória a Minas e áreas de povoamento.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização da calha do rio no trecho urbano, em uma extensão aproximada de 2.300 m, de modo a facilitar o escoamento de águas em eventos de grande aporte de vazão, evitando o acúmulo, e eventual inundação, no trecho urbano. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta no trecho diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria de 0,05 para 0,035, de acordo com a classificação de CHOW (1959).

A intervenção proposta está indicada na Figura 38 abaixo e tem as coordenadas

aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de limpeza: 353096,00 m E / 7794776,00 m S;

Término do trecho de limpeza: 363720,00 m E / 7785465,00 S.

- FUN-002-C – Implantação de reservatório de amortecimento no rio Itapirã

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia nas áreas urbanas do município de Fundão. A implantação da estrutura foi prevista à montante da mancha urbana do município, alinhando ao caminhamento do Rio Itapira, o qual tem sua foz no rio Fundão, na região da sede do município.

Essa proposta considerou uma estrutura que permitisse amortecer toda onda de cheia do evento de TR 25 anos e uso do solo de 2040 analisado. Entretanto, não houve definição específica da estrutura, pois o rio Itapirã não foi considerado como um rio a ser modelado no PDAU, conforme pesquisa conduzida pela equipe do PDAU junto à representantes do município e comitê de acompanhamento do projeto (PDAU-RMGV, 2020). Contudo, é importante ressaltar que sua área de contribuição foi considerada no modelo.

O valor do volume foi estimado exclusivamente a partir da vazão da chuva na bacia do rio Itapirã, considerando que 100% da vazão fosse amortecida nesse reservatório. A área foi estimada dividindo o volume por uma profundidade média de reservatório de 4,5m, compatível com a estrutura modelada no rio Fundão (FUN-002-A).

As características da barragem deverão ser estabelecidas posteriormente em estudo específico para essa bacia.

Essa proposição pode ser considerada como uma única estrutura de grande porte localizada a montante do município. Entretanto, preferencialmente, recomenda-se a execução de múltiplos reservatórios de menor volume, os quais poderiam ser usados, inclusive, para abastecimento público, beneficiando a população local e pequenos produtores.

Características estimadas para o reservatório:

- Volume (m^3): 2.303.950 m^3 ;
- Área (m^2) 511.990 m^2 ;

- FUN-002-D - Medidas de controle nas manchas remanescentes

Para a alternativa 2 onde as soluções estruturais apresentadas são modificadas apenas nos setores de limpeza da calha do rio as medidas de controle das manchas remanescentes permanecem as mesmas da alternativa 1. As mudanças significativas

dizem respeito às alturas da lâmina d'água que sofrem variações de aproximadamente 90 cm. Nas escalas trabalhadas no PDAU essas variações representam pouco em termos de mudanças significativas para as medidas de controle nas manchas, principalmente nas áreas urbanizadas.

A mancha de inundação que se sobrepõe a uma área verde na margem esquerda na parte urbana do município de Fundão trata-se de bioma de extrema importância para o serviço ambiental de proteção da qualidade das águas e da fauna local principalmente na função de reter poluentes. A riqueza biológica desses pequenos ecossistemas faz com que essas áreas devam ser ampliadas para formarem "berçários" naturais. A análise de imagens de satélite mostra que o avanço da urbanização dessas áreas verdes foi significativo e, portanto, a manutenção e conservação da área verde se dará através da fiscalização.

Tanto a margem esquerda quanto a margem direita sofrem impacto da mancha remanescente. São áreas consideráveis que já sofre esses impactos e convive com as inundações. Portanto, cabe o desenvolvimento de soluções adaptativas para a urbanização e as edificações nesta área.

As áreas urbanas afetadas podem ser adaptadas, portanto, não há necessidade deste tipo de intervenção. Recomenda-se a inserção em programas de reurbanização de favelas, para garantir a manutenção das populações existentes sem a ampliação da ocupação das áreas do mangue e a implantação de infraestrutura de saneamento para garantir qualidade das águas.

Também se deve trabalhar a Educação Ambiental como instrumento de ganho em qualidade de vida dos moradores locais, através de atividades com escolas, agentes de saúde, moradores do entorno, crianças e adolescentes, comitê de bacia e NUPDEC – Núcleo de Defesa Civil. O assunto será detalhado no Produto 08.

A Tabela 17 a seguir especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 17 – Resumo das proposições da intervenção FUN-002-D

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2A Soluções Adaptativas (3,0 hectares) • Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (2,0 hectares) • Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (0,9 hectare) • Polígono 4 – 2A Soluções Adaptativas (1,6 hectare) • Polígono 5 – Situação Tipo 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 38 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 na bacia hidrográfica do rio Fundão. A Figura 39, por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem intervenções. Por fim, a Figura 41

detalha a intervenção FUN-002-D, destacando as medidas de controle na mancha remanescente.



Figura 38 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 02.

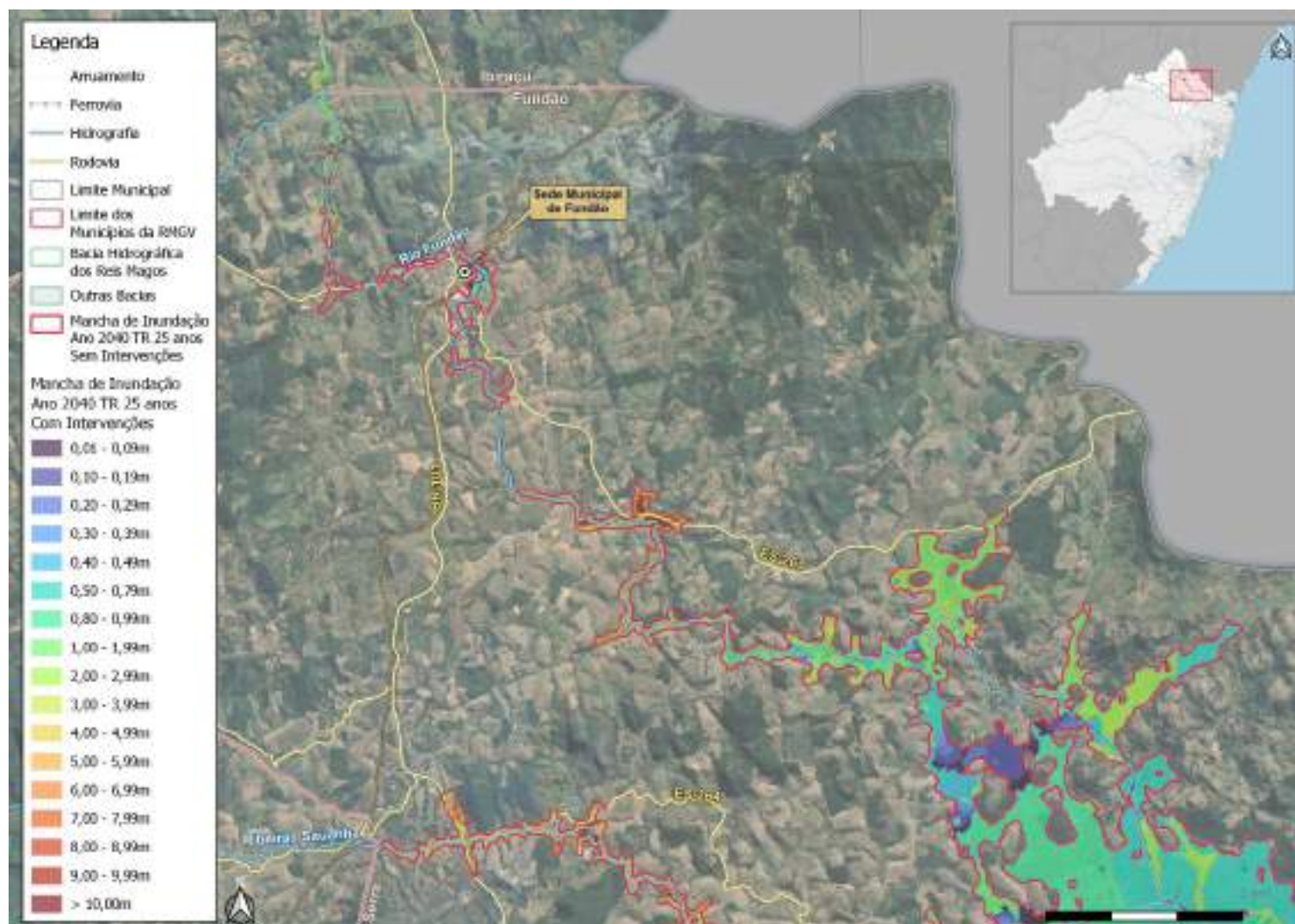


Figura 39 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 02.

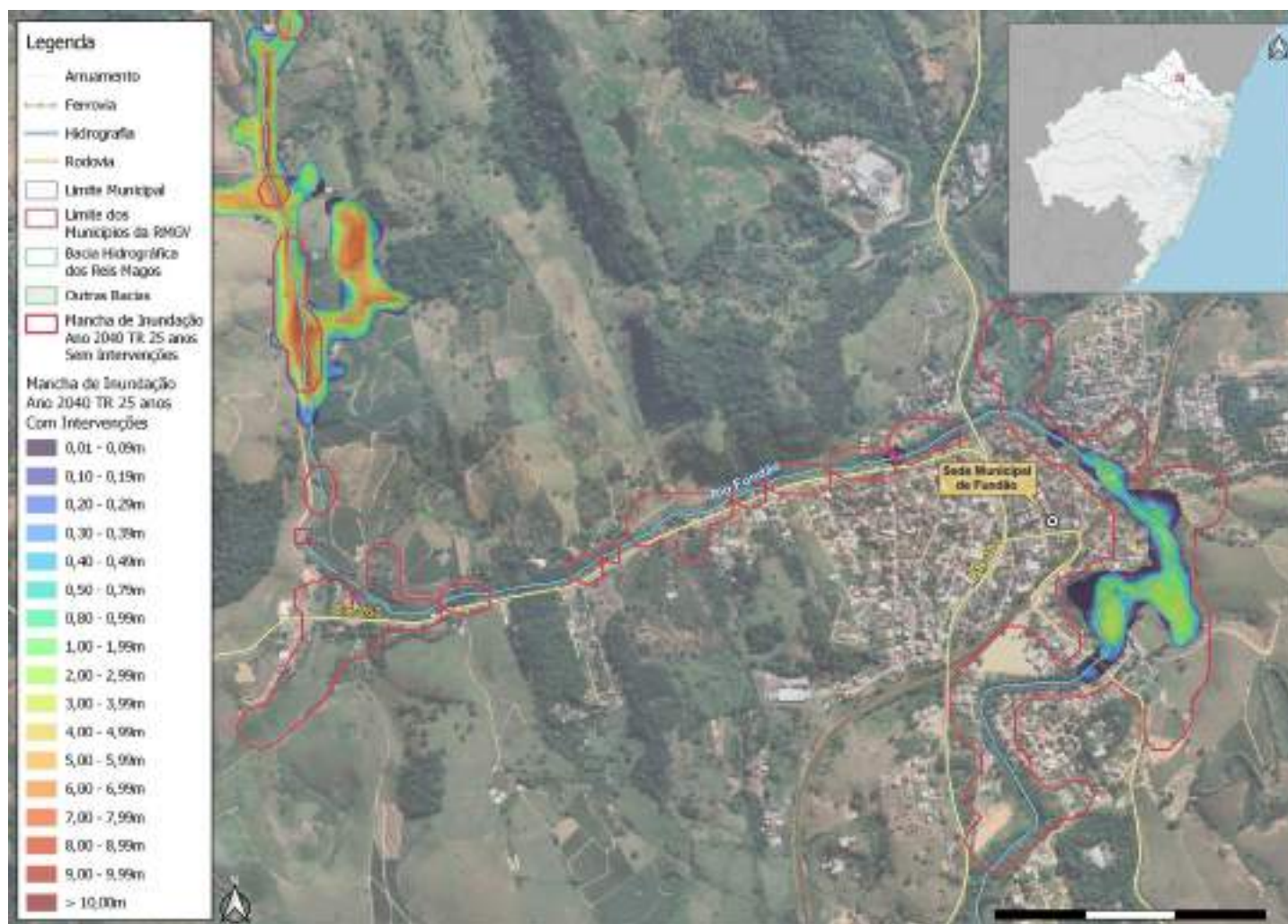


Figura 40 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Fundão – ALTERNATIVA 02 (Ampliação).

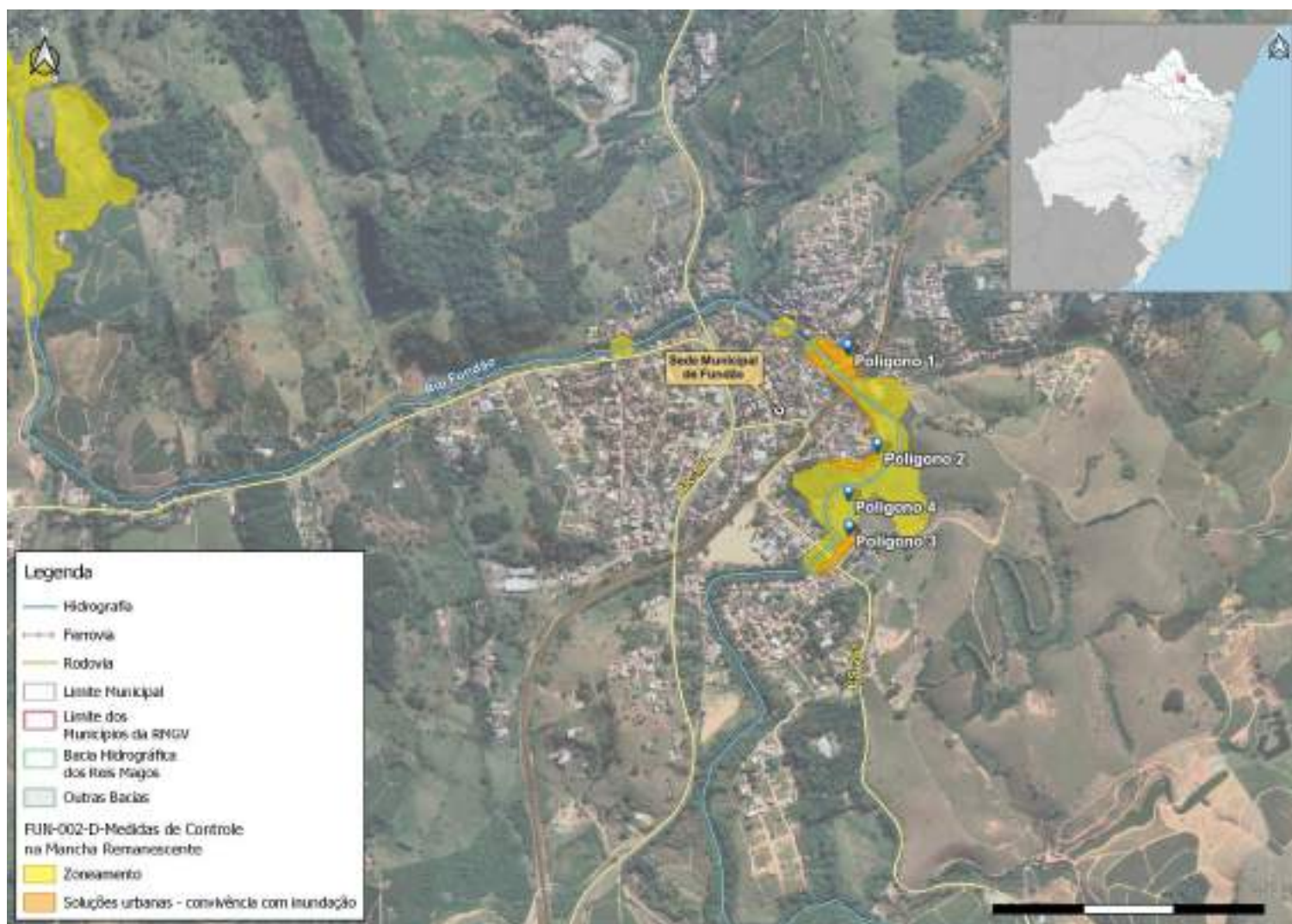


Figura 41 – Detalhe da intervenção FUN-002-D

Alternativa 3

- FUN-003-A - Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Na alternativa onde apenas são apresentadas as medidas de controle das manchas sem intervenções estruturais as áreas afetadas são ampliadas.

Pelas imagens da mancha remanescente elaborada a partir da modelagem hidrológica, a mancha de inundação acontecerá em áreas urbanizadas na sede do município em 4 áreas mais centrais sendo uma delas na margem direita do rio Fundão, voltada para a rua Candido Vieira.

Apesar das manchas de inundação também atingirem áreas de APP existente entre o traçado sinuoso do rio e a ocupação urbana na margem esquerda, a margem direita não apresenta ocupação consolidada porque o rio faz uma barreira contra a expansão territorial da ocupação. Outra barreira característica existente é a ferrovia que cruza esse território.

São três as áreas de convívio com as inundações dessa parte central do município: a área de requalificação 1 com 0,7 ha, a área de requalificação 2 com 0,6 ha e a área de requalificação 3 mais ao sul com 0,3 ha. A quarta área de requalificação encontra mais a oeste do município em zona urbana não consolidada ao longo da rodovia José Espindola Agostini onde as manchas são pontuais e as soluções adaptativas também devem ser adotadas.

As soluções adaptativas para essas áreas de requalificação urbana necessitam de medidas não estruturais como jardins de chuva e aumento de taxas de permeabilidade do solo, além de indicação em Plano Diretor de áreas sujeitas a inundação. A adoção de medidas compensatórias (retenção pluvial, etc.) nas áreas adjacentes as zonas de inundação também são necessárias, além de soluções aos impactos de mobilidade urbana que porventura ocorram nas regiões afetadas.

Para a consolidação das áreas verdes as soluções são rigorosamente as mesmas para ambas as alternativas. A proposta de um Parque Urbano de Lazer e Recreação também está presente para essa alternativa.

O mesmo ocorre na quarta área de requalificação a oeste do município alterando a alternativa ao longo da Rodovia José Espindola Agostini.

O que muda de significativo entre as alternativas propostas não afetam de modo substancial as medidas de controle nas manchas remanescentes. O que as imagens mostram com a modelagem hidrológica é uma variação da altura das manchas devido ao volume que ocorrem na região urbanizada alterando as áreas urbanas afetadas em tamanho.

As recomendações apresentadas para a Alternativas 1 e 2 prevalecem também para a Alternativa 3 no tocante à incorporação de normas de uso e ocupação urbanas específicos e, quanto às áreas de preservação ambiental para as áreas em análise.

A Tabela 18 a seguir específica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 18 – Resumo das proposições da intervenção FUN-003-A

Resumo das proposições	
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 1A Desapropriação e Indenização (140 domicílios) + Parque Alagável (7,0 hectares)• Polígono 2 – 1A Desapropriação e Indenização (90 domicílios) + Parque Alagável (8,5 hectares)• Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (4,9 hectares)• Polígono 4 – 1A Desapropriação e Indenização (10 domicílios) + Parque Alagável (4,4 hectares)• Polígono 5 - 2A Soluções Adaptativas (4,9 hectares)• Polígono 6 - 1A Desapropriação e Indenização (20 domicílios) + Parque Alagável (4,8 hectares)• Polígono 7 - 1A Desapropriação e Indenização (30 domicílios) + Parque Alagável (8,3 hectares)• Polígono 8 – 2E Zoneamento	

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 42 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 03 na bacia hidrográfica do rio Fundão. Por fim, a Figura 43 detalha a intervenção FUN-003-A, destacando as medidas de controle na mancha remanescente.

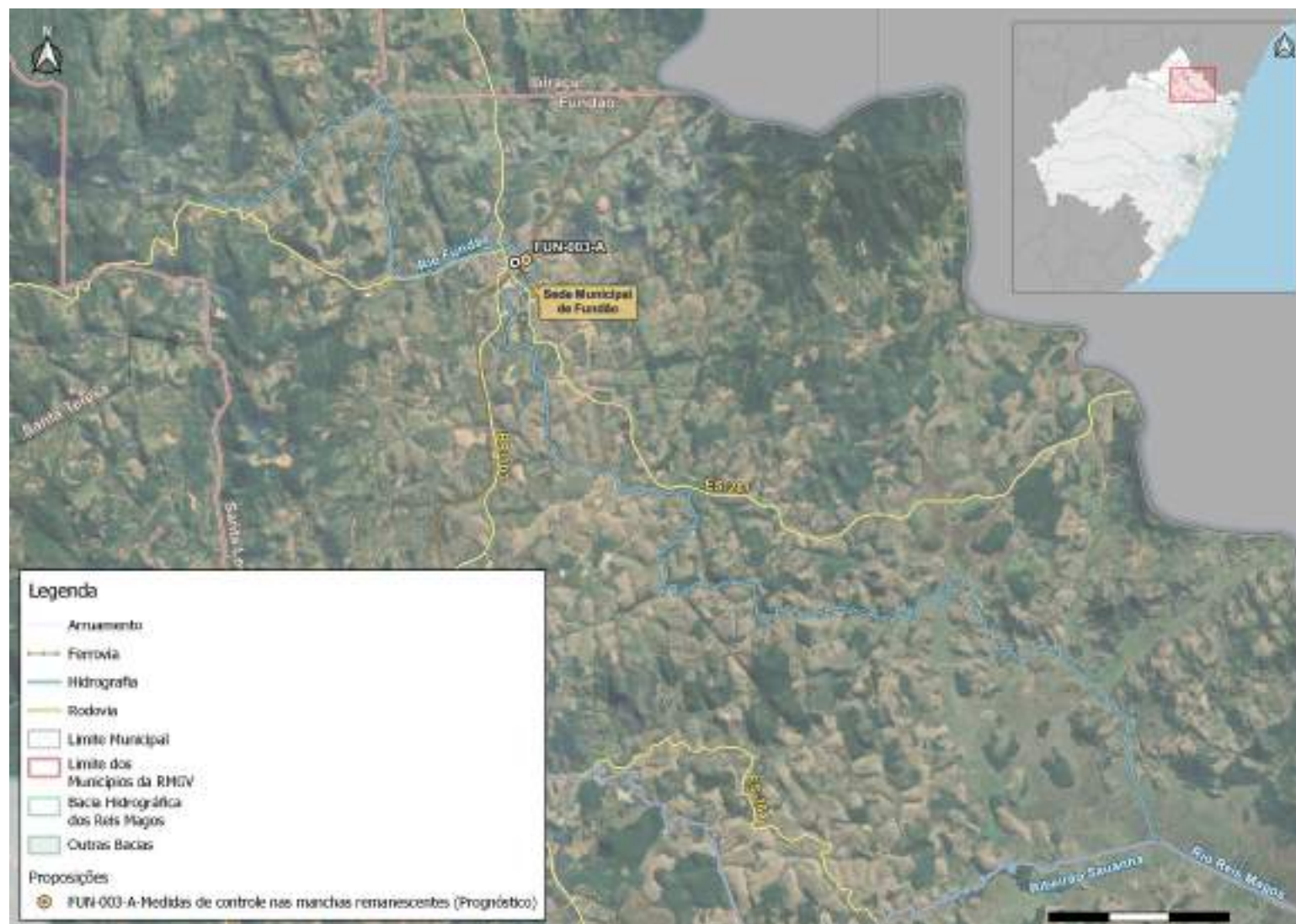


Figura 42 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Fundão – ALTERNATIVA 03

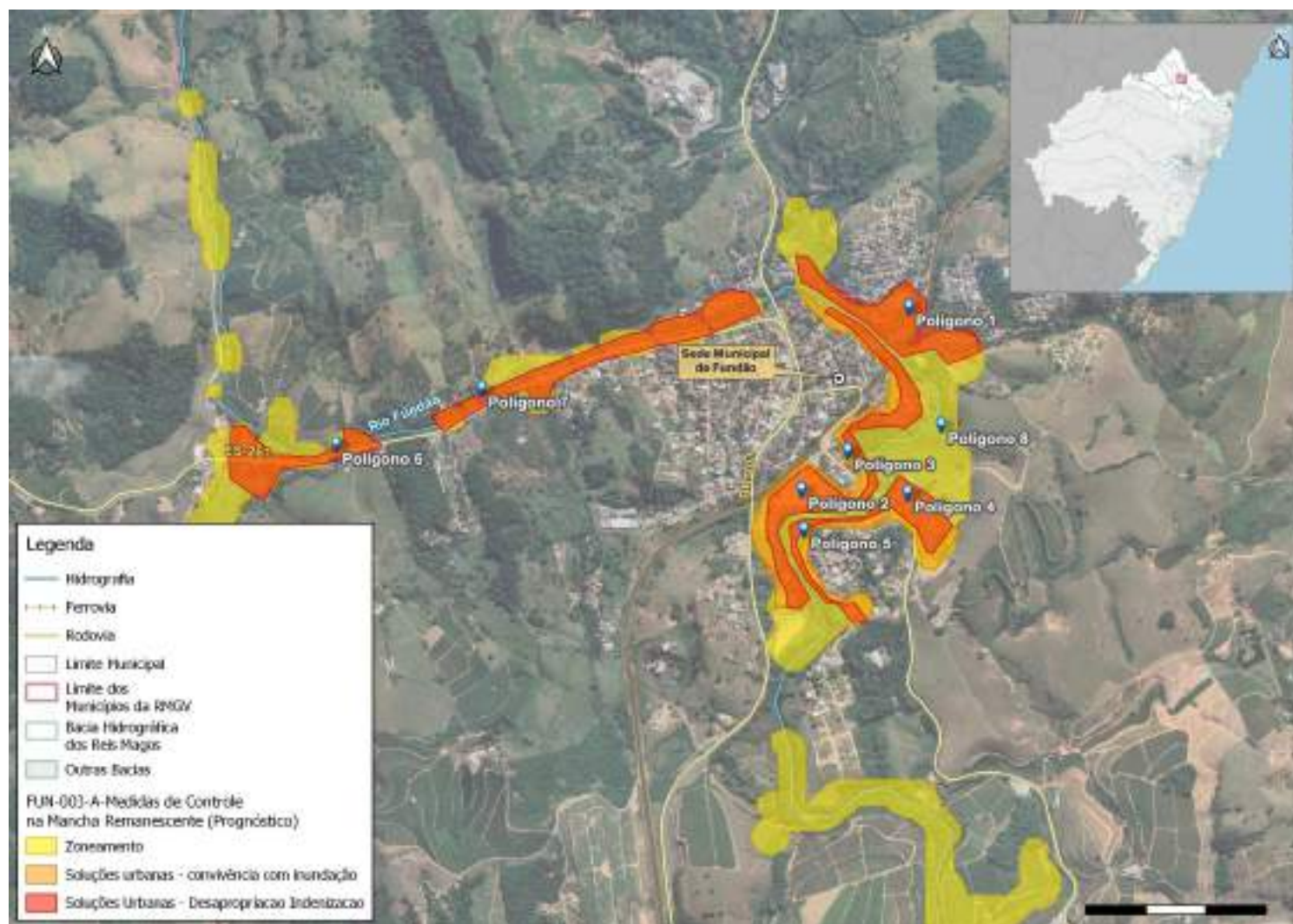


Figura 43 – Detalhe da intervenção FUN-003-A

Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros Nova Almeida, Boa Vista I e São João são impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 44 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o córrego Joãozinho.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

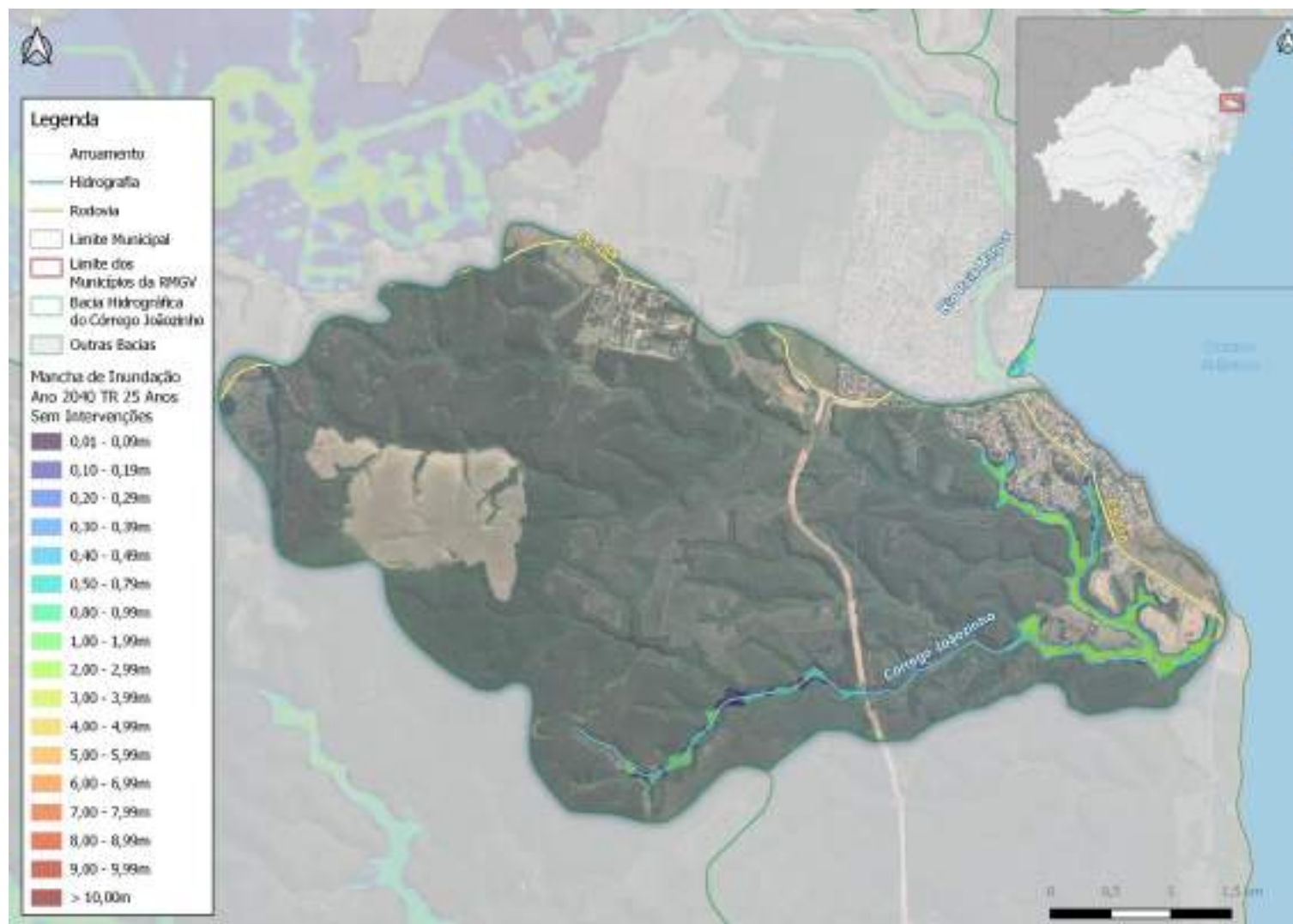


Figura 44 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Joãozinho.

3.1.5 Córrego Joãozinho

A Tabela 19 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o córrego Joãozinho.

Tabela 19 – Alternativas Joãozinho

Alternativas	Código	Proposições
1	JOA-001-A	Aumento da condutividade hidráulica da galeria fechada (rua Estados Unidos)
	JOA-001-B	Aumento da condutividade hidráulica do canal aberto (trecho aproximado de 700 m a montante da ES-010)
	JOA-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente
2	JOA-002	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do córrego Joãozinho com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 01

- Intervenção JOA-001-A - Aumento da condutividade hidráulica da galeria fechada (rua Estados Unidos)

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica da seção da galeria subterrânea, localizada sob a rua Estados Unidos, a qual restringe o escoamento do córrego Joãozinho, ocasionando acúmulo de água a montante da mesma e inundação no bairro São João.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e conformação da galeria pluvial localizada sob a rua Estados Unidos. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica da galeria ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da seção, por irregularidades presentes na mesma e pela atual configuração geométrica da galeria.

Propõe-se a conformação da seção da galeria em concreto, de cerca de 250 metros, com seção retangular e as seguintes dimensões:

H = 2,0 m de altura

b = 6,0 m de largura



Figura 45 – Seção tipo da alternativa JOA-001-A.

A intervenção proposta está indicada na Figura 45, acima, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 375974,00 m E / 7781067,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 376112,36 m E / 7781256,89 m S.

- Intervenção JOA-001-B - Aumento da condutividade hidráulica do canal aberto (trecho aproximado de 700 m a montante da ES-010)

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do corpo hídrico no trecho a montante da seção de entrada da galeria subterrânea, em cerca de 700 m, localizada na região de intercessão com a rodovia ES-010. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas adjacentes ao corpo hídrico à montante da intercessão com a rodovia, onde se localizam vias públicas e áreas de povoamento no bairro São João.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização da calha do rio na região a montante da intercessão com a rodovia ES-010. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da seção e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta no trecho diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria de 0,05 para 0,04, de acordo com a classificação de CHOW (1959).

A intervenção proposta está indicada na Figura 46 e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 375991,00 m E / 7780444,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 375974,00 m E / 7781067,00 m S.

As demais características da intervenção proposta deverão ser caracterizadas em um projeto específico a partir de informações detalhadas de batimetria e topografia levantadas na região, bem como discretização e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- Intervenção JOA-001-C – Medidas de controle na mancha remanescente

Na alternativa onde apenas são apresentadas as medidas de controle das manchas sem intervenções estruturais as áreas afetadas são ampliadas.

Pelas imagens da mancha remanescente elaborada a partir da modelagem hidrológica, a mancha de inundação, acontecerá em sua maior parte em áreas não urbanizadas, situadas ao norte do município, na bacia do referido curso d'água.

Ainda assim haverá um impacto em uma área do bairro Nova Almeida, em uma pequena faixa na rua São Francisco pela margem esquerda, onde há um conjunto de residências de padrão médio baixo. As manchas mostram que as lâminas d'água são mais profundas nas faixas de APP, mais próximas do leito; podendo chegar até a 2 m de altura

Porém, nas proximidades da cota da rua São Francisco onde situam-se as edificações que serão atingidas, a altura da lâmina d'água atinge os limites determinados como passíveis de convivência com as inundações (abaixo de 1 m de altura); demandando, portanto, medidas de Requalificação Urbana e de adaptação das próprias edificações.

Em alguns casos, porém, há construções nos fundos dos lotes onde as alturas da lâmina chega a atingir até 2m. Mas por tratar-se de construções executadas de forma irregular nas faixas de APP, demolições deverão ser recomendadas, porém sem a necessidade de remoção integral dos imóveis.

Reiteramos, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas a partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem, viabilizando um programa efetivo de controle urbano. Por tratarem-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reserva dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

A Tabela 20 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 20 – Resumo das proposições da intervenção JOA-001-C

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (1,2 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 46 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do Córrego Joãozinho. A Figura 47 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, a Figura 48 detalha a intervenção JOA-001-C, destacando as áreas de requalificação.

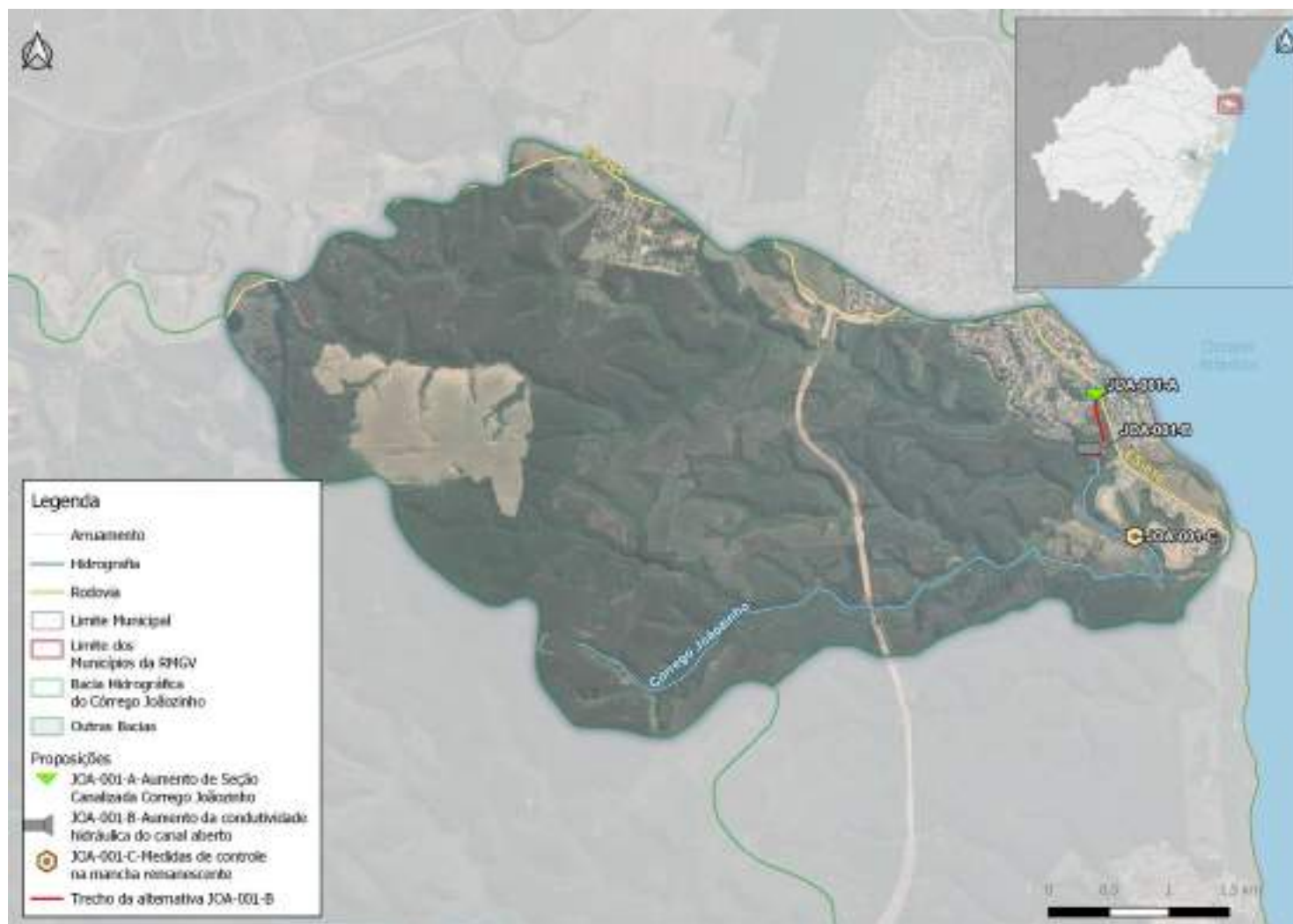


Figura 46 – Resumos das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Córrego Joãozinho – ALTERNATIVA 01.

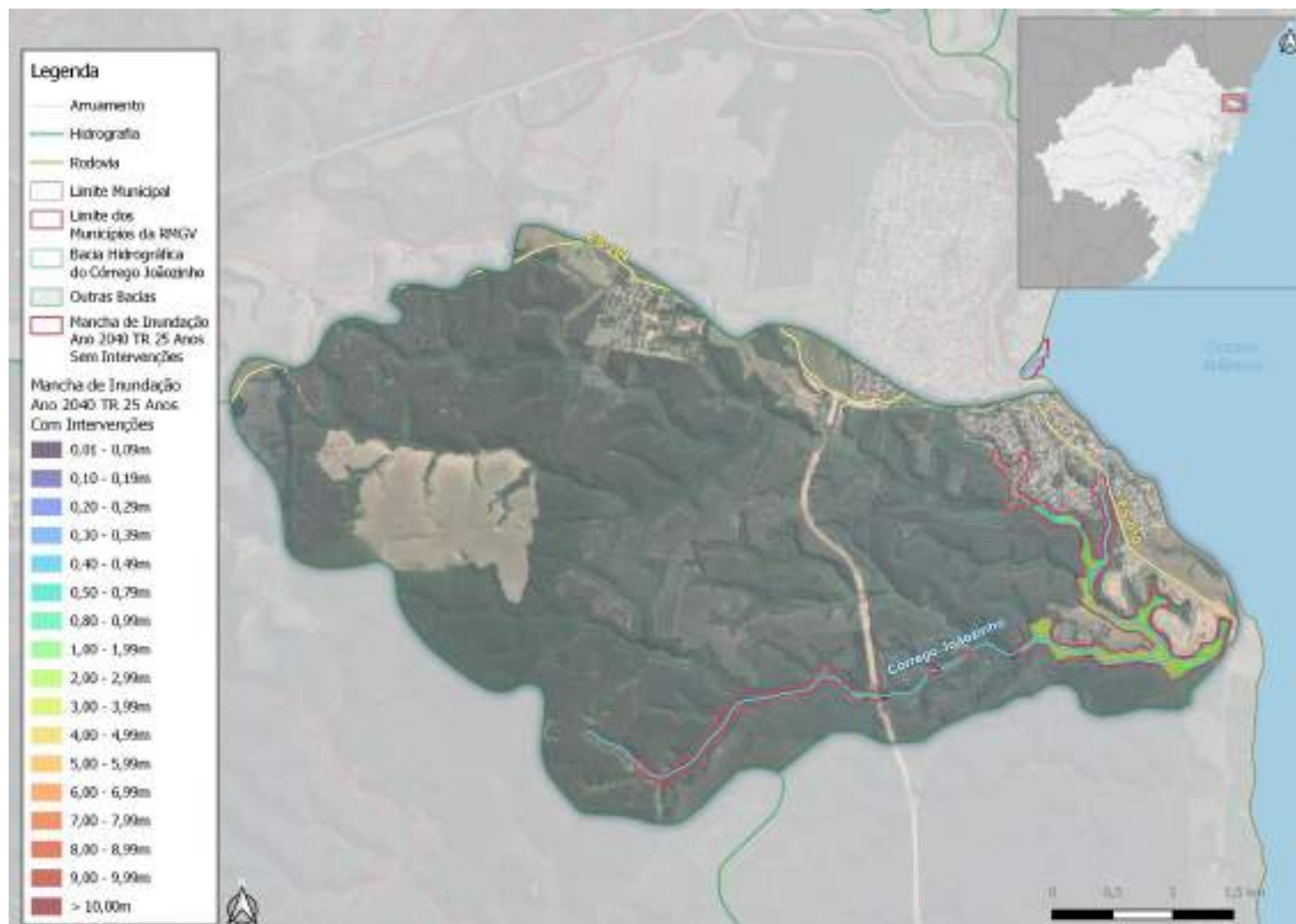


Figura 47 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica do Córrego Joãozinho – ALTERNATIVA 01.

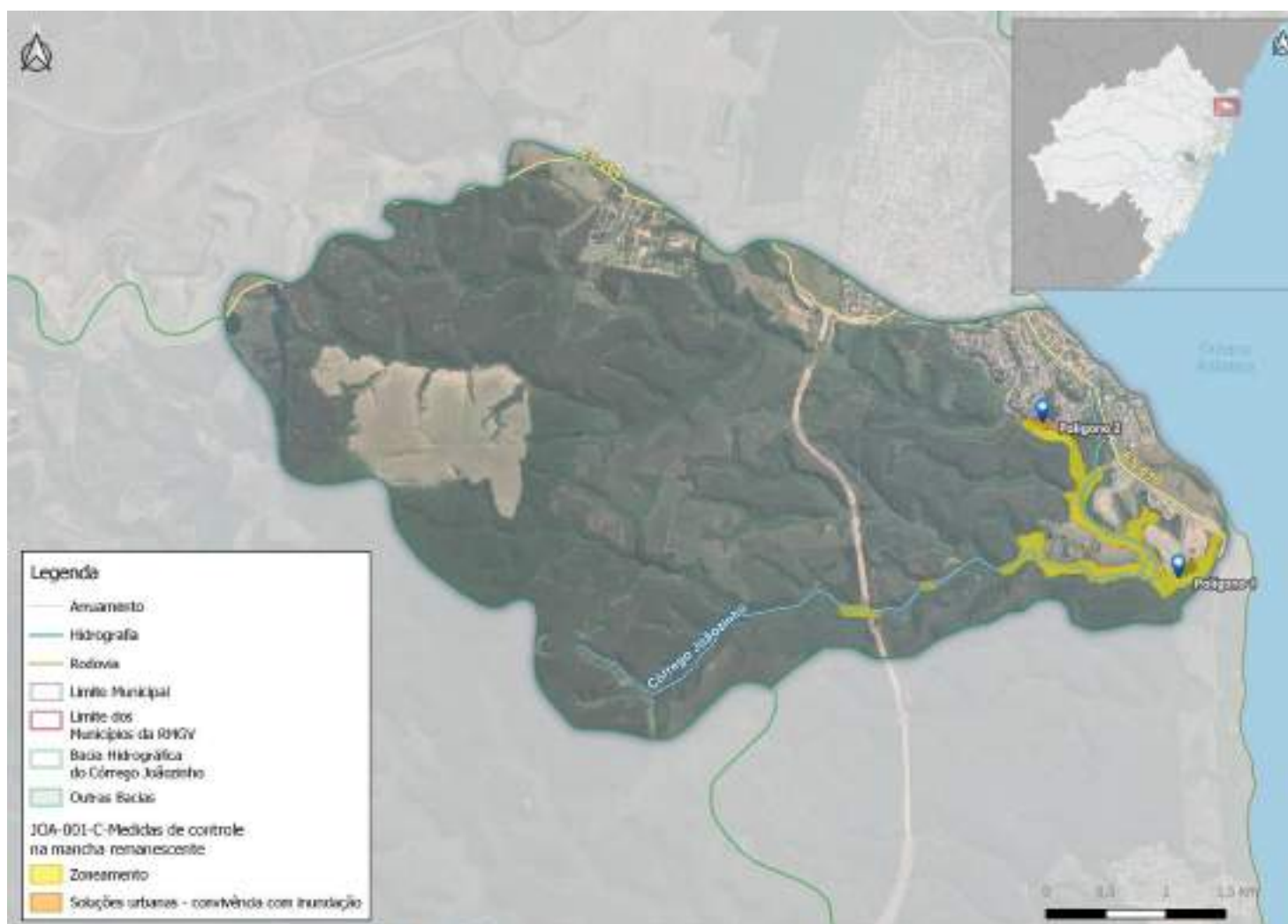


Figura 48 – Detalhe da intervenção JOA-001-C

Alternativa 02

- Intervenção JOA-002-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Pelas imagens da mancha remanescente elaborada a partir da modelagem hidrológica, a mancha de inundação, acontecerá em sua maior parte em áreas não urbanizadas, situadas ao norte do município, na bacia do referido curso d'água.

Ainda assim haverá um impacto em uma área do bairro Nova Almeida, em uma pequena faixa na rua São Francisco pela margem esquerda, onde há um conjunto de residências de padrão médio baixo. As manchas mostram que as lâminas d'água são mais profundas nas faixas de APP, mais próximas do leito; podendo chegar até a 2 m de altura

Porém, nas proximidades da cota da rua São Francisco onde situam-se as edificações que serão atingidas, a altura da lâmina d'água atinge os limites determinados como passíveis de convivência com as inundações (abaixo de 1 m de altura); demandando, portanto, medidas de Requalificação Urbana e de adaptação das próprias edificações.

Em alguns casos, porém, há construções nos fundos dos lotes onde as alturas da lâmina chega a atingir até 2m. Mas por tratar-se de construções executadas de forma irregular nas faixas de APP, demolições deverão ser recomendadas, porém sem a necessidade de remoção integral dos imóveis.

Reiteramos, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas a partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reservação dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

Recomenda-se desenvolver ações educativas e informativas que estimulem o exercício de atitudes que contribuam para manutenção dos corpos hídricos e sem esgoto lançado em seu leito bem como os parques lineares. O detalhamento constará no Produto 08.

A Tabela 21 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 21 – Resumo das proposições da intervenção JOA-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – Soluções Adaptativas (7,4 hectares)• Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (2,2 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 49 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 na bacia hidrográfica do Córrego Joãozinho. Por fim, a Figura 50 detalha a intervenção JAB-002-A.

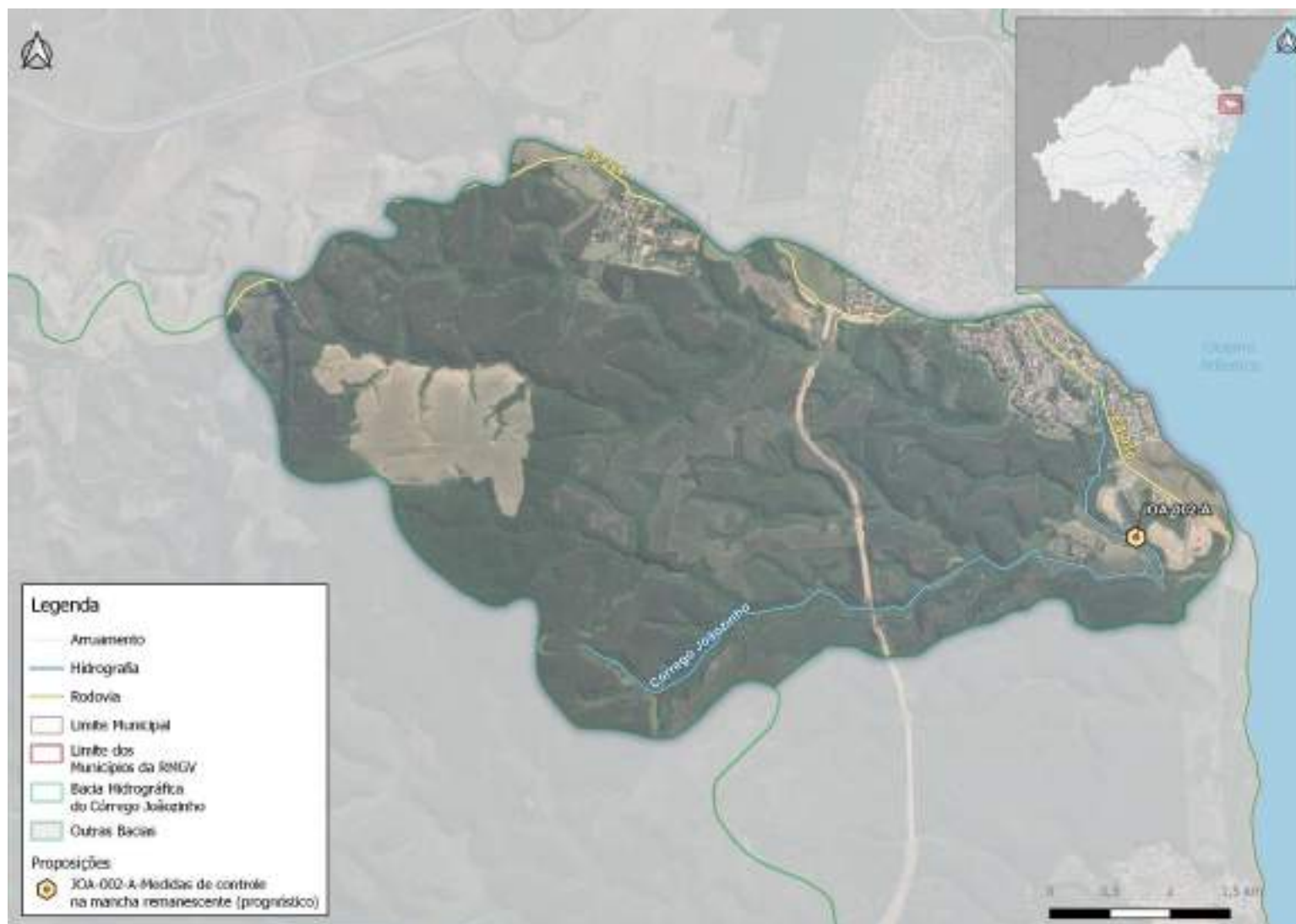


Figura 49 – Resumos das intervenções propostas na bacia hidrográfica do Rio Joãozinho – ALTERNATIVA 02.

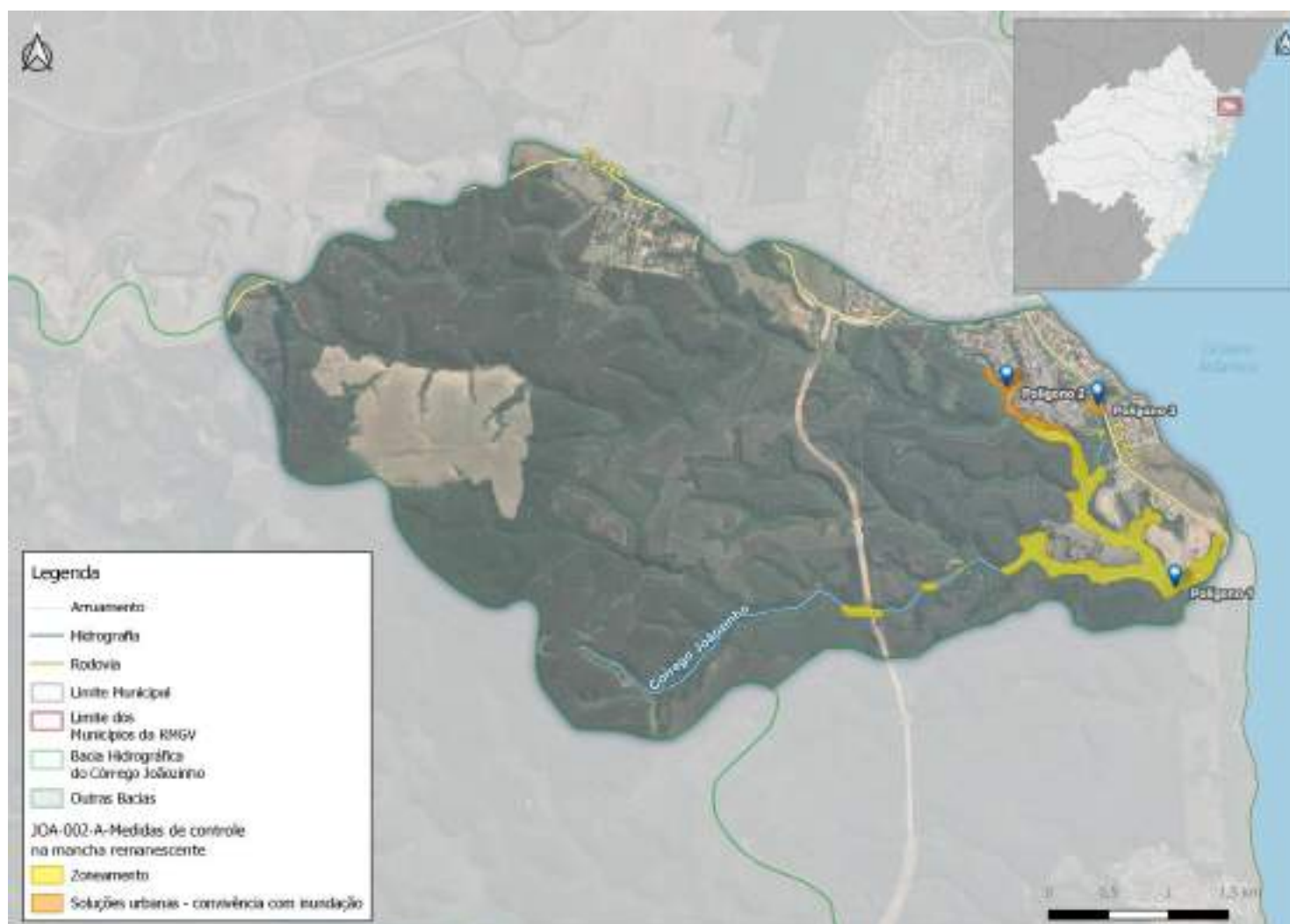


Figura 50 – Detalhe da intervenção JOA-002-A

Bacia Hidrográfica de Juara-Jacuném

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros Vista da Serra I e II, Planalto Serrano Bloco A, B e C, Santa Rita de Cássia, Serra Dourada I, Parque Jacaraípe, Jacaraípe e Bairro das Laranjeiras, do município de Serra, são impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 51 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para a bacia de Juara-Jacuném.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

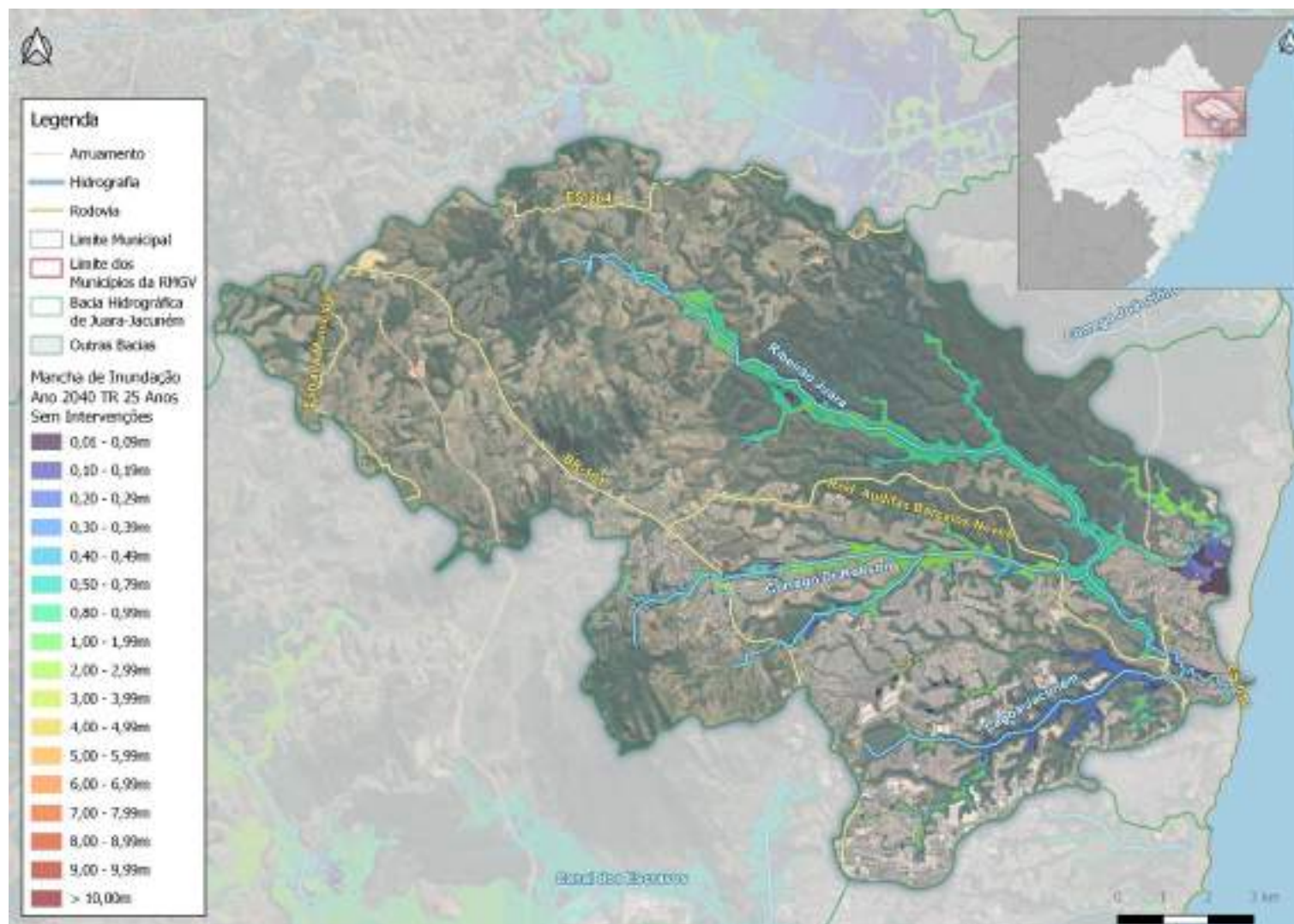


Figura 51 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia de Juara-Jacuném

3.1.6 Lagoa Juara

A Tabela 22 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para a Lagoa Juara.

Tabela 22 – Alternativas Juara

Alternativas	Código	Proposições
1	JUA-001-A	Aumento da condutividade da seção sob a rodovia avenida Lagoa Juara
	JUA-001-B	Aumento da condutividade hidráulica sob a avenida Audifax Barcelos Neves (trecho final do Doutor Róbson)
	JUA-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente
2	JUA-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas da Lagoa Juara com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- JUA-001-A – Aumento da condutividade da seção sob a rodovia avenida Lagoa Juara

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do corpo hídrico, na região da ponte localizada na Avenida Lagoa Juara, sobre o rio Juara. Essa intervenção tem o objetivo de reduzir a restrição de fluxo imposta pelas condições de drenagem atuais, dadas pelo intenso assoreamento da calha, visando retomar o fluxo natural do corpo hídrico.

A intervenção proposta pelo PDAU, possui cerca de 30 m de extensão e se caracteriza pela conformação da calha do rio na região da ponte na Avenida Lagoa Juara. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio no local proposto, ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha, por irregularidades presentes na mesma e pela atual configuração de drenagem.

Propõe-se a conformação da seção do canal, para o tipo Trapezoidal, com as seguintes dimensões (aproximadas):

H = 1,70 de altura;

B = 19,50 m de largura na superfície;

b = 17,00 m de base.

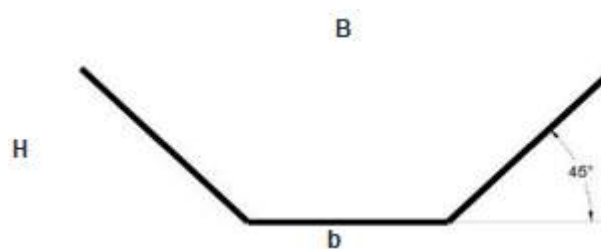


Figura 52 – Seção tipo da alternativa JUA-001-A.

A intervenção proposta está indicada na Figura 52, acima, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Ponto de intervenção: 374616,00 m E / 7771533,00 m S;

- JUA-001-B – Aumento da condutividade hidráulica sob a avenida Audifax Barcelos Neves (trecho final do Doutor Róbson)

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do corpo hídrico, na região da ponte localizada na Avenida Lagoa Juara, sobre o rio Juara. Essa intervenção tem o objetivo de reduzir a restrição de fluxo imposta pelas condições de drenagem atuais, resultante da implantação de aterro para base do viário existente no local (Av. Audifax Barcelos Neves), em um trecho de, aproximadamente, 225 m.

A intervenção proposta pelo PDAU busca aproximar a condição de drenagem futura da condição natural do corpo hídrico. Para tanto, busca-se, através da instalação de múltiplos bueiros sob o talude da Av. Audifax, alcançar uma condição de vazão que minimize os efeitos de restrição de fluxo ocasionados pela estrada. Estima-se que a vazão futura se aproxime daquela suportada pela seção do rio à montante e à jusante da estrada, onde a interferência no fluxo é minimizada.

A intervenção proposta conta com galeria celular dupla com 30 m de comprimento e as seguintes dimensões:

H = 2,50 m de altura,

B = 3,00 m de largura,

I = 0,0040 m/m de declividade.



Figura 53 – Seção tipo da alternativa JUA-001-B.

A intervenção proposta está indicada na Figura 53, acima, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Região de intervenção próxima às coordenadas: 372247,00 m E / 7773586,00 m S;

- JUA-001-C - Medidas de controle na mancha remanescente

Nota-se uma extensa faixa urbana que margeia a Lagoa Juara que é impactada pela mancha remanescente. No geral, a altura de lâmina permite a instalação de soluções adaptativas. Uma porção considerável do bairro das Laranjeiras é afetada por essa situação. Em alguns locais, se faz necessária a remoção e o reassentamento da população. Nas proximidades da foz do rio Jacaraípe também existem áreas que demandam soluções adaptativas.

De modo geral, para os casos de soluções adaptativas, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos. Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade. À exceção são os casos em que se faz necessária a remoção e reassentamento da população devido à persistência do risco.

A Tabela 23 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 23 – Resumo das proposições da intervenção JUA-001-C

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (11,7 hectares) • Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (0,7 hectare) • Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (49,7 hectares) • Polígono 5 – 2B Soluções Adaptativas (3,8 hectares) • Polígono 6 – 1B Remoção e Reassentamento (30 domicílios) + Parque Alagável (3,9 hectares) • Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (2,3 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 54 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 da Lagoa Juara. A Figura 55 por outro lado, materializa a comparação das manchas de

inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, Figura 56 detalha a intervenção JAC-001-C, destacando as áreas de requalificação.

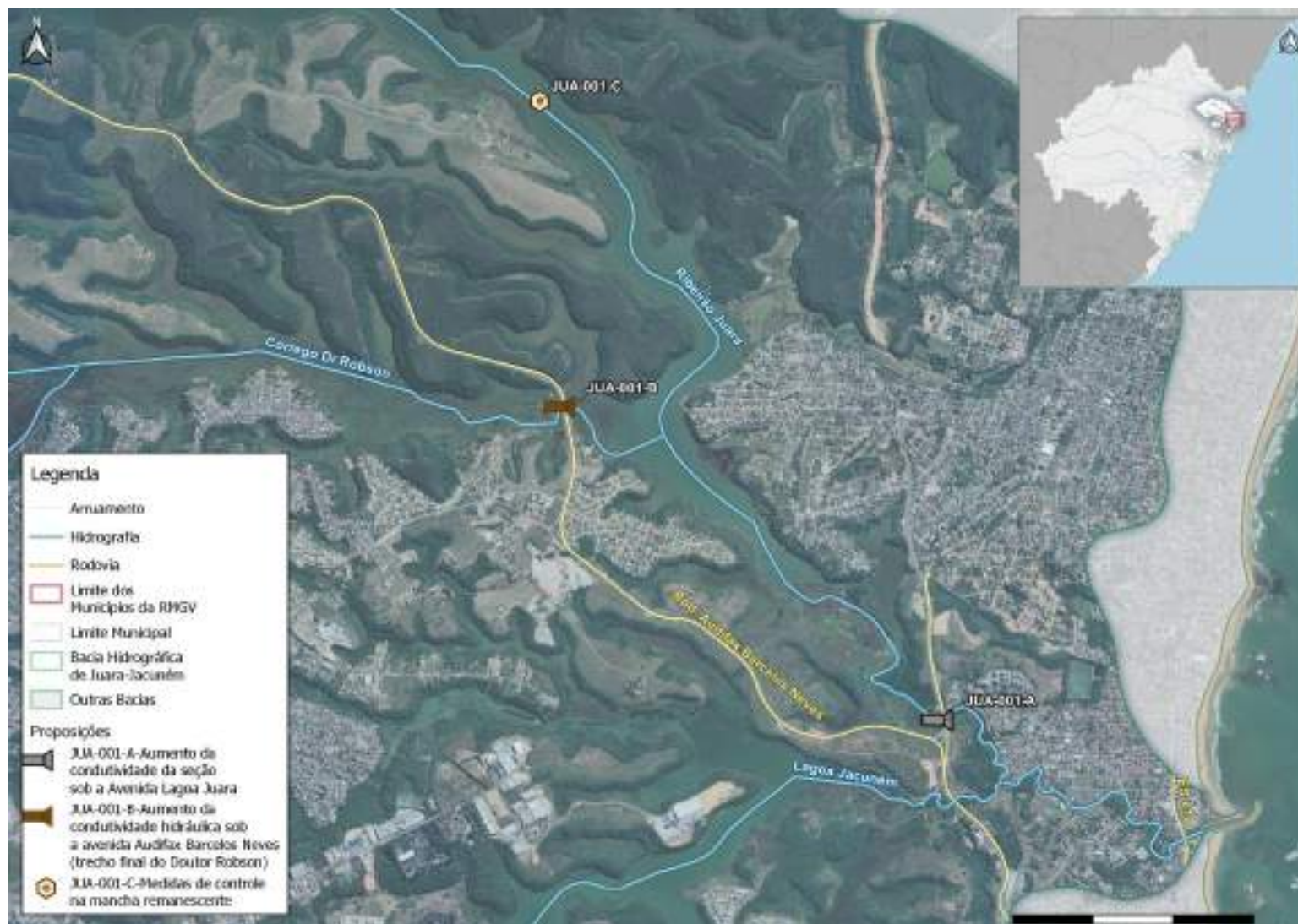


Figura 54 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação na Lagoa Juara) – ALTERNATIVA 01

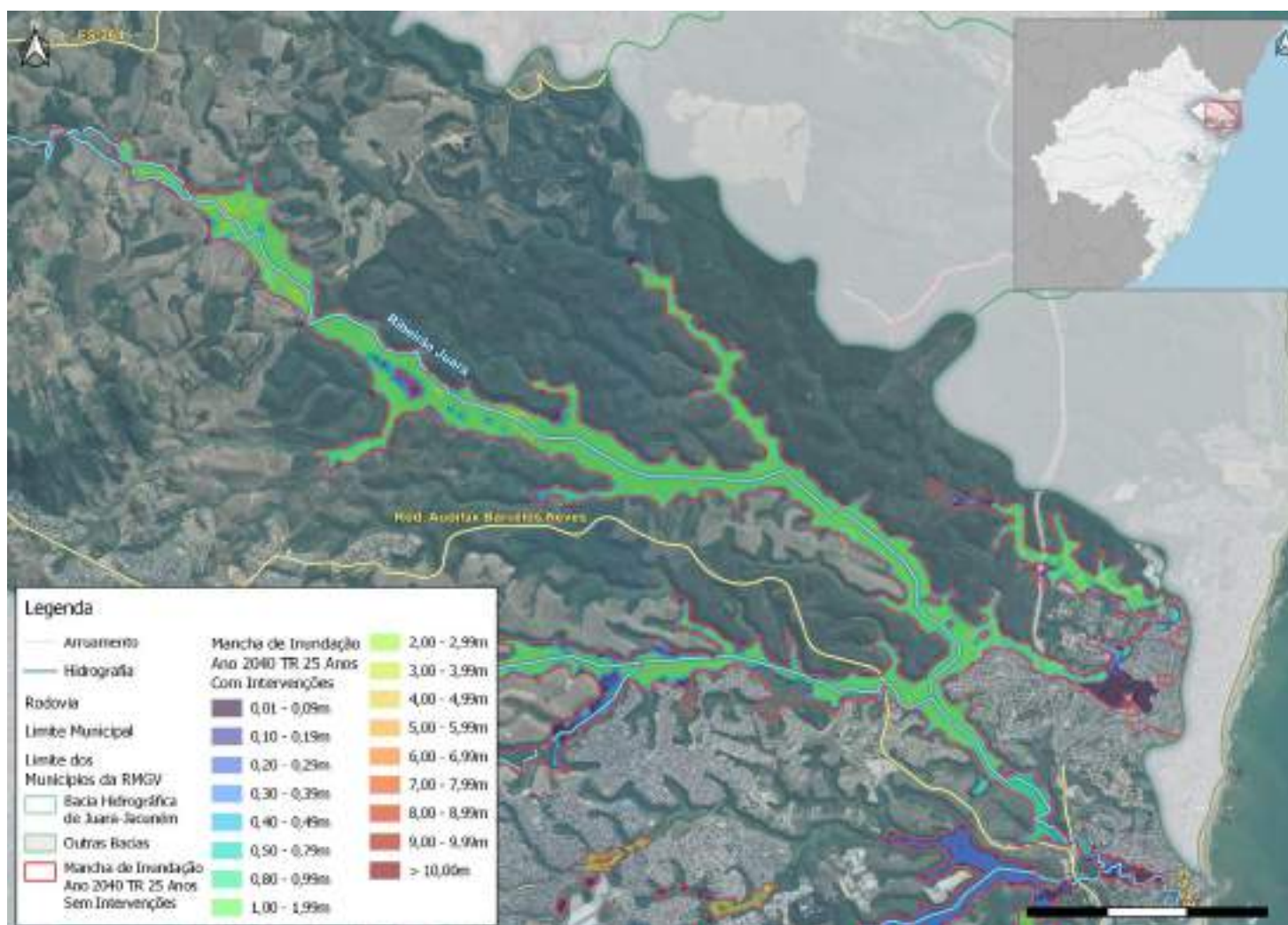


Figura 55 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (com zoom na Lagoa Juara) – ALTERNATIVA 01.

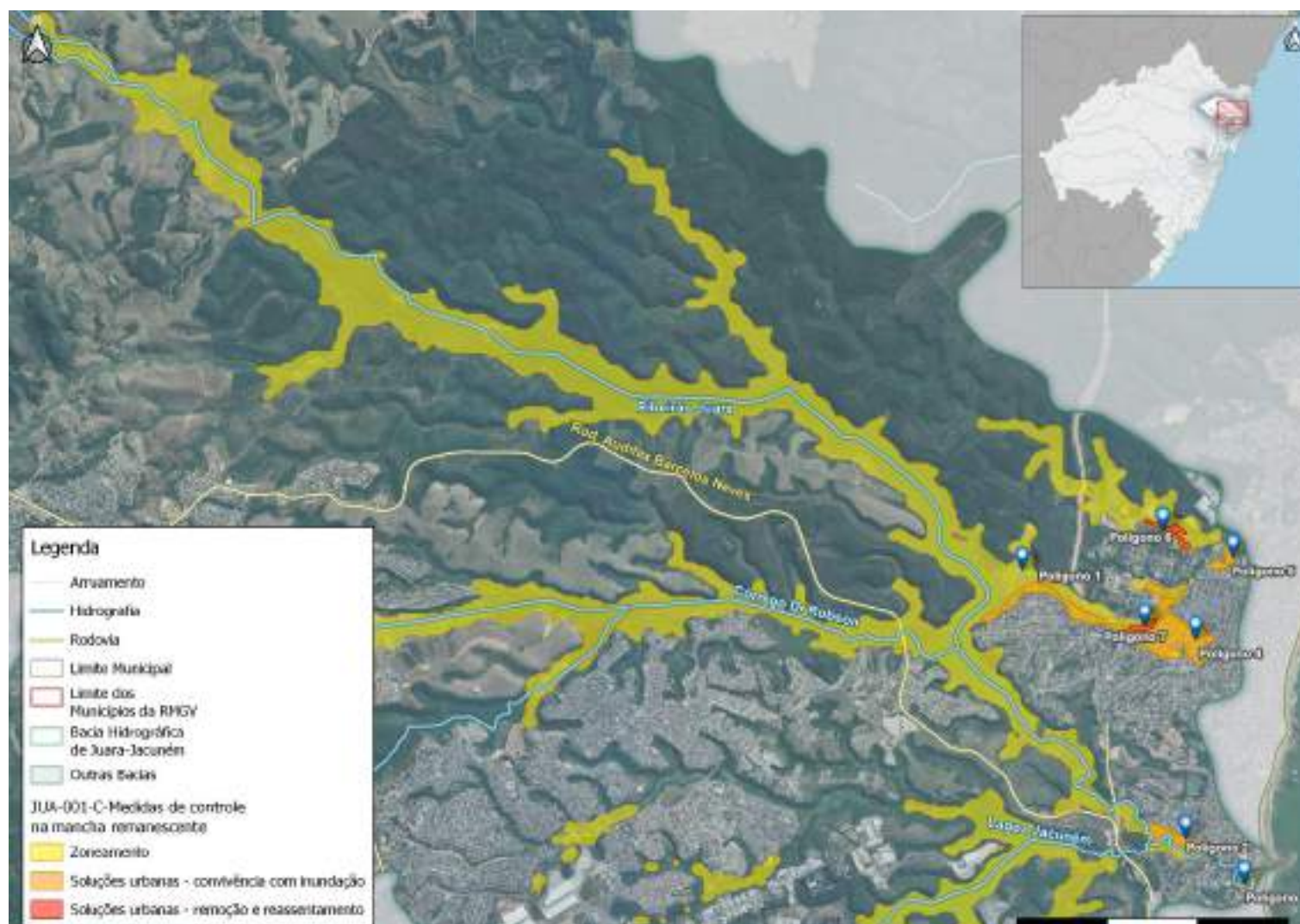


Figura 56 – Detalhamento da Intervenção JUA-001-C.



Figura 57 – Detalhe da intervenção JUA-001-C – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.

Alternativa 2

- JUA-002-A - Medidas de controle na mancha remanescente

Comparativamente com a Alternativa 1, neste caso nota-se um avanço do impacto da mancha para dentro do Bairro das Laranjeiras, levando à extensão da demanda por soluções adaptativas. Locais antes caracterizados como de baixo risco com lâmina d'água até 1m de altura passam a demandar remoção e reassentamento da população.

De modo geral, para os casos de soluções adaptativas, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos. Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade. À exceção são os casos em que se faz necessária a remoção e reassentamento da população devido à persistência do risco.

A Tabela 24 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 24 – Resumo das proposições da intervenção JUA-002-A

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – 2E Zoneamento
•	Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (11,7 hectares)
•	Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (0,7 hectare)
•	Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (128,0 hectares)
•	Polígono 5 – 1B Remoção e Reassentamento (140 domicílios) + Parque Alagável (3,9 hectares)
•	Polígono 6 – 1B Remoção e Reassentamento (70 domicílios) + Parque Alagável (4,0 hectares)
•	Polígono 7 – 1 B Remoção e Reassentamento (140 domicílios) + Parque Alagável (2,3 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 58 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. Por fim, a Figura 59 detalha a intervenção JAB-001-B, destacando as áreas de requalificação.

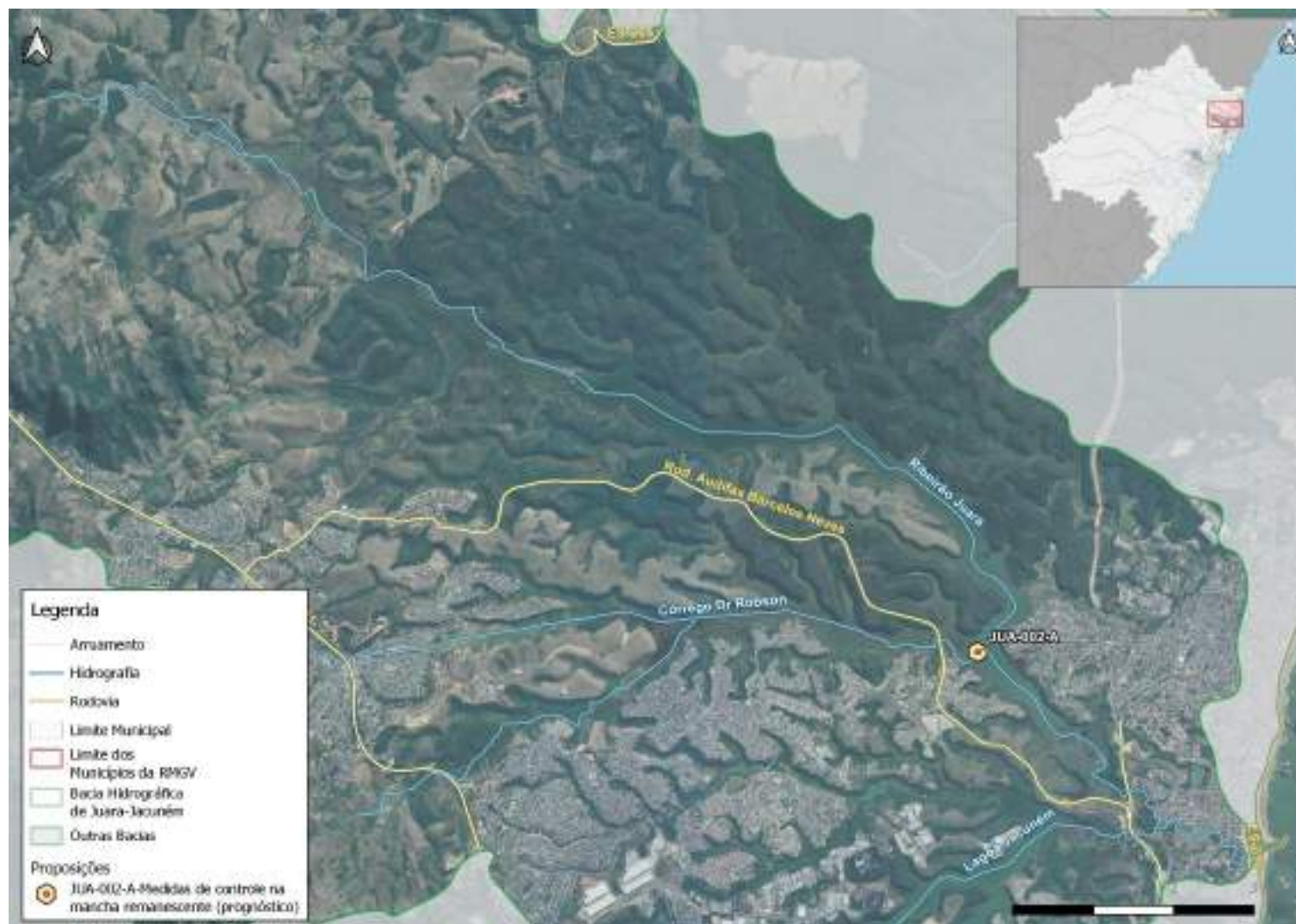


Figura 58 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (com ampliação na Lagoa Juara) – ALTERNATIVA 02.

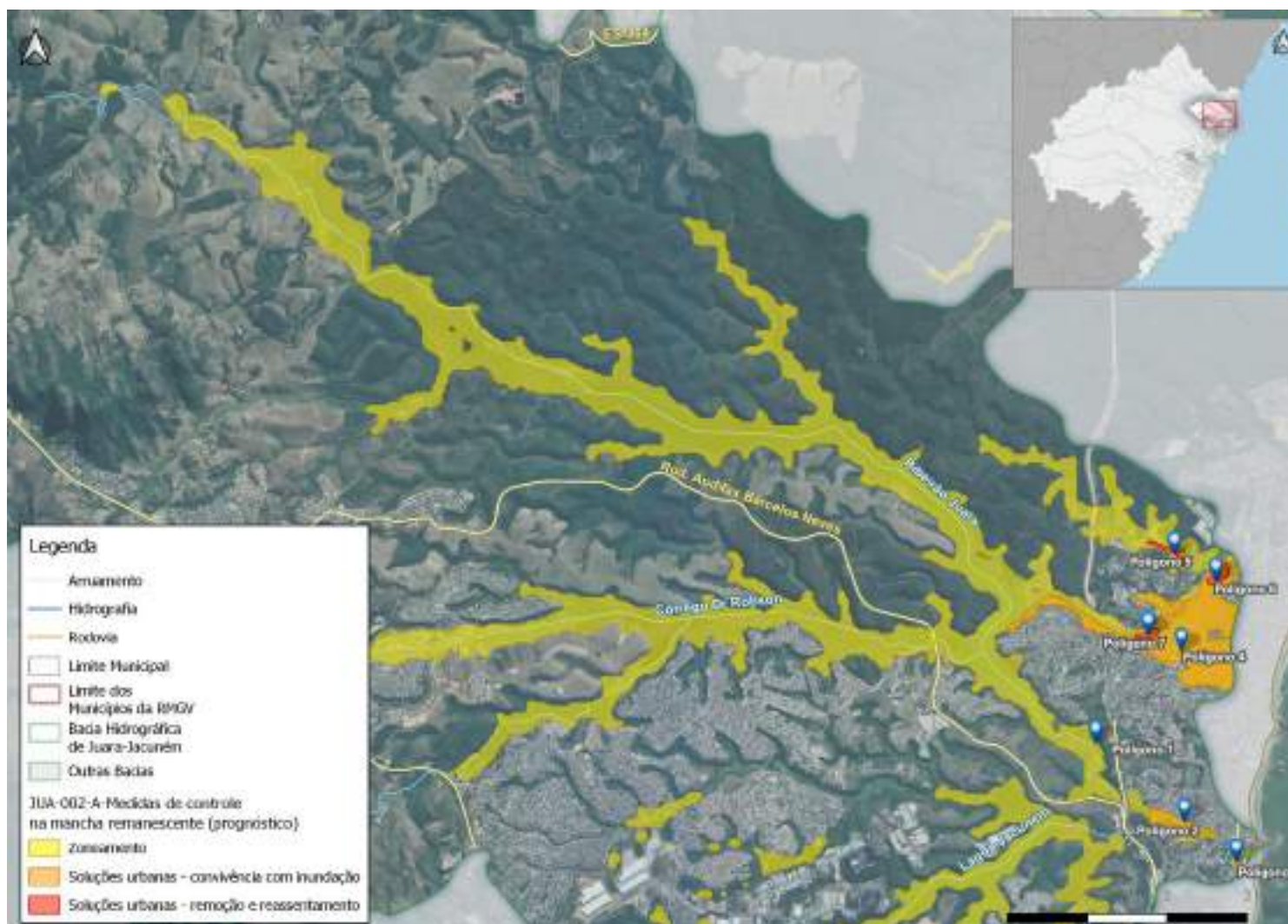


Figura 59 – Detalhamento da Intervenção JUA-002-A

3.1.7 Lagoa Jacuném

A Tabela 25 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para a Lagoa Jacuném.

Tabela 25 – Alternativas Jacuném

Alternativas	Código	Proposições
1	JAC-001-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir é descrita a única alternativa considerada para a Lagoa Jacuném com a respectiva intervenção.

Alternativa 1

- JAC-001-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Na Lagoa Juara são perceptíveis três regiões onde a mancha remanescente afeta áreas urbanizadas.

A primeira área se localiza nas proximidades dos bairros Planície da Serra e Parque Res de Tubarão onde a mancha impacta edificações que avançam na várzea da Lagoa. Há a necessidade de remoção e reassentamento dos edifícios afetados por mancha acima de 1m, também sendo necessária a implantação de solução adaptativas nas edificações cujo risco é aceitável.

A segunda área ocorre nas proximidades da Avenida Martin Pescador e da Avenida João Pinheiro. A situação é a mesma que a primeira área, demandando tanto soluções adaptativas quanto remoção e reassentamento. Por último, a terceira região mais ao sul, se localiza nas proximidades da Avenida Macanaíba, também se repetindo as mesmas soluções que os dois casos anteriores.

De modo geral, para os casos de soluções adaptativas, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos. Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade. À exceção são os casos em que se faz necessária a remoção e reassentamento da população devido à persistência do risco.

A Tabela 26 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

(prognóstico).

Tabela 26 – Resumo das proposições da intervenção JAC-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B 7 Soluções Adaptativas (1,3 hectare) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (1,3 hectare) • Polígono 4 – 1B Remoção e Reassentamento (10 domicílios) + Parque Alagável (1,5 hectare) • Polígono 5 – 1B Remoção e Reassentamento (50 domicílios) + Parque Alagável (2,5 hectares) • Polígono 6 – 2B Soluções Adaptativas (0,4 hectare) • Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (0,8 hectare) • Polígono 8 – 2B Soluções Adaptativas (1,2 hectare) • Polígono 9 – 1B Remoção e Reassentamento (70 domicílios) + Parque Alagável (2,2 hectares) • Polígono 10 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (1,9 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 60 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a Lagoa Jacuném. Por fim, a Figura 61 detalha a intervenção JAC-001-A, destacando as áreas de requalificação.

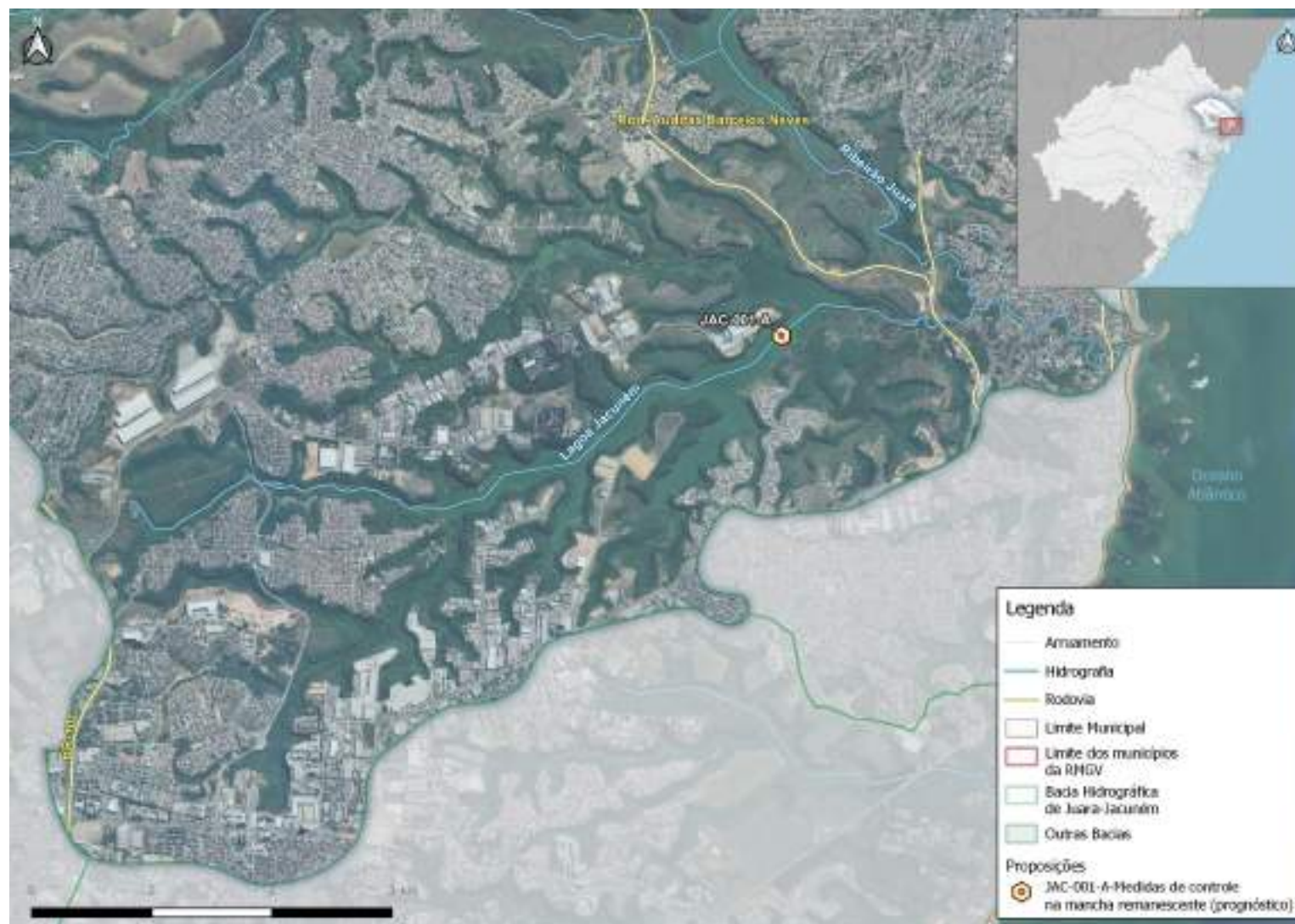


Figura 60 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (com zoom na Lagoa Jacuném) – ALTERNATIVA 01

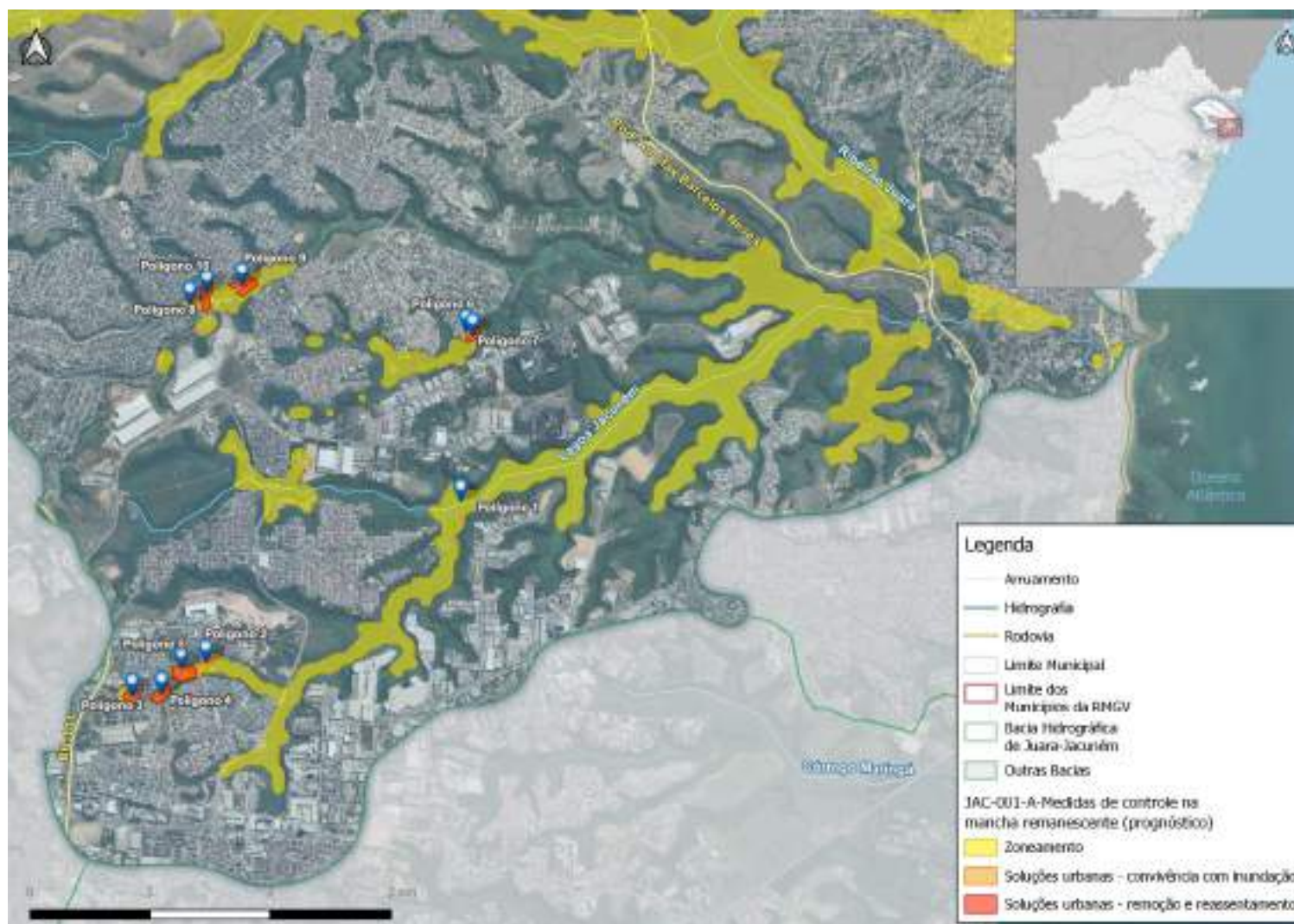


Figura 61 – Detalhamento da Intervenção JAC-001-A.



Figura 62 – Detalhe da intervenção JAC-001-A – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção

3.1.8 Córrego Doutor Robson

A Tabela 27 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Córrego Doutor Robson.

Tabela 27 – Alternativas Córrego Doutor Robson

Alternativas	Código	Proposições
1	ROB-001-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano
	ROB-001-B	Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)
2	ROB-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do Córrego Doutor Robson com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- ROB-001-A - Aumento da condutividade da seção no trecho urbano a montante

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica da seção do corpo hídrico no trecho de interseção entre a rua Tamoios e a rua Manoel Jacinto da Silva e 100 metros a jusante da intercessão do córrego com a avenida Montanha. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas adjacentes ao corpo hídrico, as quais incluem vias públicas e áreas de povoamento.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela ampliação e aumento de condutividade de cerca de 1,65 km da calha do córrego no trecho urbano. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do córrego ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta nos trechos diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria a ser 0,02. Os valores de Manning referem-se ao revestimento de gabião de acordo com a classificação de CHOW (1959).

Propõe-se a conformação da seção, com geometria retangular e as seguintes dimensões:

H = 1,5 m de altura,

b = 10 m de largura.



Figura 63 – Seção tipo da alternativa ROB-001-A.

A intervenção proposta está indicada na Figura 63, acima, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 364329,00 m E / 7773309,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 365893,00 m E / 7773423,00 m S.

- ROB-001-B - Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)

A mancha remanescente não afeta área urbanizada, sendo proposto apenas o zoneamento de inundação, de modo a restringir a ocupação de áreas de risco de inundação.

A Tabela 28 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 28 – Resumo das proposições da intervenção ROB-001-B

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 64 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para o Córrego Doutor Robson. A Figura 65 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, a Figura 66 detalha a intervenção ROB-001-B, destacando as áreas de requalificação.

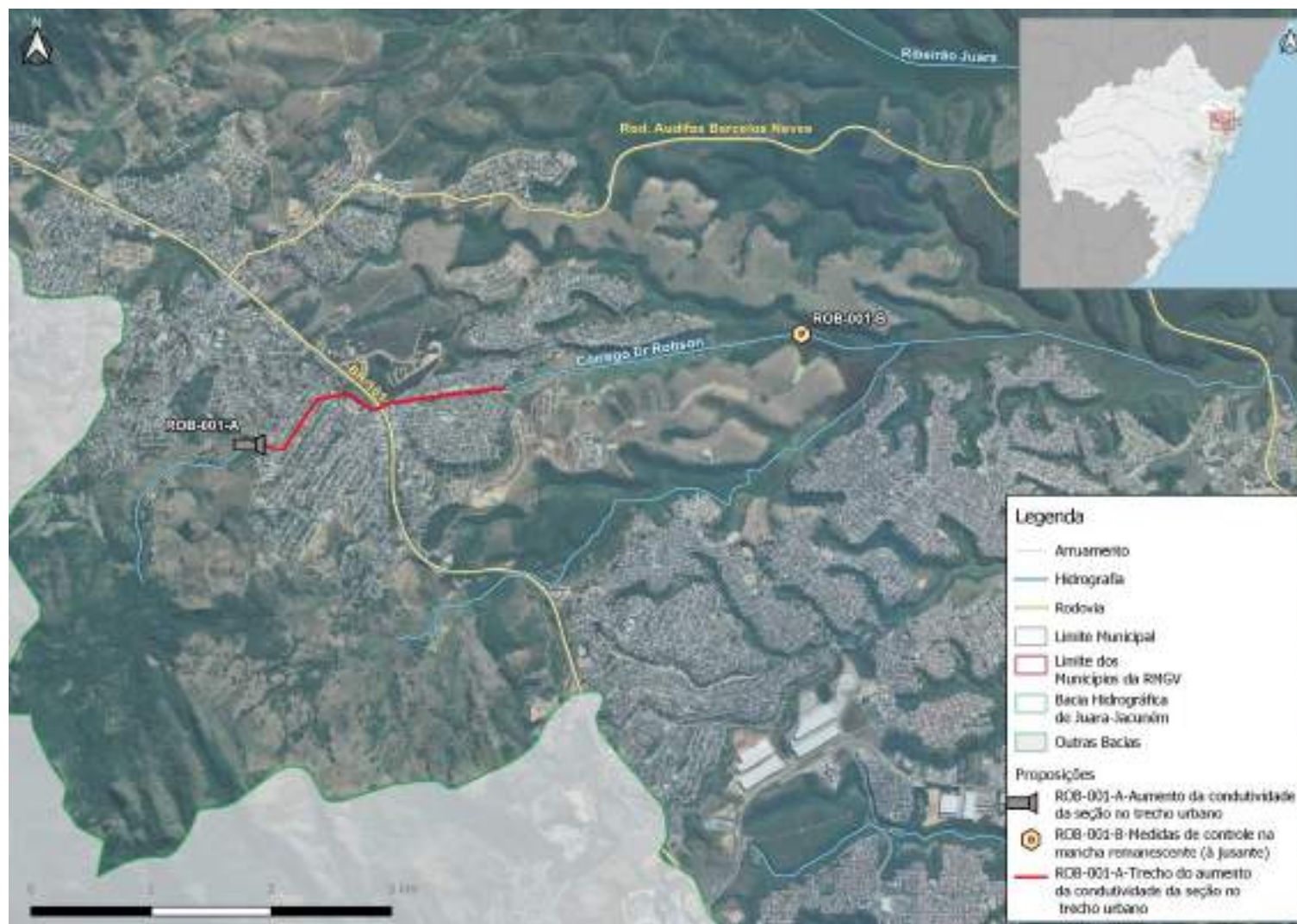


Figura 64 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (zoom no Córrego Dr. Robson) – ALTERNATIVA 01

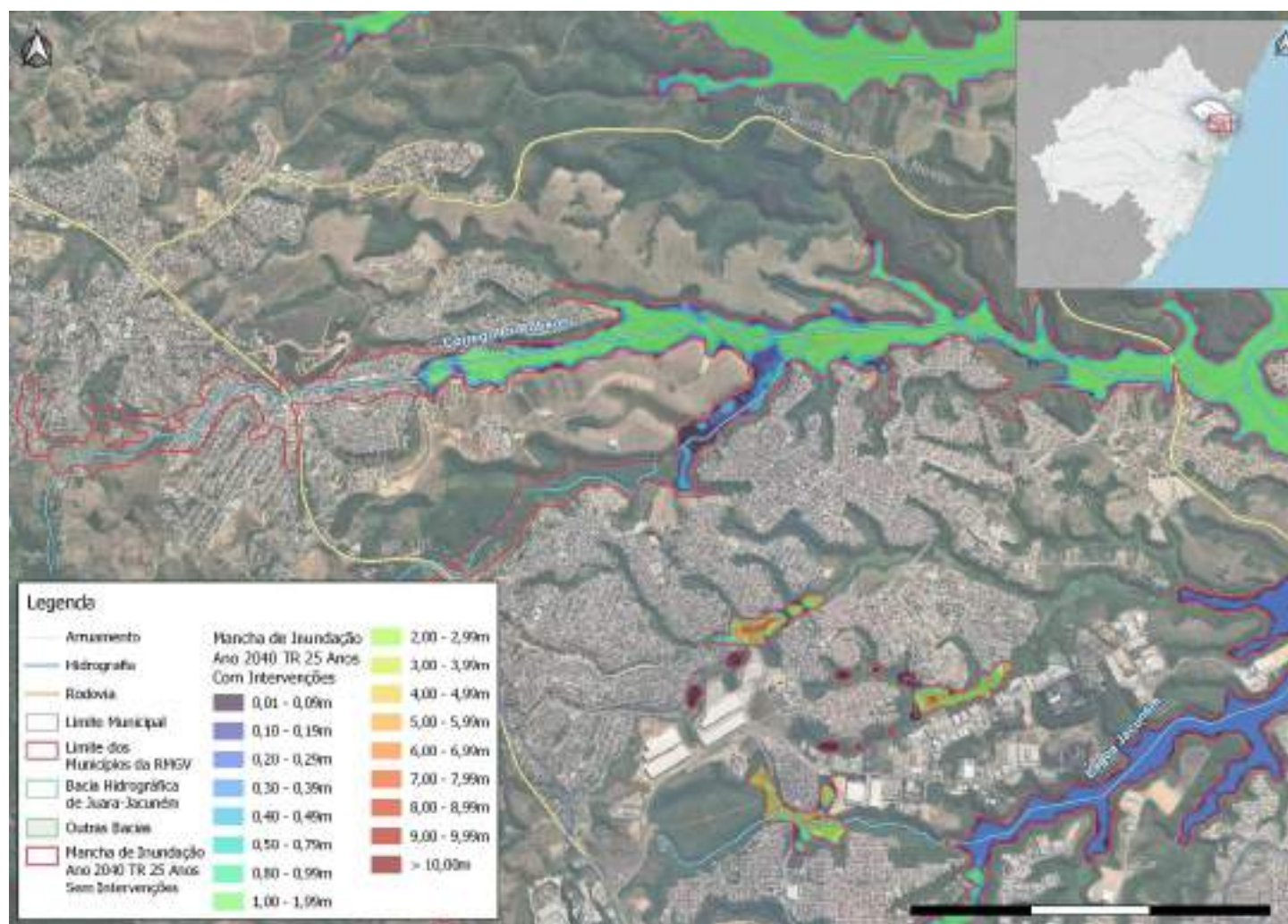


Figura 65 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação no Córrego Dr. Robson) – ALTERNATIVA 01.

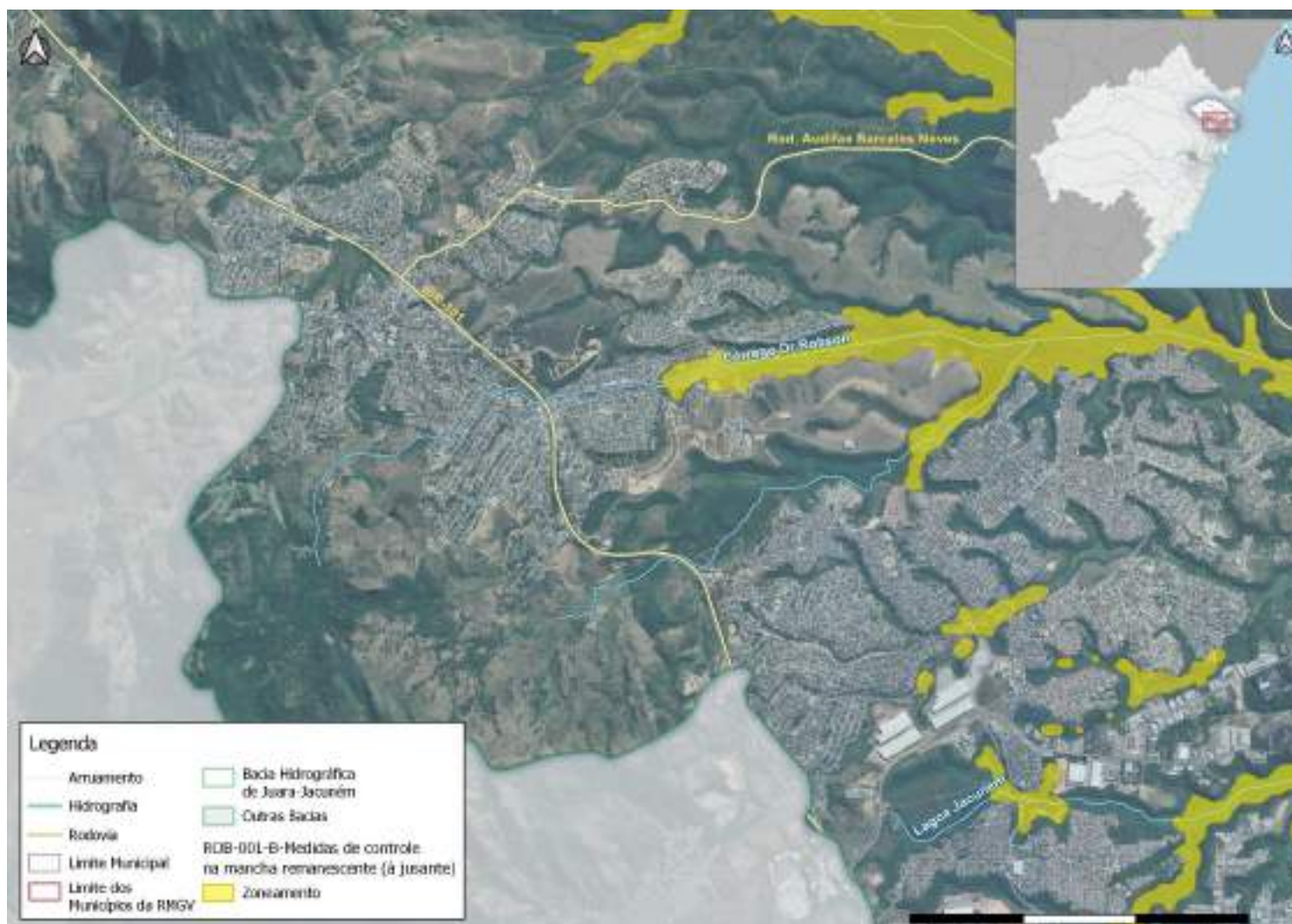


Figura 66 – Detalhamento da Intervenção ROB-001-B

Alternativa 2

- ROB-002-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Na condição de prognóstico as manchas de inundação na bacia do córrego Doutor Robson, revelam um quadro de grandes impactos decorrente das inundações, especialmente nas áreas urbanizadas consolidada; gerando um quadro de maior gravidade com grandes riscos de prejuízos patrimoniais e de preservação de vidas humanas. Especialmente na travessia da BR 101 as alturas das lâminas podem atingir até 2m, ocasionando a necessidade de remoções em maior escala.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratarem-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reserva dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

Na região das nascentes o leito do córrego está canalizado e enterrado em uma área de urbanização precária ou incompleta no tocante às infraestruturas urbanas.

Logo após essa área, seguindo seu curso, o córrego novamente aflora em leito aberto em uma área não urbanizada de grande extensão, para novamente ser canalizado e enterrado até a confluência com a Rodovia BR 101 onde após uma passagem volta a ter seu leito aflorado em uma área urbanizada, porém com a preservação das margens desocupadas (APPs).

Nas áreas urbanizadas, a modelagem mostra, alturas da lâmina d'água atinge os limites determinados como passíveis de convivência com as inundações (abaixo de 1 m de altura); demandando, portanto, medidas de Requalificação Urbana e de adaptação das próprias edificações.

Por sua vez, a existência de áreas livres (não urbanizadas entre esses dois trechos urbanizados, representa uma possibilidade de se explorar tais áreas como áreas de reserva, com a implantação de sistemas de parques alagáveis atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

A mesma situação é observada após o trecho enterrado sob a avenida Argentina e a travessia da BR 101 onde o afloramento e a existência das APPs permitem a implantação de um Parque Linear.

Porém, entre as avenidas Bela Vista e São Francisco há um conjunto de construções executadas de forma irregular nas faixas de APP, com exposição a situação de risco. Nesse trecho, considerando tanto a situação de risco, quanto a irregularidade da ocupação da APP, recomenda-se, a remoção integral dos imóveis, com previsão de realocação de sua população dentro de um perímetro que atenda às necessidades essenciais e mantenham os vínculos sociais locais.

É importante ressaltar que o enfrentamento das questões de drenagem nessa bacia, permitem com criação dos Parques públicos, viabilizar a complementação das redes

de infraestrutura e de equipamentos de interesse público para essa população considerada nesse Plano como Requalificação Urbana.

Reitera-se, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas a partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reservação dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

A Tabela 29 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 29 – Resumo das proposições da intervenção ROB-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (21,5 hectares) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (380 domicílios) + Parque Alagável (8,5 hectares) • Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (18,2 hectares) • Polígono 5 – 1B Remoção e Reassentamento (560 domicílios) + Parque Alagável (16,5 hectare) • Polígono 6 – 2B Soluções Adaptativas (6,6 hectares) • Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (2,0 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 67 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. Por fim, a Figura 68 detalha a intervenção JAB-001-B, destacando as áreas de requalificação.



Figura 67 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Juara-Jacuném (zoom no Córrego Dr. Robson) – ALTERNATIVA 02

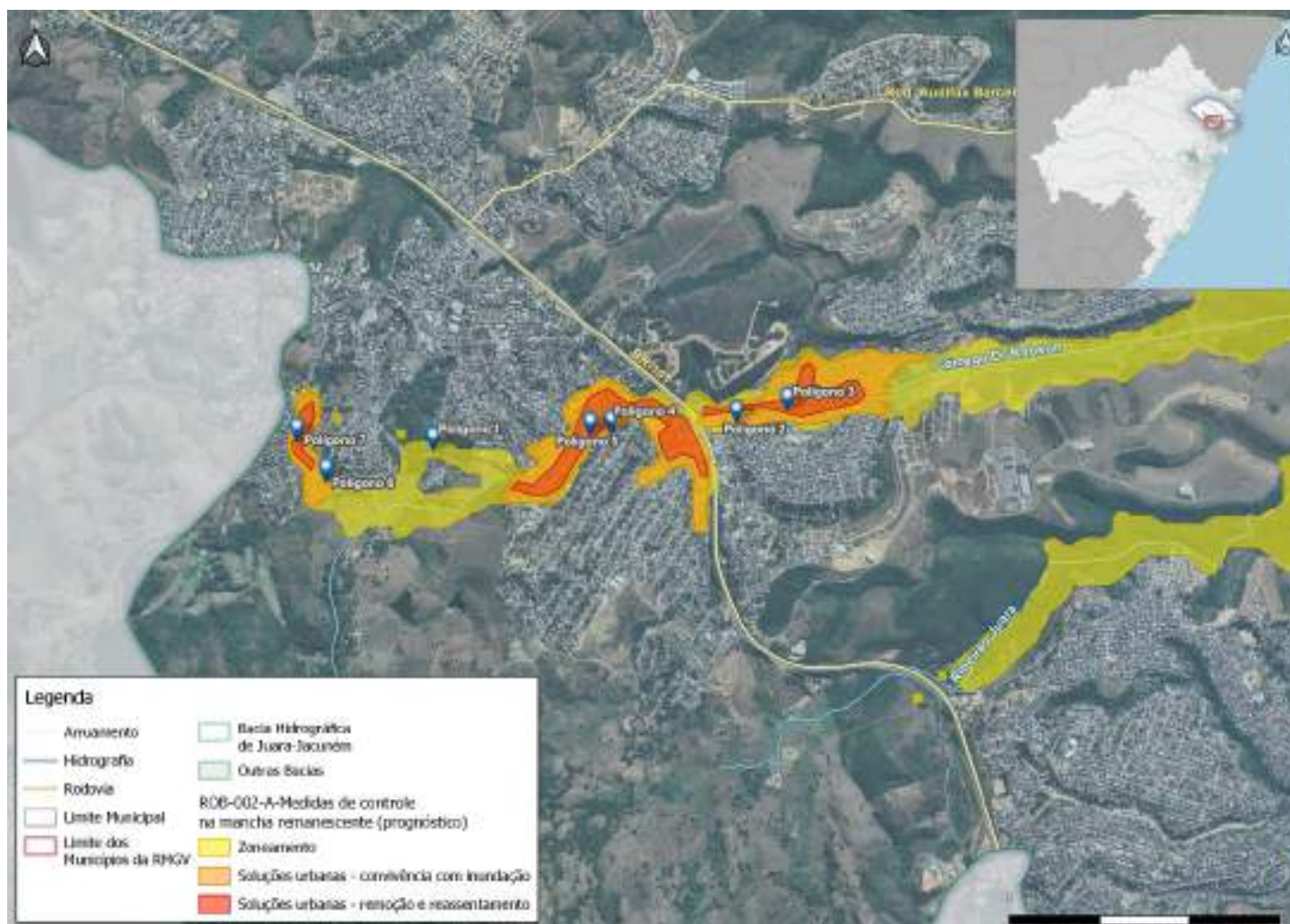


Figura 68 – Detalhamento da Intervenção ROB-002-A

Bacia Hidrográfica de Manguinhos-Maringá

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros Novo Horizonte e Chácara Parreiral, nas adjacências do Rio Manguinhos; dos bairros de Morada de Laranjeiras e Nova Zelândia, nas adjacências do Rio Maringá, e do bairro de Manguinhos, onde se localizam as fozes dos rios citados, todos do município de Serra, seriam impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário, portanto, prever medidas estruturais ou não estruturais, visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 69, a seguir, apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica de Manguinhos-Maringá.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

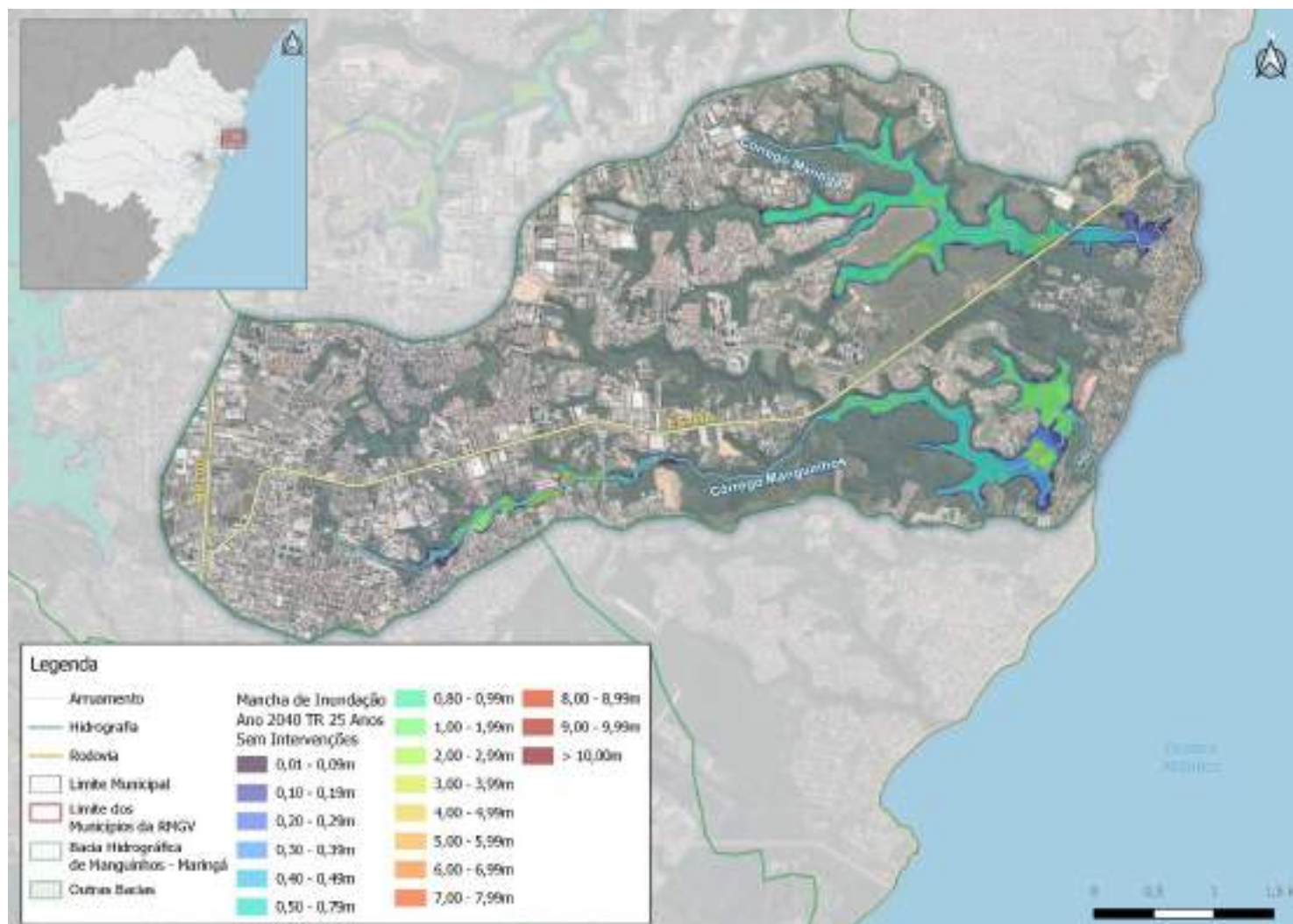


Figura 69 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia de Manguinhos-Maringá

3.1.9 Córrego Manguinhos

A Tabela 30 a seguir apresenta o resumo da alternativa considerada para o Córrego Manguinhos.

Tabela 30 – Alternativas Manguinhos

Alternativas	Código	Proposições
1	MAN-001-A	Aumento de condutividade de seção da ponte a montante (avenida industrial)
	MAN-001-B	Consolidação de seção em estrutura de proteção hidráulica (ponte avenida Bicanga)
	MAN-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente
2	MAN-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do Córrego Manguinhos com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- MAN-001-A – Aumento de condutividade de seção da ponte a montante (avenida industrial)

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do córrego Manguinhos, na região da ponte localizada na Avenida Industrial, sobre o córrego Manguinhos. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas adjacentes ao corpo hídrico, principalmente, à montante da ponte, onde se localizam vias públicas e áreas de povoamento.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização de cerca de 40 metros da calha do rio na região da ponte da Avenida Industrial, a qual conecta a Rodovia ES-010 com a Avenida Brasil. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma.

Propõe-se a conformação da seção do canal, para o tipo trapezoidal, com as seguintes dimensões:

H = 1 de altura,

B = 5 m de largura na superfície e

b = 4 m de base.

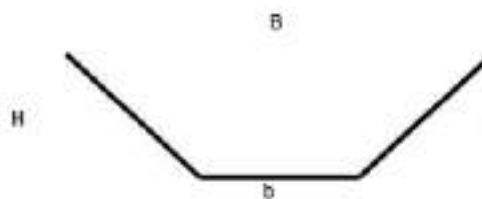


Figura 70 – Seção tipo da alternativa MAN-001-A.

A intervenção proposta está indicada na Figura 70, acima, e tem coordenada aproximada (UTM24 SIRGAS 2000):

Ponto de intervenção: 370680,00 m E / 7764808,00 m S.

- MAN-001-B – Consolidação de seção em estrutura de proteção hidráulica (ponte avenida Bicanga)

A medida proposta tem a função de controlar a vazão ofertada à jusante da ponte, a qual está localizada na Avenida Bicanga, sobre o Córrego Manguinhos. Através da conformação do canal nesse local, estabelece-se uma estrutura de controle de vazão de modo a evitar a inundação das áreas adjacentes ao corpo hídrico nas áreas à jusante da ponte, na região de povoamento próxima à costa. Desse modo, otimiza-se o controle de vazão que ocorre atualmente através da interferência imposta pela estrutura da ponte.

- MAN-001-C – Medidas de controle na mancha remanescente

Na bacia do rio Manguinhos a mancha remanescente acompanha o curso do leito aberto em cujo vale corre, em paralelo, a ES 010 ao norte, em uma região de ocupação urbana de grandes lotes industriais e de logística.

O trecho em tela mostra o fundo do vale do rio com APPs, parcialmente desocupadas. Há um traçado viário composto de ruas transversais ao curso do rio com características de urbanização precária e sujeitas às inundações.

As alturas das lâminas d'água, por sua vez, não superam o limite de 1m adotado como referência, excluindo, portanto, a previsão de remoções. No entanto, face a precariedade flagrante, exigem um esforço de Requalificação urbana que contemple obras de infraestruturas e adequações das edificações existentes.

Para as situações de ocupação irregular das APPs, recomenda-se a avaliação precisa in loco para avaliar a necessidade de eventuais remoções.

Reiteramos, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas a partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da

elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reservação dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

Também se deve desenvolver ações educativas e informativas que estimulem o exercício de atitudes que contribuam para manutenção dos corpos hídricos e sem esgoto lançado em seu leito bem como os parques lineares. Tais ações serão detalhadas no Produto 08

A Tabela 31 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 31 – Resumo das proposições da intervenção MAN-001-C

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 71 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para o Córrego Manguinhos. A Figura 72 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, a Figura 73 detalha a intervenção MAN-001-C.

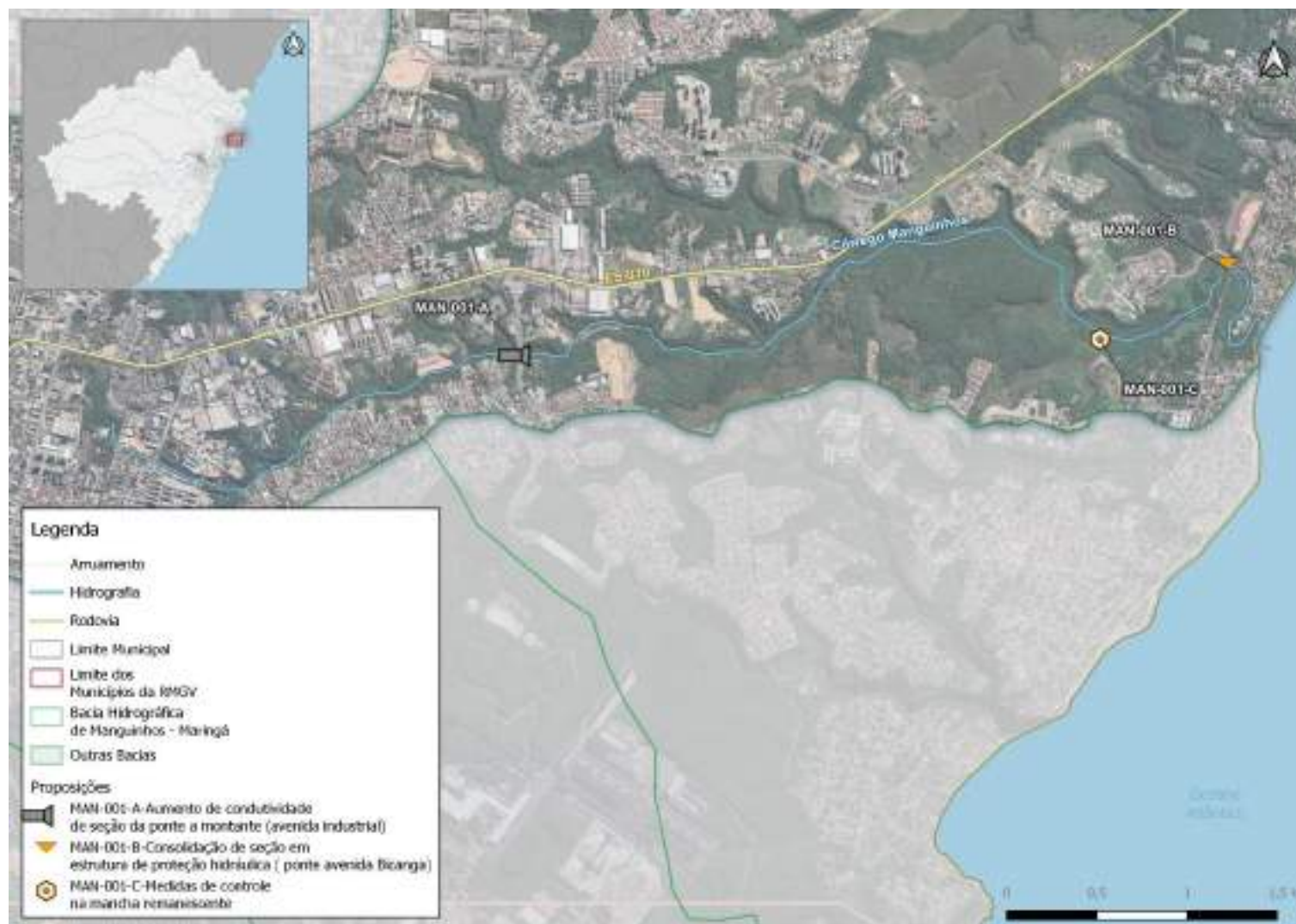


Figura 71 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Manguinhos Maringá (zoom Córrego Manguinhos) – ALTERNATIVA 01

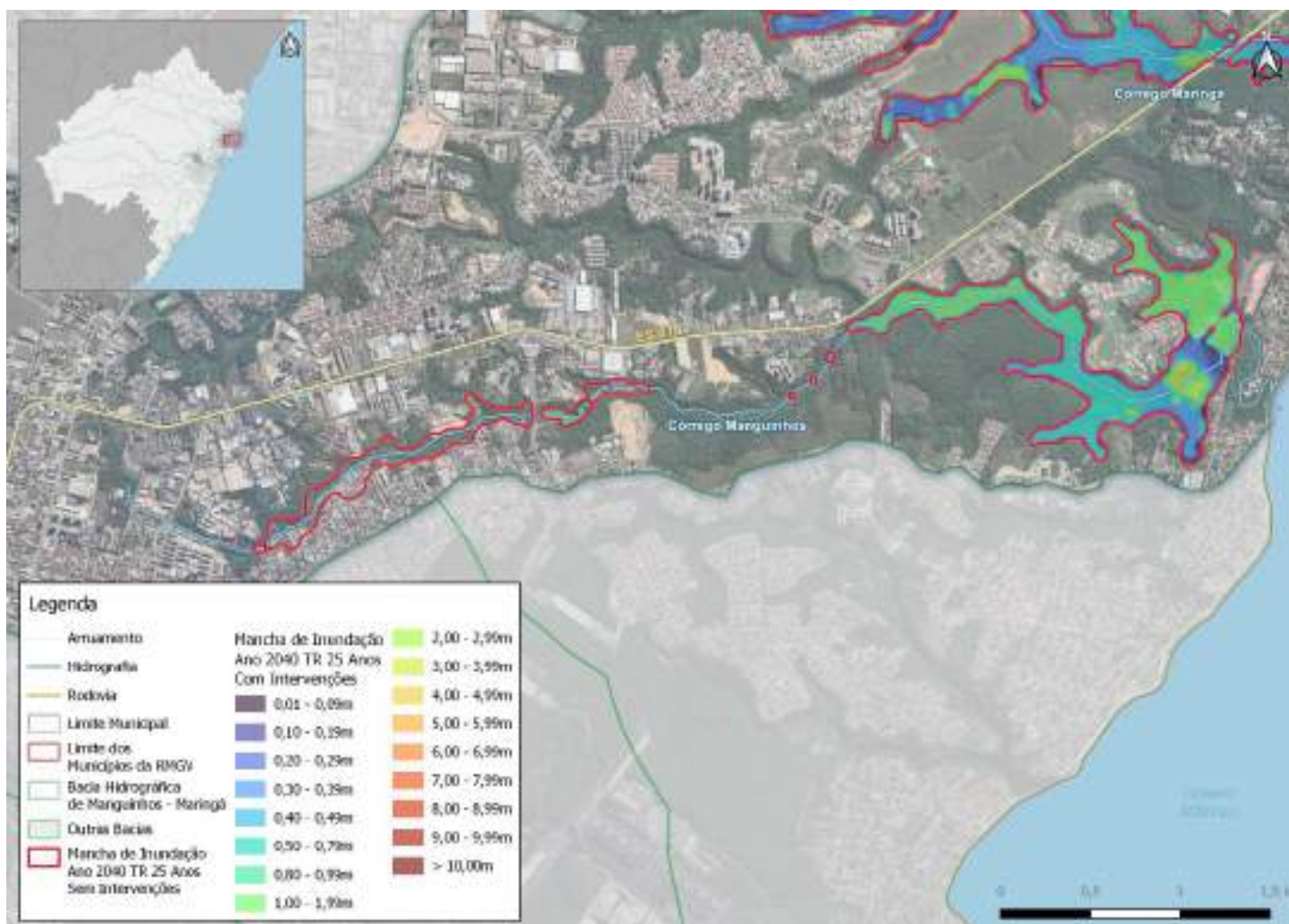


Figura 72 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica Manguinhos Maringá (zoom no Córrego Manguinhos) – ALTERNATIVA 01.

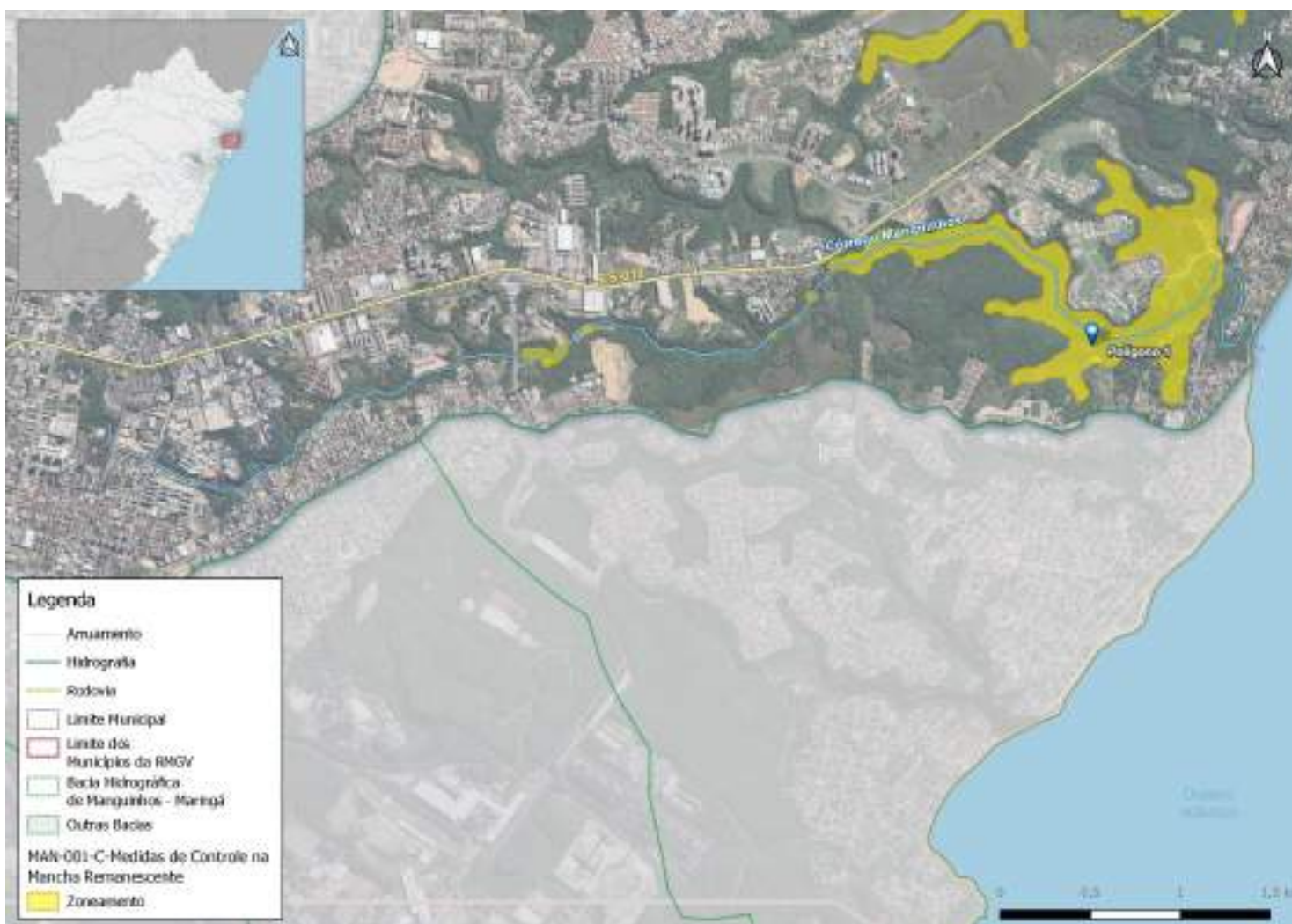


Figura 73 – Detalhamento da Intervenção MAN-001-C

Alternativa 2

- MAN-002-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Na condição do prognóstico o que se altera como visto em situações anteriores, com a ampliação da exposição das populações carentes assentadas mais próximas ao leito nas bordas das APPs com manchas de alturas iguais ou superiores a 1m, implicando, portanto, na necessidade de remoções com o encadeamento de ações complexas do ponto de vista social e financeiro.

Reitera-se, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas a partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reservação dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

Devem ser desenvolvidas ações visando ampliar os conhecimentos da comunidade e seus representantes sobre as questões legais de ocupação de uso e ocupação do solo e as questões ambientais decorrentes da ocupação. Essas ações serão detalhadas no Produto 08.

A Tabela 32 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 32 – Resumo das proposições da intervenção MAN-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (2,1 hectare) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (2,2 hectare) • Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (0,6 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 74 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 para o Córrego Manguinhos. Por fim, a Figura 75 detalha a intervenção MAN-002-A.

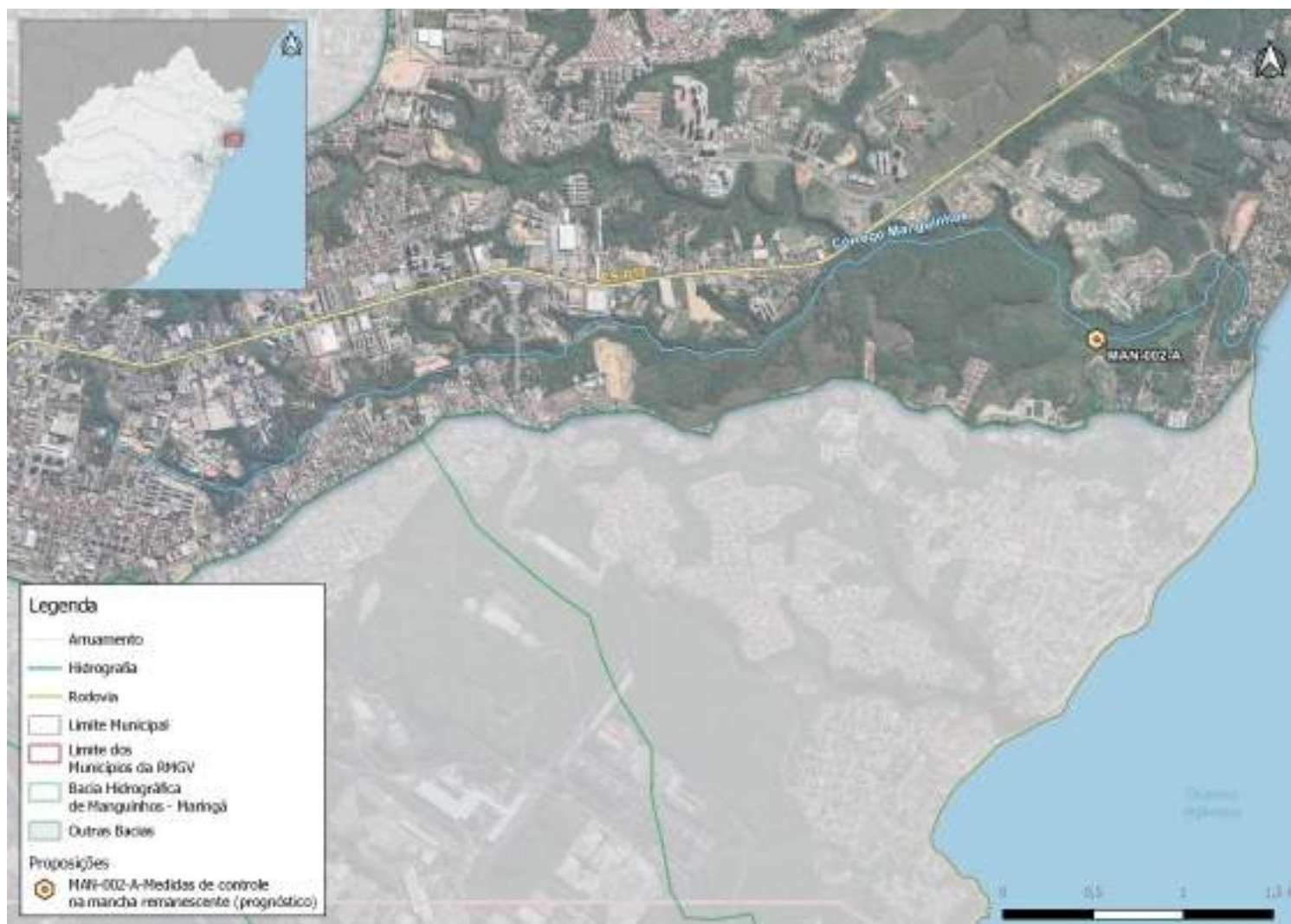


Figura 74 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Manguinhos Maringá (zoom Córrego Manguinhos) – Alternativa 02

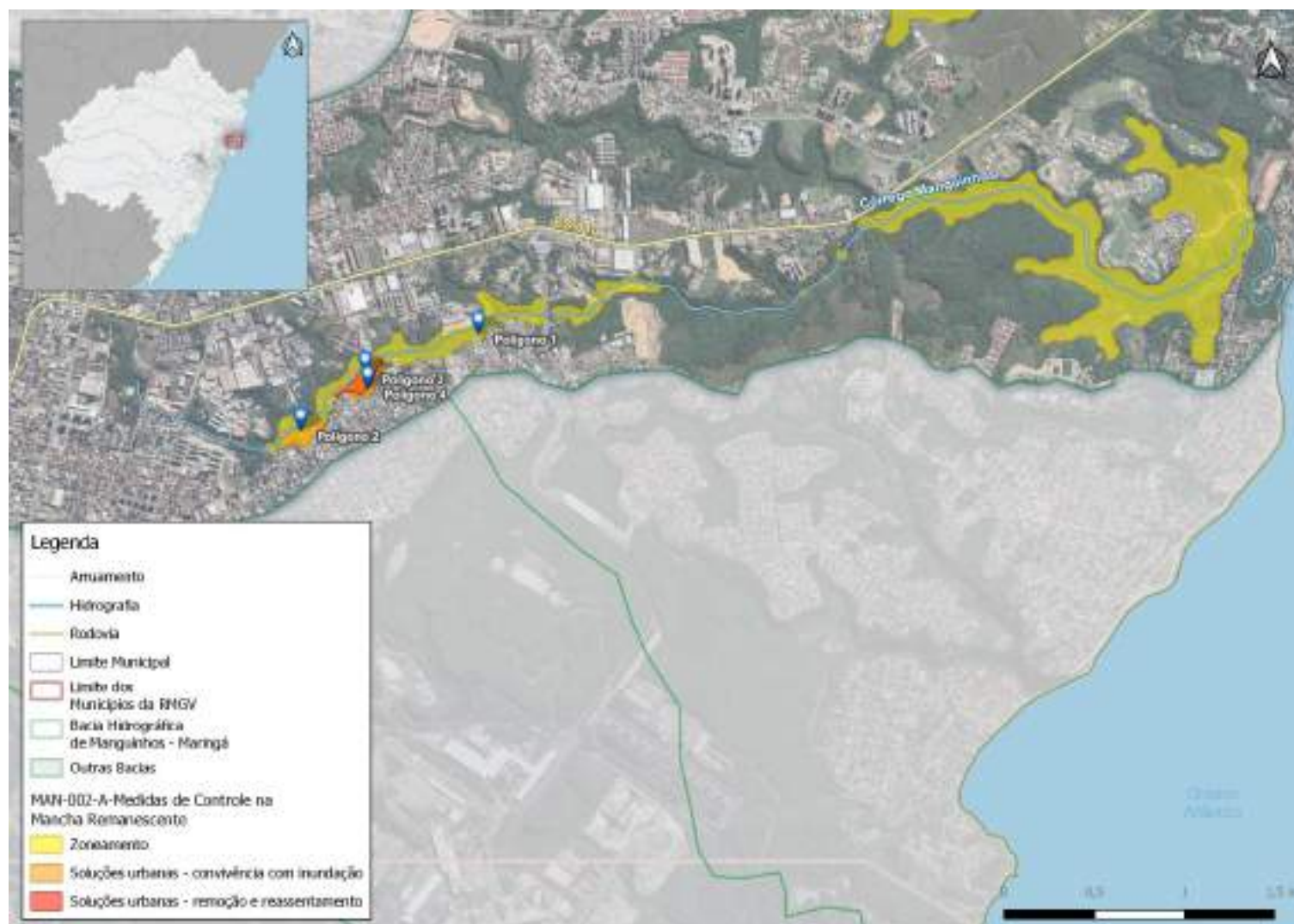


Figura 75 – Detalhamento da Intervenção MAN-002-A.

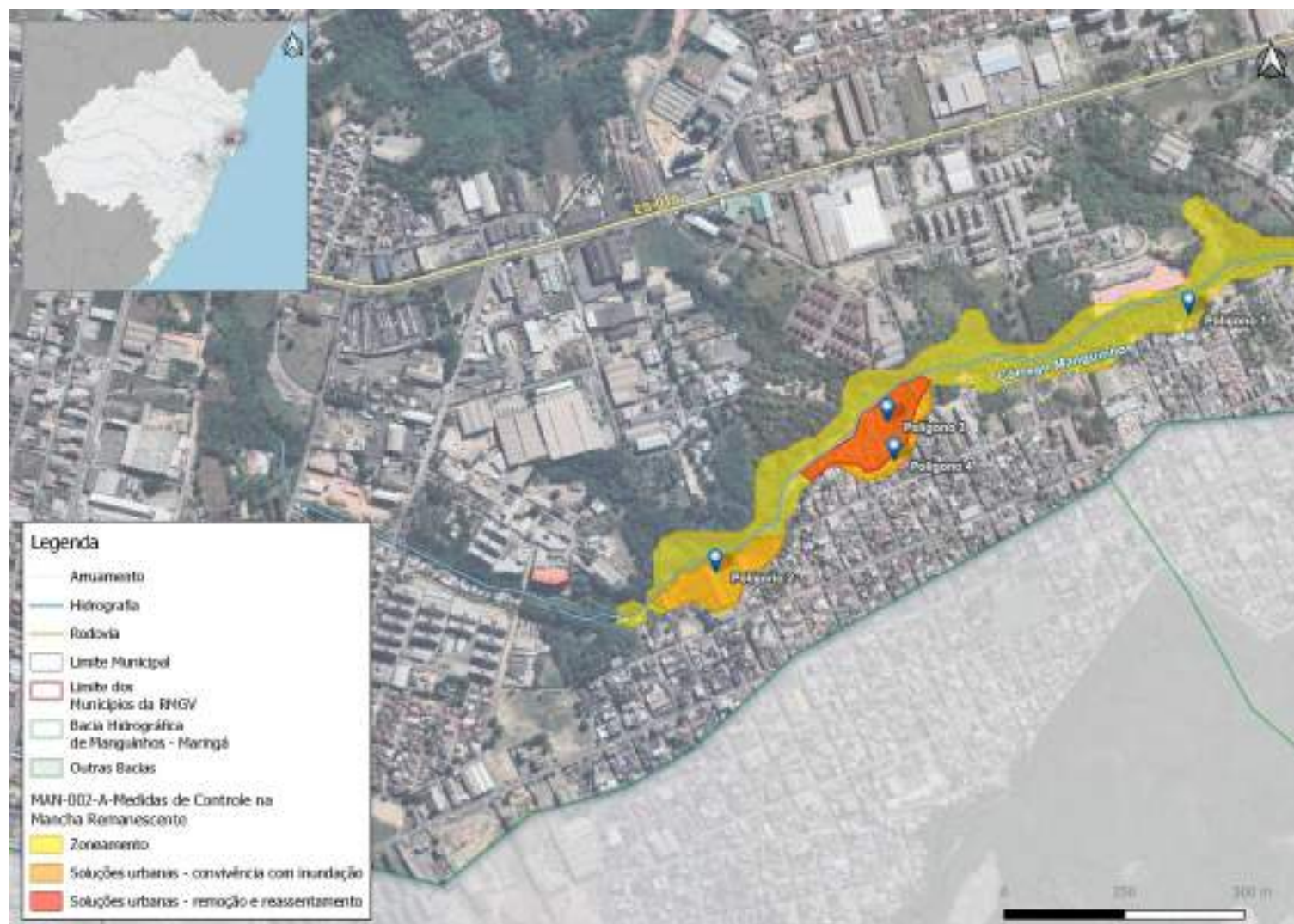


Figura 76 – Detalhamento da Intervenção MAN-002-A (Ampliação).

3.1.10 Córrego Maringá

A Tabela 33 a seguir apresenta o resumo da alternativa considerada para o Córrego Manguinhos.

Tabela 33 – Alternativas Maringá

Alternativas	Código	Proposições
1	MAR-001-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir é descrita a única alternativa do Córrego Maringá com a respectiva intervenção.

Alternativa 1

- MAR-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente

Na bacia do rio Maringá a mancha remanescente acompanha o curso do leito aberto em cujo vale corre em direção à foz na praia da Enseada, tendo uma travessia na ES 010. Trata-se de uma área de transição urbano-rural com a presença de grandes áreas vegetadas e a preservação das APPs. Ao aproximar-se da praia a urbanização consolidada com tipologias construtivas de padrão médio alto e padrão médio

As alturas das lâminas d'água, por sua vez, não superam o limite de 1m adotado como referência, excluindo, portanto, a previsão de remoções, recomendando-se, porém, a inserção das manchas nos registros do plano diretor municipal como Área de Inundação, garantindo usos e ocupações adequadas, para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratar-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reserva dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

A Tabela 34 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 34 – Resumo das proposições da intervenção MAR-001-B

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (1,5 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 77 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para o rio Maringá. Por fim, a Figura 78 detalha a intervenção MAR-001-B.



Figura 77 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica Manguinhos Maringá (zoom no Córrego Maringá) – ALTERNATIVA 01

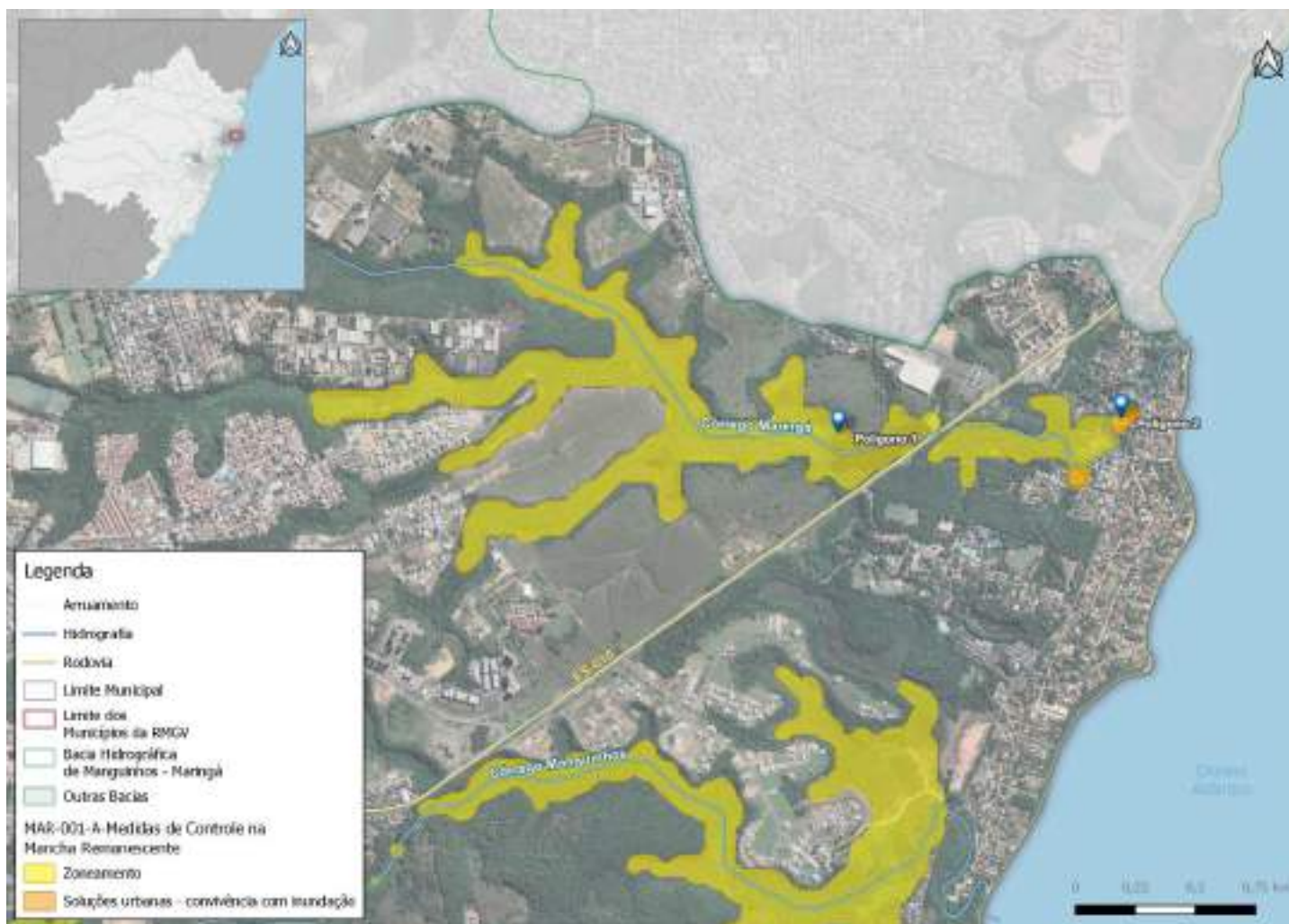


Figura 78 – Detalhamento da Intervenção MAR-001-A

Bacia Hidrográfica do Jucu

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros Santa Luiza, Itararé, Santa Lúcia, Gurigica, Praia do Suá, Bento Ferreira, Horto, Consolação, De Lourdes, Nazareth, Jucutuquara, Monte Belo e Ilha de Santa Maria do município de Vila Velha, dos bairros Centro, Bom Pastor e Universal do município de Viana e dos bairros Marcílio de Noronha, Vila Bethânia e Campo Verde do município de Viana, seriam impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário, portanto, prever medidas estruturais e não estruturais, visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

Entretanto, posteriormente a análise prognóstica apresentada no relatório P4.2 - Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, que utilizou dados recebidos das prefeituras e da SEDURB até dezembro de 2021, foram disponibilizadas novas informações a respeito de obras em fase de licitação e construção, sendo consideradas como irreversíveis, ou seja, o prognóstico apresentado no P4.2 precisou ser atualizado. Assim, foi desenvolvido o Prognóstico Atualizado, com as obras irreversíveis que foram definidas pela SEDURB e pela Prefeitura Municipal de Velha (PMVV).

Além disso, por se tratar de uma bacia com grande dimensão foi necessário, excepcionalmente, criar uma divisão de sub-bacias para melhor organizar as análises e os mapas. As sub-bacias foram divididas da seguinte forma:

- Sub-bacia 1 - Draga
- Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa
- Sub-bacia 3 – Complexo Jucu
- Sub-bacia 4 - Formate
- Sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho

A Figura 79 a seguir apresenta a subdivisão das bacias.

Como alguns corpos hídricos possuem manchas de inundação que se conectam, foi necessário a distinção dos códigos entre as medidas de controle e as medidas estruturais, sendo que as medidas estruturais iniciam com o código derivado do prefixo do rio (EX: Rio da Draga – DRA-001) e as medidas de controle iniciam com o código da sub-bacia (Ex: Sub-bacia 1 – SUB1-001-A).

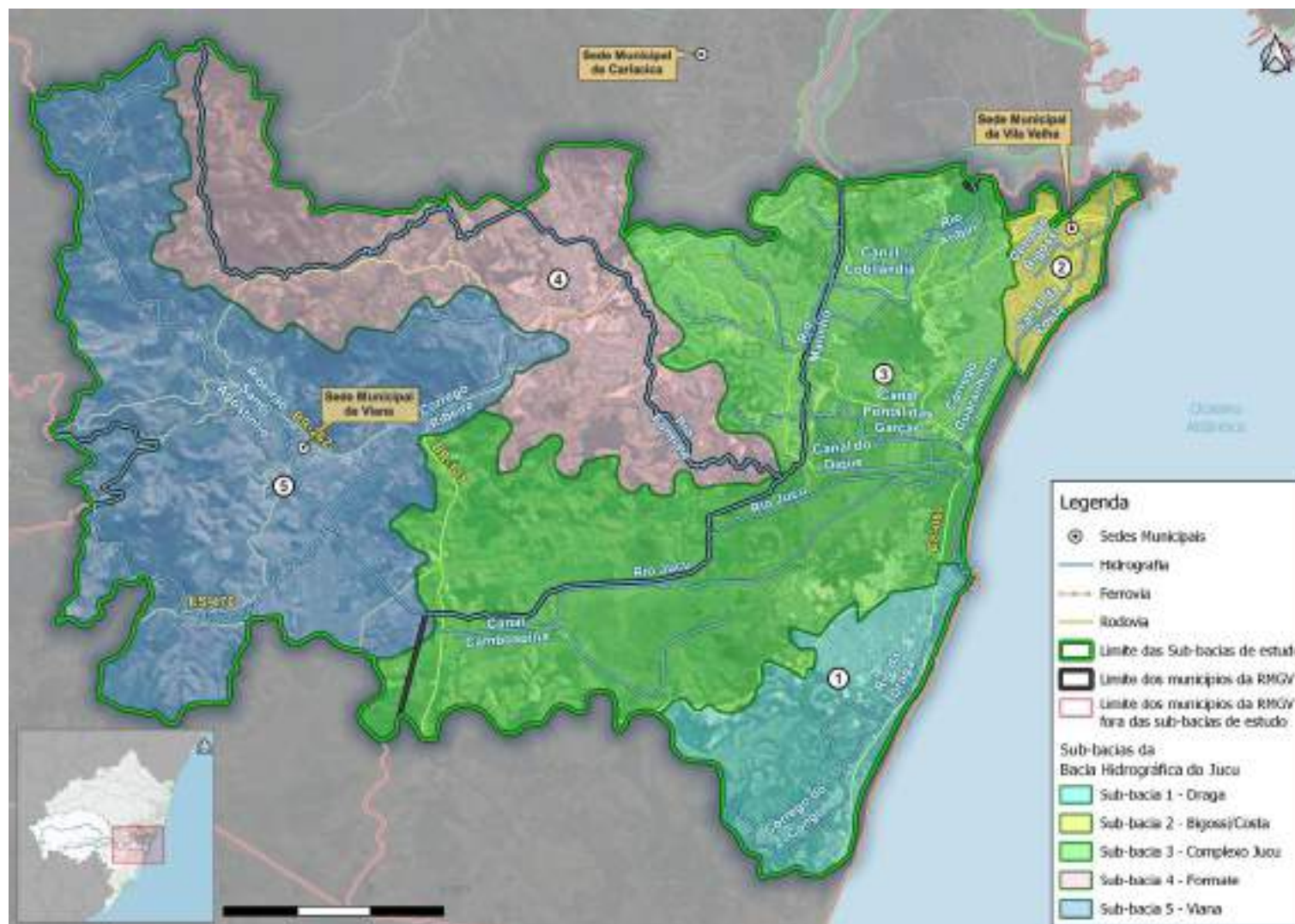


Figura 79 – Divisão das Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Jucu.

3.1.11 Prognóstico Atualizado (Prognóstico 2)

Posteriormente a análise prognóstica apresentada no relatório P4.2 - Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, que utilizou dados recebidos das prefeituras e da SEDURB até dezembro de 2021, foram disponibilizadas novas informações a respeito de obras em fase de licitação e construção, sendo consideradas como irreversíveis, ou seja, o prognóstico apresentado no P4.2 precisou ser atualizado. Assim, foi desenvolvido a o prognóstico 2, com as obras irreversíveis que foram definidas pela SEDURB e pela Prefeitura Municipal de Velha Velha (PMVV).

A revisão do prognóstico é apresentada a seguir.

3.1.11.1 Sub-bacia 1 - Draga

Rio da Draga

Não foram previstas obras irreversíveis para este corpo hídrico.

A Figura 80 apresenta a mancha de inundação de prognóstico para a sub-bacia do rio da Draga.

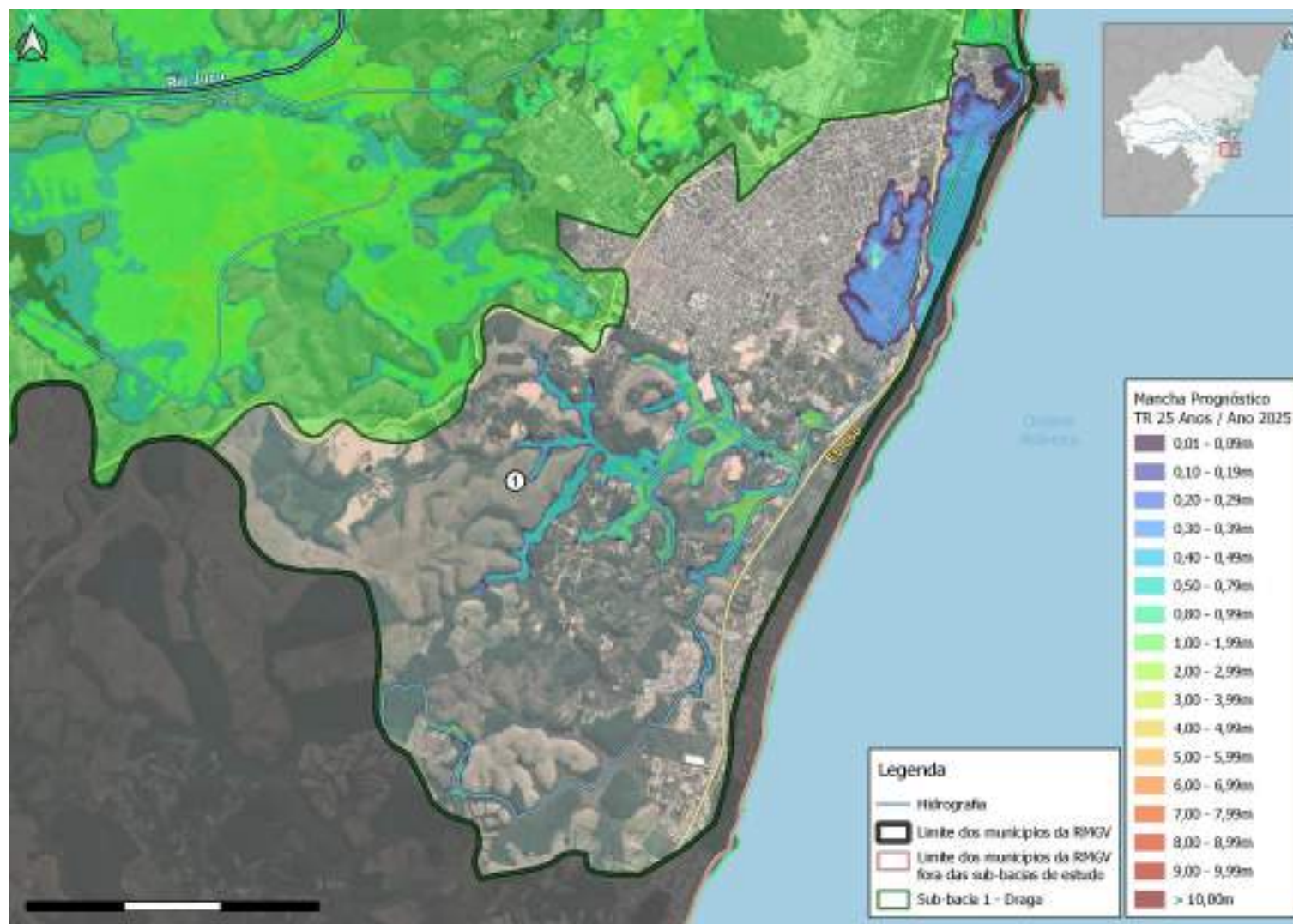


Figura 80 –Mancha de inundação de prognóstico para a sub-bacia Draga.

3.1.11.2 Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa

Córrego Bigossi

A Tabela 35 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis adicionais para o Córrego Bigossi.

Tabela 35 – Obras Irreversíveis do Córrego Bigossi

Obras Irreversíveis	Código	Proposições
	BIG-000-A	Implantação da estação elevatória - EBAP Bigossi (SEDURB)
	BIG-000-B	Aumento do bombeamento da EBAP Sítio Batalha (PMVV)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Córrego Bigossi com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- BIG-000-A - Implantação da estação elevatória EBAP-Bigossi (SEDURB)

Segundo projeto da SEDURB (2020), através da implementação da estação elevatória EBAP-Bigossi, pretende-se realizar a captação da água no Canal Bigossi, recalando a vazão solicitante até a Prainha, localizada ao norte de Vila Velha e, por conseguinte, permitindo o deságue no Canal de Vitória. Prevê-se a instalação da EBAP nas imediações das coordenadas 364673.00 m E; 7750051.00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na região onde a Avenida Gonçalves Lêdo e a Rua Presidente Lima se aproximam. A estação elevatória deverá ter capacidade de recalcar uma vazão de 4 m³/s.

- BIG-000-B – Aumento do bombeamento da EBAP Sítio Batalha (PMVV)

Segundo a Prefeitura Municipal de Vila Velha é previsto o aumento da capacidade de bombeamento da estação elevatória EBAP Sítio Batalha, localizada na rua Lateral Carioca.

A estação elevatória, de acordo com a prefeitura de Vila Velha terá sua capacidade aumentada para 6 m³/s.

Canal da Costa

A Tabela 36 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis para o Canal da Costa.

Tabela 36 – Obras irreversíveis do Canal da Costa

Obras Irreversíveis	Código	Proposições
	COS-000-A	Implementação de estação elevatória - EBAP Gaivotas (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Canal da Costa com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- COS-000-A - Implementação de estação elevatória (EBAP-Gaivotas)

Segundo projeto da SEDURB (2020), através da implementação da estação elevatória EBAP-Gaivotas, pretende-se realizar a captação da água à montante do Canal da Costa, recalcando a vazão solicitante até o canal Guaranhuns. Prevê-se a instalação da EBAP nas imediações das coordenadas 363420,00 m E; 7747217,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na região próxima à interseção entre a Rua Itaoca e a Rua C. A capacidade prevista para a estação elevatória é de 2,5 m³/s.

Resultados

A seguir é apresentado o prognóstico atualizado, com os novos dados disponibilizados para a sub-bacia Bigossi - Costa.

A Figura 81, apresenta a localização das obras irreversíveis consideradas e a Figura 82 apresenta a mancha de inundação de prognóstico revisada.



Figura 81 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Bigossi – Costa.

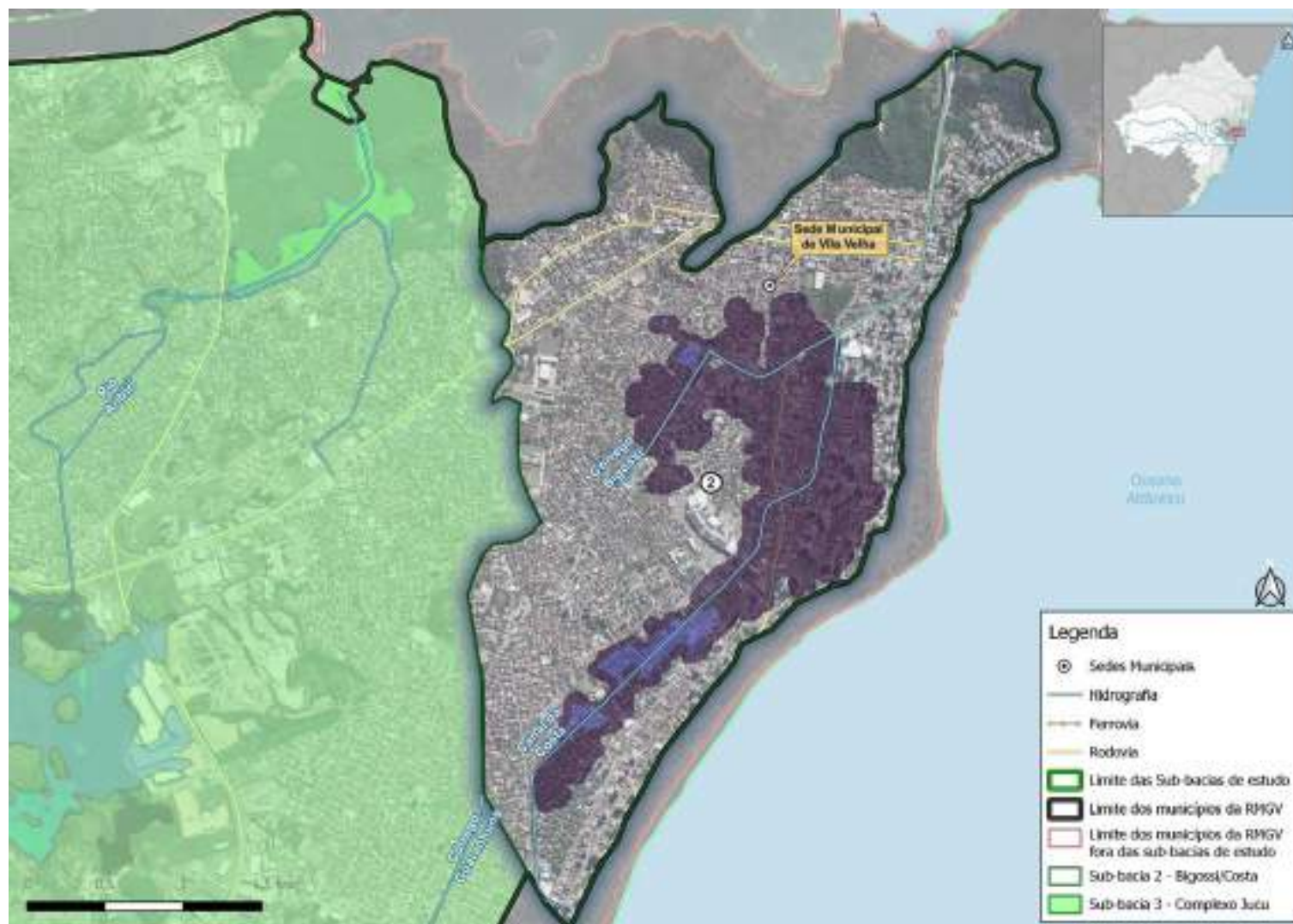


Figura 82 –Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Bigossi – Costa.

3.1.11.3 Sub-bacia 3 – Complexo Jucu

Rio Marinho e Canal Marinho

A Tabela 37 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Rio e o Canal Marinho.

Tabela 37 – Obras irreversíveis do rio Marinho e Canal Marinho

Obras Irreversíveis	Código	Proposições
	MARIN-000-A	Implantação de estruturas de controle hidráulico no Canal Marinho – Comportas Marinho-Campo Grande (SEDURB)
	MARIN-000-B	Implantação do Canal-Dique Marinho (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do rio Marinho e Canal Marinho com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- MARIN-000-A - Implantação de estruturas de controle hidráulico no Canal Marinho – Comportas Marinho-Campo Grande (SEDURB)

Segundo projeto TRANSMAR (2020), a solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através de comportas (ou válvulas) de fluxo unidirecional na região de interseção entre o Canal Marinho e o Córrego Campo Grande, permitindo a reversão do escoamento do Rio Marinho para o Canal Diagonal, sentido EBAP Laranja, com o objetivo de minimizar as inundações no bairro Cobilândia.

Prevê-se a implantação das estruturas na região das coordenadas 357747,00 m E; 7747491,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Na Figura 83, apresenta-se o corte transversal do desenho de implantação das comportas propostas. Demais detalhes construtivos e de operação podem ser consultados no projeto elaborado pela TRANSMAR (2020).

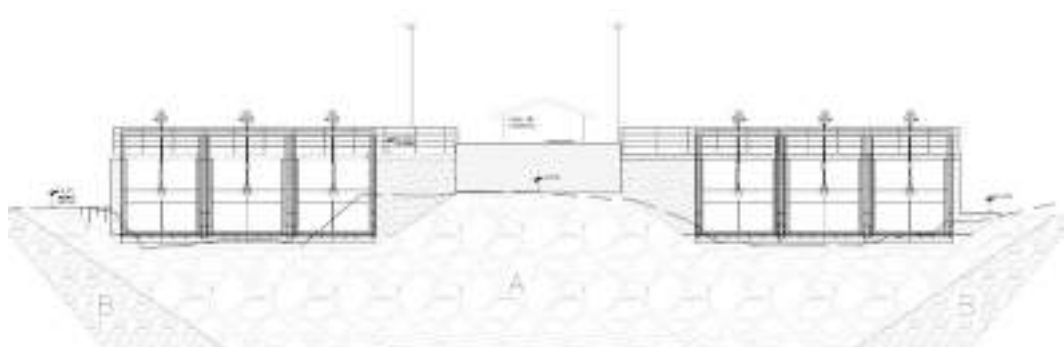


Figura 83 - Comportas - Canal e Rio Marinho (Fonte: Desenho TM-SEDURB-MD-007-COM_CG-ARQ-001, TRANSMAR (2020))

- MARIN-000-B – Implantação do Canal-Dique Marinho (SEDURB)

Segundo projeto TRANSMAR (2020), a solução proposta tem o objetivo de otimizar a capacidade hidráulica do Canal Marinho e, ao mesmo tempo, evitar o transbordamento do corpo hídrico. O trecho de implantação tem início próximo à Rodovia Leste-Oeste e término na região de interseção entre o Canal Marinho e o Rio Marinho. A extensão da galeria proposta corresponde à, aproximadamente, 3.400,00 m.

A galeria proposta possui seção retangular com base de 13,10 m de largura e paredes elevadas para contenção das águas do corpo hídrico. As características detalhadas do Canal-Dique Marinho podem consultadas no projeto elaborado pela TRANSMAR (2020).

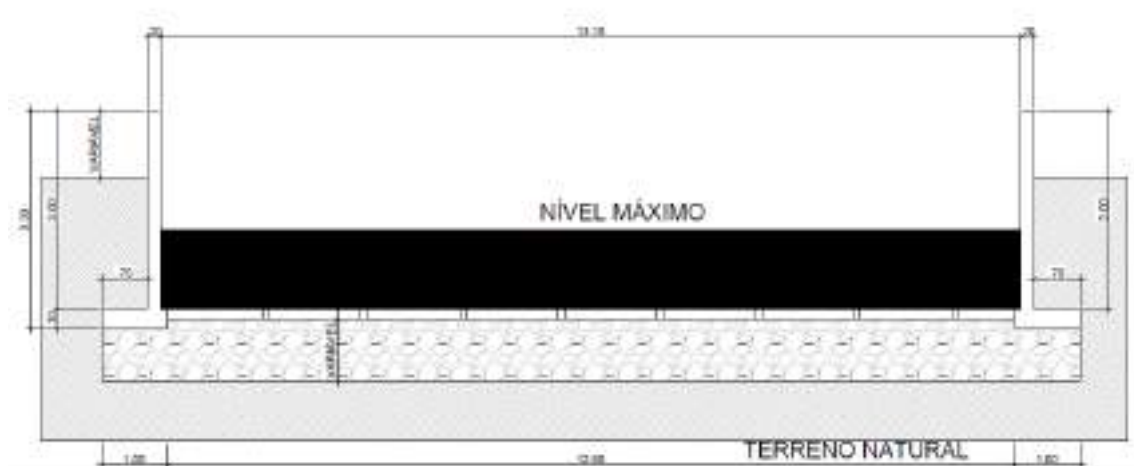


Figura 84 – Seção transversal do Canal-Dique Marinho

Fonte: Desenho TM-SEDURB-MD-007-COM_CG-ARQ-001, TRANSMAR (2020)

Coordenadas de início e fim (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 357642,00 m E / 7747030,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 358625,00 m E / 7750280,00 m S.

Rio Aribiri e Canal Aribiri

A Tabela 38 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Rio Aribiri e Canal Aribiri.

Tabela 38 – Obras irreversíveis do Rio Aribiri

Obras Irreversíveis	Código	Obra
	ARI-000-A	Implantação da galeria Lindemberg (SEDURB)
	ARI-000-B	Implantação da galeria Belas Artes (SEDURB)
	ARI-000-C	Implantação da Galeria Ernesto Guimarães (SEDURB)
	ARI-000-D	Implantação da Galeria Canal Aribiri (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do rio Aribiri com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- ARI-000-A – Implantação da galeria Lindemberg (SEDURB)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região do Conjunto Habitacional Ewerton Montenegro, adjacente à Avenida Carlos Lindemberg, através de implantação de galeria subterrânea sob o viário. O trecho de implantação possui uma extensão total de aproximadamente 1,75 km e está localizado sob a avenida Carlos Lindemberg entre a altura da rua Edgard de Souza até a o rio Aribiri.

A galeria proposta é dupla e possui seções com geometria retangular, variando conforme segue:

H = 2,00 m de altura,

B = 2,00 m de largura.

Coordenadas de início e fim:

Início do trecho de intervenção: 362079,00 m E / 7749329,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 360491,00 m E / 7748664,00 m S.

- ARI-000-B - Implantação da galeria Belas Artes (SEDURB)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região do bairro Aribiri, sob a Rua Lídio dal Col, através de implantação de galeria subterrânea sob o viário e lajes no trecho aberto da Travessa Belas Artes, bem como a limpeza e desassoreamento do canal existente.

O canal da Travessa Belas Artes (escopo do projeto) está localizado à jusante da travessia sob a Avenida Carlos Lindemberg até a sua foz no Rio Aribiri, este trecho

encontra-se em seção aberta e revestimento natural quase que em sua totalidade.

As características geométricas da seção da galeria de drenagem foram fornecidas pela SEDURB. A configuração geométrica do canal varia entre seções retangulares singulares e duplas, com dimensões crescentes no sentido de montante à jusante.

Coordenadas de início e fim:

Início do trecho de intervenção: 362325,00 m E / 7748760,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 362360,00 m E / 7750997,00 m S.

- ARI-000-C - Implantação da galeria Ernesto Guimarães (SEDURB)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região dos bairros Primeiro de Maio e Santa Rita, sob a Rua Desembargador Ernesto Guimarães, através de implantação de galeria subterrânea sob o viário. O trecho de implantação está compreendido entre os cruzamentos com a rua São Francisco Xavier até a intersecção com o rio Aribiri.

A galeria proposta é do tipo simples, com geometria retangular e de extensão aproximada de 850 m, com as seguintes dimensões:

H = 2,00 m de altura,

B = 3,00 m de largura.

Início do trecho de intervenção: 360423,00 m E / 7749419,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 360981,00 m E / 7750122,00 m S.

- ARI-000-D – Implantação da galeria Canal Aribiri (Fonte: SEDURB)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região dos bairros Primeiro de Maio e Santa Rita, nas adjacências do Rio Ariribiri, através de implantação de galeria aberta no rio Aribiri. O trecho de implantação possui cerca de 900 m, tendo início na altura do término da rua Leopoldo Temperaneo e na altura do término da rua Ernesto Guimarães.

A galeria proposta é simples, com geometria retangular e extensão aproximada de 900 m, com as seguintes dimensões:

H = 2,0 m de altura,

B = 3,00 m de largura.

Coordenadas de início e fim:

Início do trecho de intervenção: 360423,00 m E / 7749423,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 360999,00 m E / 7750136,00 m S.

Canal Cobilândia

A Tabela 39 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Canal Cobilândia.

Tabela 39 – Obras irreversíveis do Canal Cobilândia

Obras Irreversíveis	Código	Proposições
	COB-000-A	Implantação da galeria Fluviópolis/Brasilândia (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Canal Cobilândia com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- COB-000-A – Implantação da galeria Fluviópolis/Brasilândia (SEDURB)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região do bairro Cobilândia através de implantação de galeria subterrânea sob o viário. O trecho de implantação está compreendido entre o cruzamento da rua Brasilândia com a avenida Sétima, seguindo pela rua Fluviópolis até a intersecção com o canal Marinho.

A galeria proposta é dupla, com geometria retangular e extensão aproximada de 500 m com as seguintes dimensões:

H = 2,00 m de altura;

B = 3,00 m de largura;

Coordenadas de início e fim:

Início do trecho de intervenção: 358278,00 m E / 7748884,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 358672,00 m E / 7748947,00 m S.

Canal Guaranhuns

A Tabela 40 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Canal Guaranhuns.

Tabela 40 – Obras irreversíveis do Canal Guaranhuns

Obras Irreversíveis	Código	Proposições
	GUA-000-A	Implantação da galeria Canal Guaranhuns (SEDURB)
	GUA-000-B	Aumento do bombeamento da EBAP Elmo Dall'orto (PMVV)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Canal Guaranhuns com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- GUA-000-A – Implantação da galeria Canal Guaranhuns (SEDURB)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região dos bairros Santa Mônica, Praia das Gaivotas, Guaranhuns, Jardim Guaranhuns e Jockey de Itaparica, nas adjacências do canal Guaranhuns, através de implantação de galeria aberta no mesmo. O trecho de implantação possui cerca de 2,9 km, tendo início na altura do rua Trinta e Seis e término após o cruzamento com a rodovia Darly Santos.

A galeria proposta é simples, com geometria variável, com as seguintes dimensões:

TRECHO 01: início na altura da rua Trinta e Seis até a altura da rua Trinta e Oito

H = 2,30 m de altura;

B= 5,50 m de largura;

TRECHO 02: início na altura da rua Trinta e Oito até a rua Vinícius Canal

H = 2,30 m de altura;

B= 7,50 m de largura;

TRECHO 03: início na altura da rua Vinícius Canal até a 150 m a jusante.

H = 2,30 m de altura;

B= 12,0 m de largura;

TRECHO 04: início a 150 m a jusante da altura da rua Vinícius Canal até 70 m a jusante da rua Projetada 2.

H = 3,00 m de altura,

B =12,0 m de largura.

TRECHO 05: início a 150m a jusante da rua Projetada 2 até o córrego Guaranhuns.

H = 2,65 m de altura;

b = 9,00 m de base;

B = 17,0 m de largura na superfície.

Coordenadas de início e fim:

Início do trecho de intervenção: 361882,00 m E / 7744646,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 363098,00 m E / 7747171,00 m S.

- GUA-000-B – Aumento do bombeamento da EBAP Elmo Dall'orto (PMVV)

Segundo a Prefeitura Municipal de Vila Velha é previsto o aumento da capacidade de bombeamento da estação elevatória EBAP Elmo Dall'orto, localizada na região próxima ao residencial Costa Nova. A estação elevatória, segundo a prefeitura de Vila Velha, terá sua capacidade aumentada para 9 m³/s.

Canal do Dique

A Tabela 41 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Canal do Dique.

Tabela 41 – Obras irreversíveis do Canal do Dique

Alternativa	Código	Obras
Obras Irreversíveis	DIQ-000-A	Implantação do canal Dique Oeste (SEDURB)
	DIQ-000-B	Implantação de estrutura de controle hidráulico - Comporta Dique Oeste (SEDURB)
	DIQ-000-C	Implantação do Dique Oeste (SEDURB)
	DIQ-000-D	Implantação do canal Dique Leste (SEDURB)
	DIQ-000-E	Implantação de estrutura de controle hidráulico – Comporta Dique Leste (SEDURB)
	DIQ-000-F	Implantação da estação elevatória EBAP Pontal das Garças (SEDURB)
	DIQ-000-G	Implantação da estação elevatória EBAP Green Village (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Canal do Dique com as respectivas intervenções.

Obras Irreversíveis

- DIQ-000-A - Implantação do canal Dique Oeste

Com o objetivo de otimizar a drenagem urbana na região, propõe-se, na porção oeste do Bairro Pontal das Garças, a implantação de canal de terra, paralelo ao dique,

ligando o Canal Araçás ao Canal do Dique. O trecho de implantação tem início na interseção entre a Rua Macuco e a Rua Canário e término na região do fim da Rua do Macuco, nas proximidades do Canal do Dique. A extensão da galeria proposta corresponde à, aproximadamente, 670,00 m.

A galeria proposta possui seção trapezoidal com as seguintes características:

- Base menor: $b = 2,00$ m;
- Declividade dos taludes: 1,5B x 1,0H.
- Cota de fundo: -0,36 m.

Coordenadas de início e fim (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 359848,00 m E / 7744659,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 359837,00 m E / 7744013,00 m S.

- DIQ-000-B - Implantação de estrutura de controle hidráulico - Comporta Dique Oeste (SEDURB)

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do canal proposto através de comportas (ou válvulas) de fluxo unidirecional de interseção do canal com o Dique Oeste, na região do bairro Pontal das Garças, permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de variações do nível d'água no dique. O sistema de comportas evita que, durante eventos de elevação do nível d'água, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação nas regiões adjacentes ao canal, nos bairros à montante da estrutura de controle proposta. Prevê-se a implantação das estruturas na região das coordenadas 359837,00 m E; 7744013,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- DIQ-000-C - Implantação do Dique Oeste (SEDURB)

A solução proposta, segundo projeto da SEDURB, tem o objetivo de promover o controle de vazão/contenção do espraçamento do corpo hídrico através da implantação de dique na bacia do Canal Ponta das Garças/Rio Jucu, na região oeste do Bairro Pontal das Garças. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de montante para jusante, impedindo o remanso proveniente do Rio Jucu. O sistema de válvulas unidirecionais evita que, durante eventos de elevação do nível do Rio Jucu, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação na área do Bairro Pontal das Garças, no município de Vila Velha. O trecho de implantação tem início na interseção entre a Rua Sempre Viva e a Rodovia Darly Santos (ES-471) e término na região do fim da Rua do Macuco, nas proximidades do Canal do Dique.

Características estimadas do dique proposto:

- Cota superior do barramento: 2,50 m;
- Comprimento do dique: 1840,00 m;

Coordenadas de início e fim (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 360984,00 m E / 7745405,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 359837,00 m E / 7744013,00 m S.

O detalhamento das demais características do Dique Oeste consta no projeto realizado pela SEDURB (2020).

Por fim, salienta-se que nos projetos que o PDAU teve acesso, provenientes da SEDURB, recomendava-se a elaboração de projetos de elevatórias como solução complementar à intervenção referente ao Dique Oeste. Os projetos em questão seriam desenvolvidos *a posteriori*.

O modelo mostrou que, para o cenário com a chuva de TR25, a elevatória não seria necessária, apenas no que se refere ao controle de inundações em áreas urbanizadas (escopo do PDAU). Em áreas rurais, para outros TRs ou considerando cenários com necessidade de esvaziamento mais rápido, as elevatórias poderiam ser necessárias.

- DIQ-000-D - Implantação do canal Dique Leste (SEDURB)

A solução proposta, segundo projeto da SEDURB, tem o objetivo de promover o controle de vazão/contenção do espraio do corpo hídrico através da implantação de dique na bacia do Canal Ponta das Garças/Rio Jucu, na região leste do Bairro Pontal das Garças. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de montante para jusante, impedindo o remanso proveniente do Rio Jucu. O sistema de válvulas unidirecionais evita que, durante eventos de elevação do nível do Rio Jucu, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação na área dos bairros Pontal das Garças e Darly Santos, no município de Vila Velha. O trecho de implantação tem início na interseção entre a Avenida União e a Rodovia Darly Santos (ES-471) e término na região do fim da Avenida Gaivotas, nas proximidades do Canal do Dique.

Características estimadas do dique proposto:

- Cota superior do barramento: 2,50 m;
- Comprimento do dique: 1400,00 m;

Coordenadas de início e fim (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 361267,00 m E / 7745153,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 360721,00 m E / 7744096,00 m S.

O detalhamento das demais características do Dique Leste consta no projeto realizado pela SEDURB (2020).

Por fim, salienta-se que nos projetos que o PDAU teve acesso, provenientes da SEDURB, recomendava-se a elaboração de projetos de elevatórias como solução complementar à intervenção referente ao Dique Leste. Os projetos em questão seriam desenvolvidos *a posteriori*.

O modelo mostrou que, para o cenário com a chuva de TR25, a elevatória não seria necessária, apenas no que se refere ao controle de inundações em áreas urbanizadas (escopo do PDAU). Em áreas rurais, para outros TRs ou considerando cenários com necessidade de esvaziamento mais rápido, as elevatórias poderiam ser necessárias.

- DIQ-000-E - Implantação de estrutura de controle hidráulico – Comporta Dique Leste (SEDURB)

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do canal proposto através de comportas (ou válvulas) de fluxo unidirecional de interseção do canal com o Dique Leste, permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de variações do nível d'água no dique. O sistema de comportas evita que, durante eventos de elevação do nível d'água, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação nas regiões adjacentes ao canal, nos bairros à montante da estrutura de controle proposta. Prevê-se a implantação das estruturas na região das coordenadas 360721,00 m E; 7744096,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- DIQ-000-F - Implementação de estação elevatória (EBAP-Pontal das Garças)

Segundo projeto da SEDURB (2020), através da implementação da estação elevatória EBAP-Pontal das Garças, será possível recalcar para jusante o volume de água excedente que possa suplantar as medidas preventivas propostas nos itens anteriores. Prevê-se a instalação da EBAP nas imediações das coordenadas 360567,00 m E; 7744088,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na região entre a Avenida Gaivotas e o Canal do Dique, no bairro Pontal das Garças. A estação elevatória deverá ter capacidade de recalcar uma vazão de 5 m³/s.

- DIQ-000-G - Implementação de estação elevatória (EBAP-Green Village)

Segundo projeto da SEDURB (2020), através da implementação da estação elevatória EBAP-Green Village, será possível recalcar para jusante o volume de água excedente que possa suplantar as medidas preventivas propostas nos itens anteriores. Prevê-se a instalação da EBAP nas imediações das coordenadas 360872,00 m E; 7744110,00 m

S (UTM24 SIRGAS 2000), no bairro Darly Santos, Canal do Dique, junto ao condomínio Green Village. A estação elevatória deverá ter capacidade de recalcar uma vazão de 6 m³/s.

Resultados

A seguir são apresentados da revisão do prognóstico para a sub-bacia Complexo – Jucu.

A Figura 85 apresenta a localização das obras irreversíveis consideradas e a Figura 86 apresenta a mancha de inundação de prognóstico revisada.

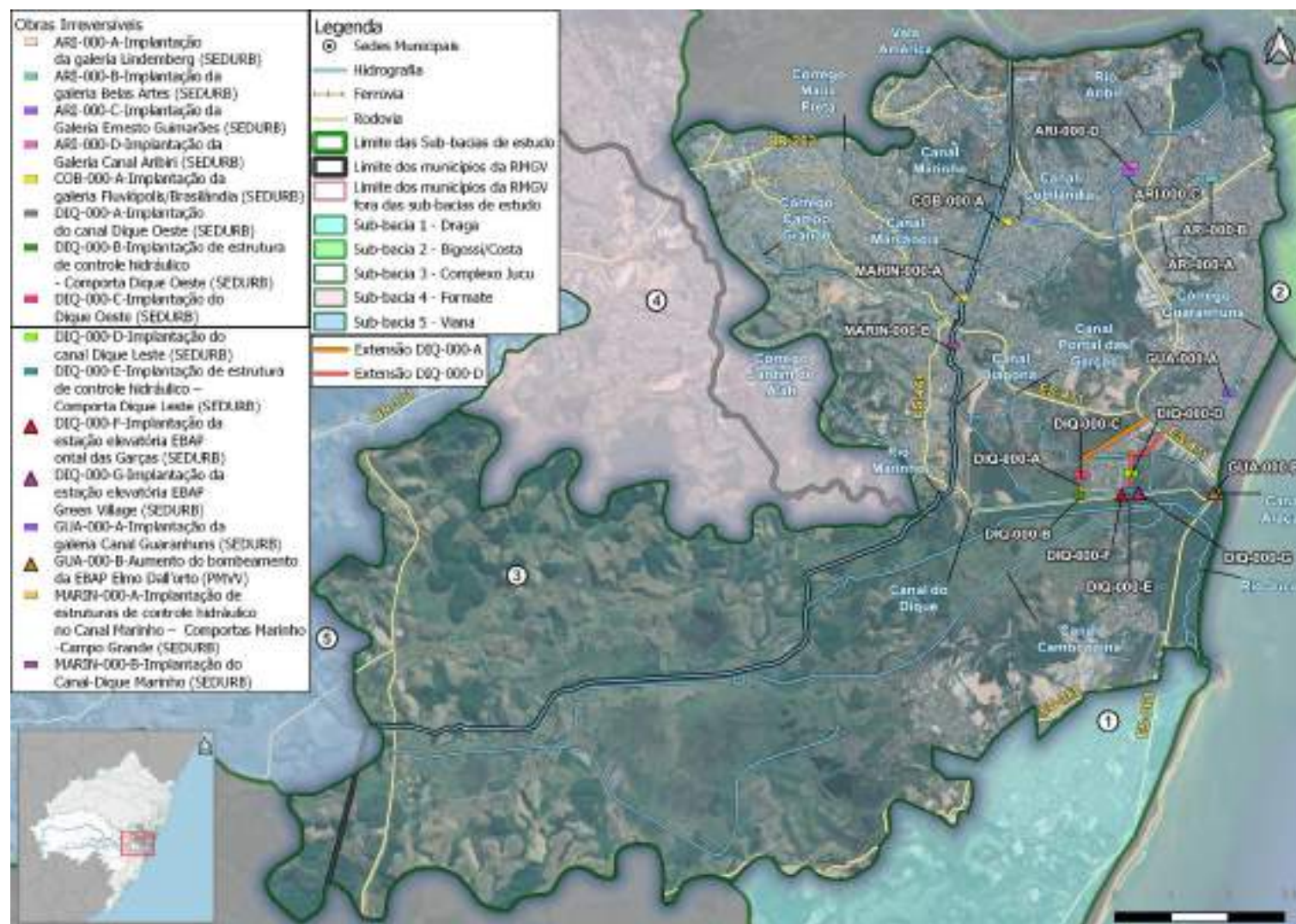


Figura 85 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Complexo Jucu.

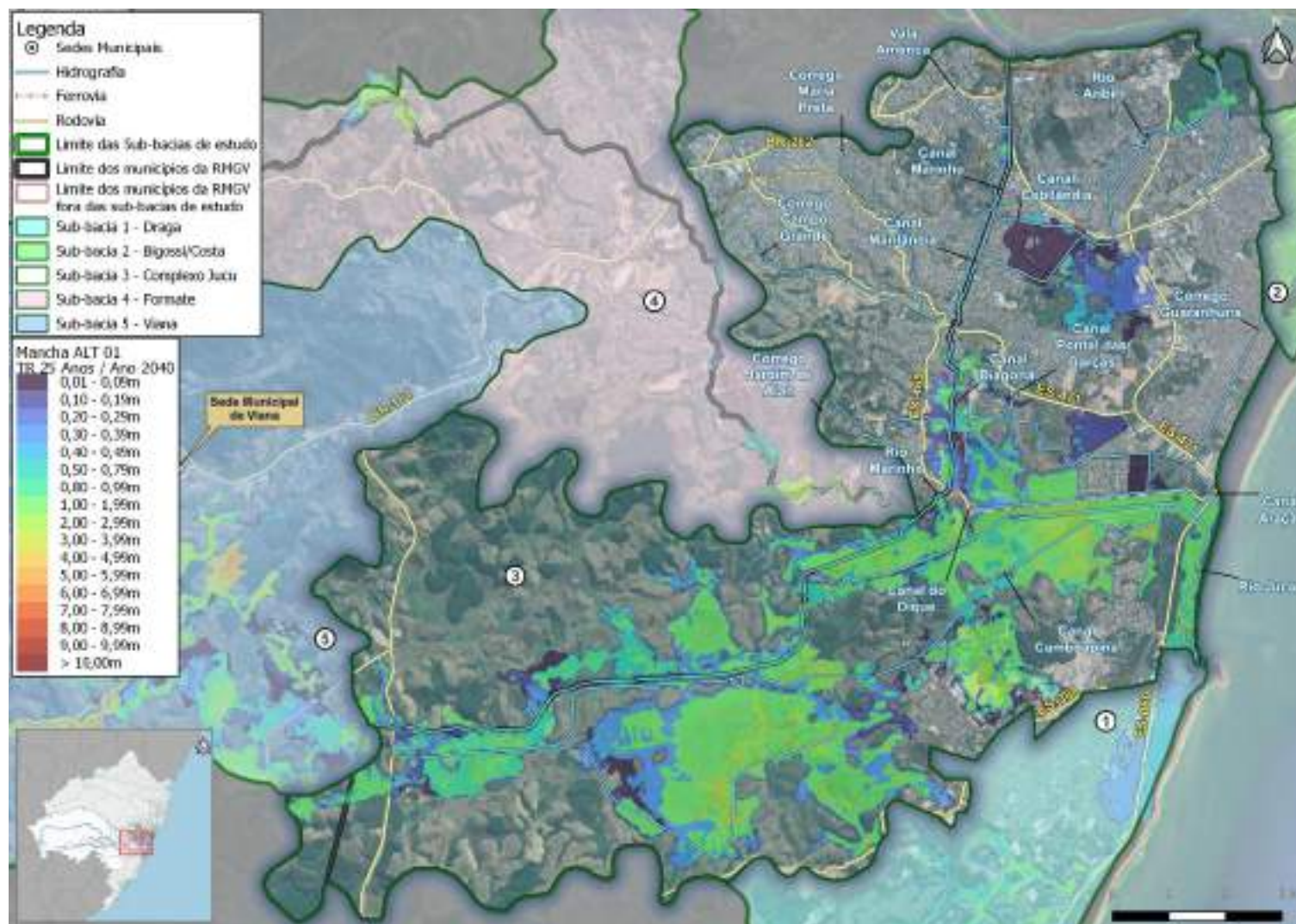


Figura 86 –Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Complexo Jucu.

3.1.11.4 Sub-bacia 4 - Formate

Rio Formate

A Tabela 42 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Rio Formate.

Tabela 42 – Obras irreversíveis do Rio Formate

Obras Irreversíveis	Código	Proposições
	FOR-000-A	Aumento da condutividade hidráulica de um trecho do rio Formate (SEDURB)
	FOR-000-B	Implantação de reservatório de amortecimento em afluente do rio Formate (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do rio Formate.

Obras Irreversíveis

- FOR-000-A – Aumento da condutividade hidráulica de um trecho do rio Formate (SEDURB)

Intervenção proposta segundo projeto HIDROLOGICA (2020). A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do rio Formate de 10 m³/s para 20 m³/s, no trecho situado na fronteira entre os municípios de Cariacica e Viana, com extensão de aproximadamente 14.100 m. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas adjacentes, as quais incluem vias públicas e áreas de povoamento.

A intervenção proposta se caracteriza pela limpeza, regularização e ampliação da calha do rio Formate no trecho que tem início à montante do bairro Vista Dourada, de Cariacica, e término na região à jusante da interseção entre o Rio Formate e a Rua dos Narcisos. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma.

A intervenção proposta está indicada na Figura 88, abaixo, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 350510,00 m E / 7750476,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 354530,00 m E / 7744106,00 m S.

- FOR-000-B - Implantação do Reservatório de Amortecimento em afluente do rio Formate (SEDURB)

Propõe-se a implantação de reservatório de amortecimento em afluente do Rio Formate, de acordo com projeto da HIDROLOGICA (2020). Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região dos municípios de Cariacica e Viana.

Prevê-se sua implantação nas imediações das coordenadas 348035,00 m E; 7750291,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), próximo à área sudoeste do bairro Nova Campo Grande, onde o rio Formate faz uma curva da direção sudeste para nordeste.

Características estimadas, aproximadas:

- Área: 43.166 m²;
- Volume Útil: 32.900 m³

Na Figura 87, apresenta-se a planta com o arranjo geral da bacia de amortecimento proposta. Demais detalhes construtivos e de operação podem ser consultados no projeto elaborado pela TRANSMAR (2020).



Figura 87 – Planta do arranjo geral da bacia do Reservatório de Amortecimento Formate
(Fonte: HIDROLOGICA, 2020)

Resultados

A seguir são apresentados da revisão do prognóstico para a sub-bacia Formate.

A Figura 88 apresenta a localização das obras irreversíveis consideradas e a Figura 89 apresenta a mancha de inundação de prognóstico revisada.

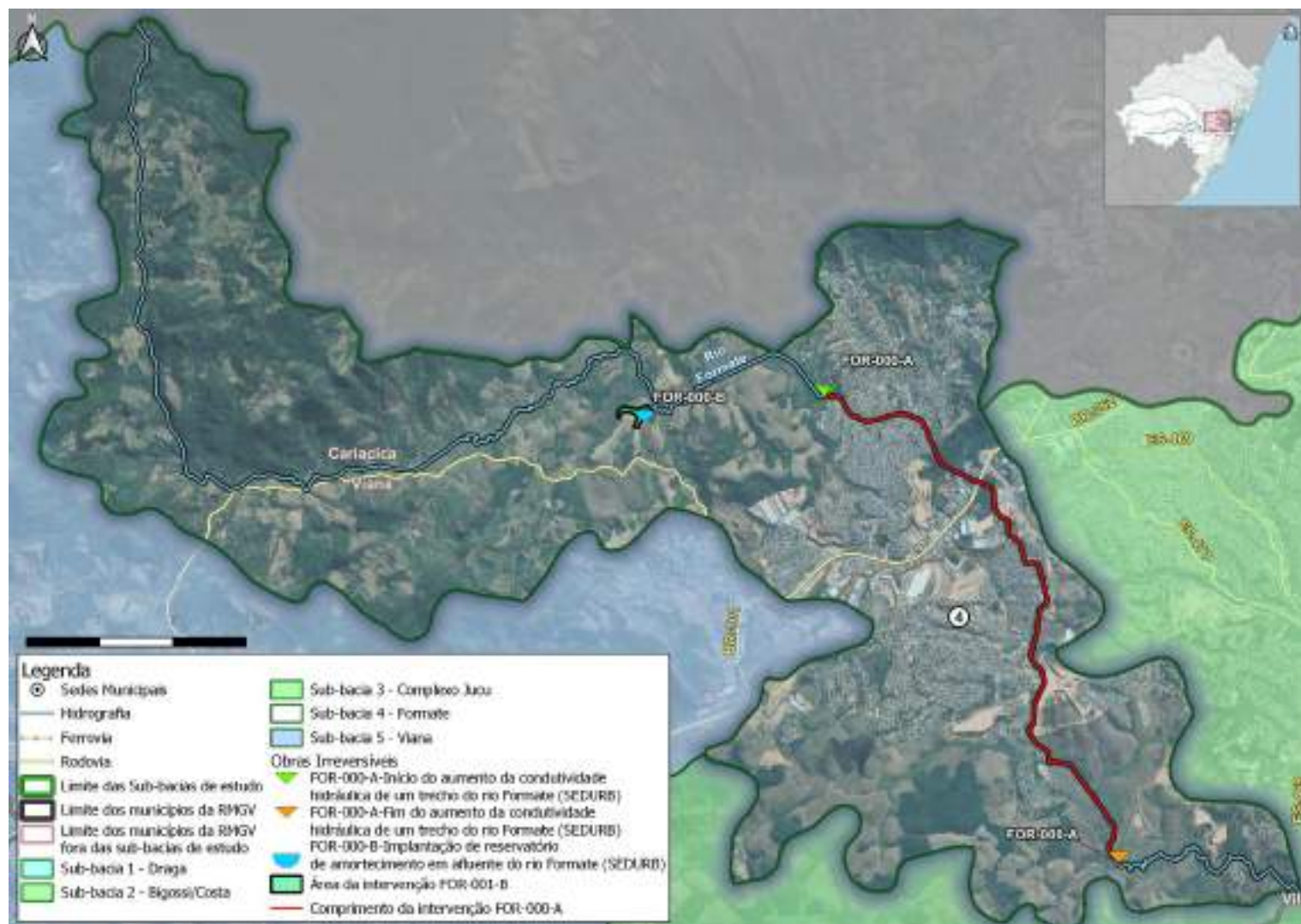


Figura 88 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Formate.

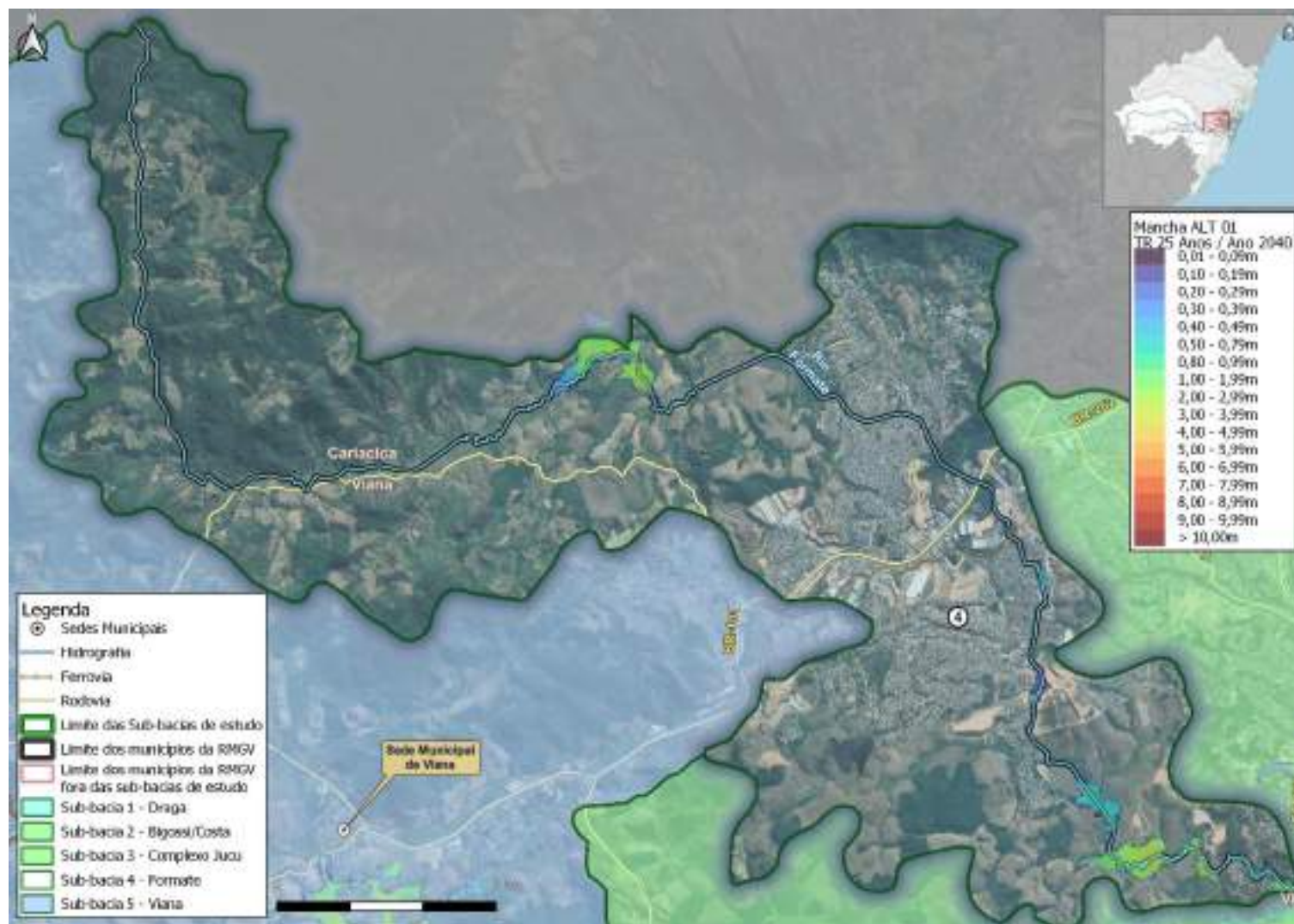


Figura 89 –Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Formate.

3.1.11.5 Sub-bacia 5 – Ribeira e Santo Agostinho

Córrego Ribeira

A Tabela 43 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Córrego Ribeira.

Tabela 43 – Obras irreversíveis do Córrego Ribeira

Obras Irreversíveis	Código	Obras
	RIB-000-A	Aumento da capacidade hidráulica de trecho do córrego Ribeira (SEDURB)
	RIB-000-B	Implantação do dique Ribeira (SEDURB)
	RIB-000-C	Implantação do dique Bom Pastor (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Córrego Ribeira.

Obras Irreversíveis

- RIB-000-A – Aumento da capacidade hidráulica de trecho do córrego Ribeira (SEDURB)

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do Córrego Ribeira no trecho que margeia a porção oriental do Morro do Urubu. O trecho tem início no bairro Universal, na região de interseção entre o córrego e a Avenida Linhares. O trecho atravessa o Bairro Universal, seguindo, depois, paralelo à BR-101. O término do trecho de intervenção é situado nas imediações do Dique Ribeira (estrutura proposta). Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas adjacentes ao canal.

A intervenção proposta, segundo projeto da SEDURB (2020), se caracteriza pelo aumento e requalificação da seção em um trecho de 8.700 m. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do corpo hídrico ao facilitar o escoamento da água.

As características geométricas da seção da galeria de drenagem foram fornecidas pela SEDURB. A configuração geométrica do canal varia entre seções retangulares/circulares, singulares e duplas, com dimensões crescentes no sentido de montante à jusante.

A intervenção proposta está indicada na Figura 90 abaixo, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 348746,00 m E / 7747967,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 345049,00 m E / 7743323,00 m S.

- RIB-000-B – Implantação do dique Ribeira (SEDURB)

A solução proposta, segundo projeto da SEDURB (2020), tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através da implantação de dique no Córrego Ribeira, na região onde o corpo hídrico se aproxima da Estrada Jucuruaba. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de montante para jusante, impedindo o remanso proveniente do Rio Jucu. O sistema de válvulas unidirecionais evita que, durante eventos de elevação do nível do Rio Jucu, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação nos bairros Bom Pastor e Boa Esperança, do município de Viana. Prevê-se a implantação da estrutura na região das coordenadas 345049,00 m E; 7743323,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Características estimadas do dique proposto:

- Altura: 6,0 m;
- Cota superior do barramento: 10,00 m;
- Comprimento do dique: 139,00 m;
- Bueiros tubulares: 4 tubulações, Ø1500mm, cada qual com respectiva válvula de retenção (válvula unidirecional).

O detalhamento das demais características do Dique Ribeira consta no projeto realizado pela SEDURB (2020).

Por fim, salienta-se que nos projetos que o PDAU teve acesso, provenientes da SEDURB, recomendava-se a elaboração de projetos de elevatórias como solução complementar à intervenção referente ao Dique Ribeira. Os projetos em questão seriam desenvolvidos *a posteriori*.

O modelo mostrou que, para o cenário com a chuva de TR 25 anos, a elevatória não seria necessária, apenas no que se refere ao controle de inundações em áreas urbanizadas (escopo do PDAU). Em áreas rurais, para outros TRs ou considerando cenários com necessidade de esvaziamento mais rápido, as elevatórias poderiam ser necessárias.

- RIB-000-C – Implantação do dique Bom Pastor (SEDURB)

A solução proposta, segundo projeto da SEDURB, tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através da implantação de dique na bacia do Córrego Ribeira, na região ao sul do Dique Ribeira (proposto), à montante da Estrada Fazenda dos Fração. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de montante para jusante, impedindo o remanso proveniente do Rio Jucu. O sistema de válvulas unidirecionais evita que, durante eventos de elevação do nível do Rio Jucu, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse

modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação na área da Estrada Fazenda dos Frações, no município de Viana. Prevê-se a implantação da estrutura na região das coordenadas 345181,00 m E; 7742955,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Características estimadas do dique proposto:

- Altura: 5,0 m;
- Cota superior do barramento: 10,00 m;
- Comprimento do dique: 116,00 m;

O detalhamento das demais características do Dique Bom Pastor consta no projeto realizado pela SEDURB (2020).

Por fim, salienta-se que nos projetos que o PDAU teve acesso, provenientes da SEDURB, recomendava-se a elaboração de projetos de elevatórias como solução complementar à intervenção referente ao Dique Bom Pastor. Os projetos em questão seriam desenvolvidos *a posteriori*.

O modelo mostrou que, para o cenário com a chuva de TR25, a elevatória não seria necessária, apenas no que se refere ao controle de inundações em áreas urbanizadas (escopo do PDAU). Em áreas rurais, para outros TRs ou considerando cenários com necessidade de esvaziamento mais rápido, as elevatórias poderiam ser necessárias.

Ribeirão Santo Agostinho

A Tabela 44 a seguir apresenta o resumo das obras irreversíveis consideradas para o Ribeirão Santo Agostinho.

Tabela 44 – Obras irreversíveis do Ribeirão Santo Agostinho

Obras Irreversíveis	Código	Obras
	AGO-000-A	Implantação do dique Santo Agostinho 1 (SEDURB)
	AGO-000-B	Implantação do dique Santo Agostinho 2 (SEDURB)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis do Ribeirão Santo Agostinho.

Obras Irreversíveis

- AGO-000-A - Implantação do dique Santo Agostinho 1 (SEDURB)

A solução proposta, segundo projeto da SEDURB, tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através da implantação de dique no Ribeirão Santo Agostinho, na região à jusante da interseção entre o corpo hídrico e a Estrada

Jucuruaba. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de vazões controladas de montante para jusante da estrutura. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de montante para jusante, impedindo o remanso proveniente do Rio Jucu. O sistema de válvulas unidirecionais evita que, durante eventos de elevação do nível do Rio Jucu, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação nos bairros Boa Esperança, Centro e Santo Agostinho, do município de Viana. Prevê-se a implantação da estrutura na região das coordenadas 344445,00 m E; 7742888,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Características estimadas do dique proposto:

- Cota superior do barramento: 10,00 m;
- Comprimento do dique: 319,00 m;
- Tubulações de descarga: 4 tubulações, Ø1500mm.

O detalhamento das características do Dique Agostinho 1 no projeto realizado pela SEDURB (2020) é apresentado em nível conceitual. Portanto, para o PDAU, adotaram-se características de dimensionamento similares às pertencentes ao Dique Ribeira, em conformidade com as soluções conceituais presentes no projeto da SEDURB.

Por fim, salienta-se que nos projetos que o PDAU teve acesso, provenientes da SEDURB, recomendava-se a elaboração de projetos de elevatórias como solução complementar à intervenção referente ao Dique Agostinho 1. Os projetos em questão seriam desenvolvidos *a posteriori*.

O modelo mostrou que, para o cenário com a chuva de TR25, a elevatória não seria necessária, apenas no que se refere ao controle de inundações em áreas urbanizadas (escopo do PDAU). Em áreas rurais, para outros TRs ou considerando cenários com necessidade de esvaziamento mais rápido, as elevatórias poderiam ser necessárias.

- AGO-000-B - Implantação do dique Santo Agostinho 2 (SEDURB)

A solução proposta, segundo projeto da SEDURB, tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através da implantação de dique na bacia do Ribeirão Santo Agostinho, na região à sudoeste do Dique Santo Agostinho 2, próximo à Estrada Caminho Ecocultural. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de vazões controladas de montante para jusante da estrutura. A estrutura de controle proposta permite o escoamento de montante para jusante, impedindo o remanso proveniente do Rio Jucu. O sistema de válvulas unidirecionais evita que, durante eventos de elevação do nível do Rio Jucu, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação nos bairros Boa Esperança, Centro e Santo Agostinho, do município de Viana. Prevê-se a implantação da estrutura na

região das coordenadas 343945,00 m E; 7742319,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Características estimadas do dique proposto:

- Cota superior do barramento: 10,00 m;
- Comprimento do dique: 328,00 m;
- Tubulações de descarga: 4 tubulações, Ø1500 mm.

O detalhamento das características do Dique Agostinho 2 no projeto realizado pela SEDURB (2020) é apresentado em nível conceitual. Portanto, para o PDAU, adotaram-se características de dimensionamento similares às pertencentes ao Dique Ribeira, em conformidade com as soluções conceituais presentes no projeto da SEDURB.

Por fim, salienta-se que nos projetos que o PDAU teve acesso, provenientes da SEDURB, recomendava-se a elaboração de projetos de elevatórias como solução complementar à intervenção referente ao Dique Agostinho 2. Os projetos em questão seriam desenvolvidos *a posteriori*.

O modelo mostrou que, para o cenário com a chuva de TR25, a elevatória não seria necessária, apenas no que se refere ao controle de inundações em áreas urbanizadas (escopo do PDAU). Em áreas rurais, para outros TRs ou considerando cenários com necessidade de esvaziamento mais rápido, as elevatórias poderiam ser necessárias.

Resultados

A seguir são apresentados da revisão do prognóstico para a sub-bacia Ribeira - Santo Agostinho.

A Figura 90, apresenta a localização das obras irreversíveis consideradas e a Figura 91 apresenta a mancha de inundação de prognóstico revisada.

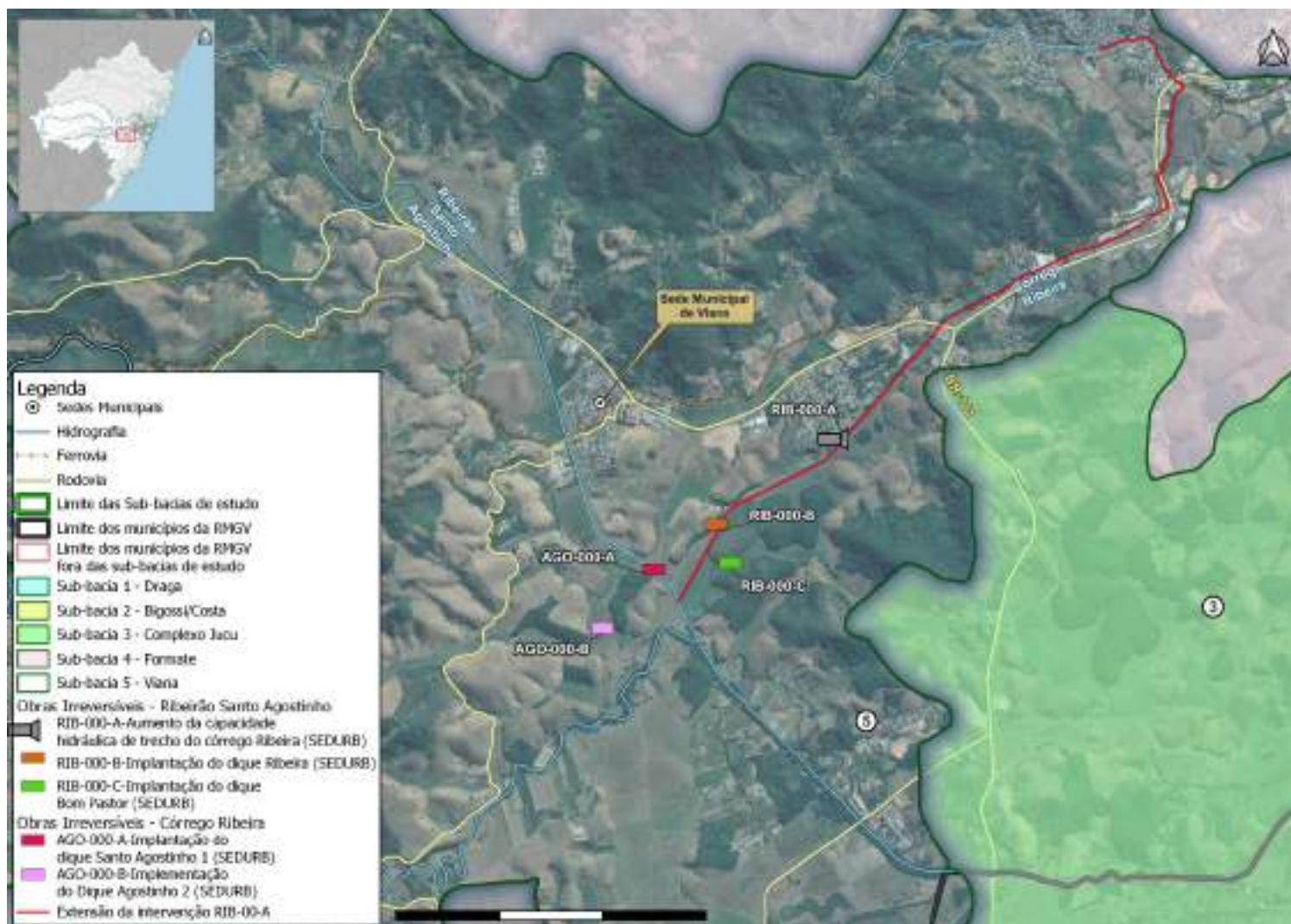


Figura 90 – Resumo das obras irreversíveis para a sub-bacia Ribeira – Santo Agostinho.

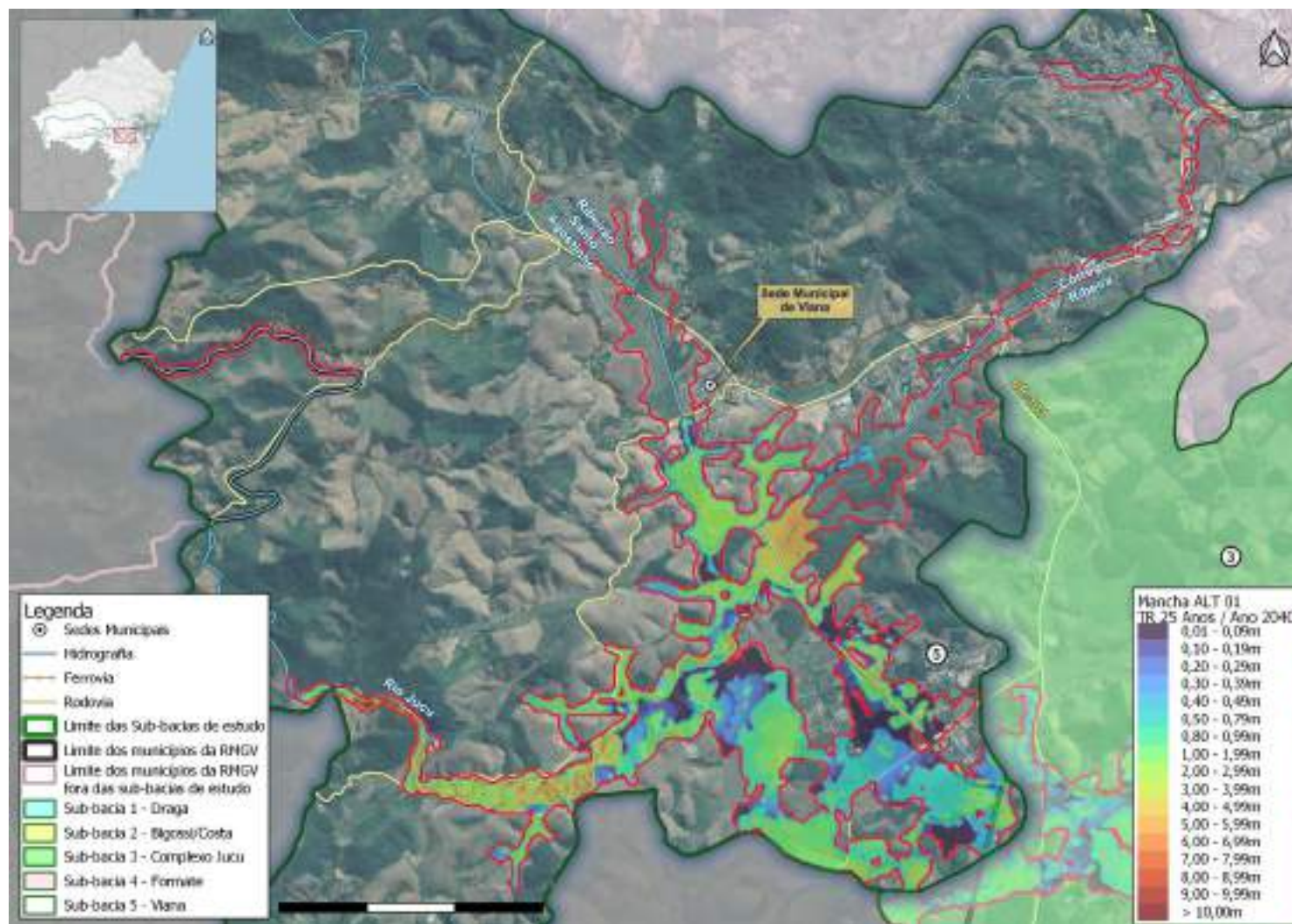


Figura 91 – Mancha de inundação de prognóstico revisada para a sub-bacia Ribeira - Santo Agostinho.

3.1.12 Alternativas

Como o prognóstico revisado ainda apresenta manchas de inundação nas áreas urbanas, foram propostas alternativas visando minimizar ou extinguir as manchas remanescentes após a implantação das obras irreversíveis.

Os itens a seguir descrevem as alternativas propostas e apresentam seus resultados.

3.1.12.1 Sub-bacia 1 - Draga

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta sub-bacia foi dividida em duas alternativas. O resultado da aplicação dessa metodologia selecionou a **alternativa 2**. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

Rio da Draga

A Tabela 45 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio da Draga.

Tabela 45 – Alternativas Rio da Draga

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB1-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)
2	DRA-002-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano
	DRA-002-B	Consolidação das estruturas de controle das lagoas existentes
	SUB1-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio da Draga com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

Na alternativa 1 são consideradas apenas medidas de controle na mancha remanescente.

- SUB1-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)

Pelas imagens da mancha remanescente elaborada a partir da modelagem hidrológica, a mancha de inundação atingirá duas regiões principais: regiões vizinhas

a ES-060 e na região ao sul dos bairros Jabaeté e Normília da Cunha.

Na primeira região, ao longo dos bairros Barra do Jucu, São Conrado e Praia dos Recifes, a mancha de inundação remanescente possui altura de lâmina de até 50 cm, atingindo uma extensa área urbana. São áreas ao redor do rio da Draga e que são afetadas pela sua inundação. Para esses locais são previstas soluções adaptativas, ou seja, medidas como jardins de chuva e aumento de taxas de permeabilidade do solo, além de indicação em Plano Diretor de áreas sujeitas a inundação. A adoção de medidas compensatórias (retenção pluvial, etc.) nas áreas adjacentes as zonas de inundação também são necessárias, além de soluções aos impactos de mobilidade urbana que porventura ocorram nas regiões afetadas. O controle e conservação das APPs e Áreas úmidas (várzeas, mangues, pântanos) com vistas à manutenção dos serviços ambientais para o controle das inundações promovidos para essas áreas é de suma importância para a manutenção dos recursos hídricos da região.

Na segunda região mais a montante do rio da Draga, também são previstas soluções adaptativas com as mesmas recomendações anteriores. Contudo, a existência de locais em que a altura da lâmina ultrapassa 1m, impõe a necessidade de remoção e reassentamento da população, considerando as recomendações do Produto 8.

A Tabela 46 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 46 – Resumo das proposições da intervenção SUB1-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 - 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,1 hectare) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (10 domicílios) + Parque Alagável (1,4 hectare) • Polígono 4 - 2B Soluções Adaptativas (147,0 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 92 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a Sub-bacia 1 - Draga. Por fim, a Figura 93 detalha a intervenção SUB1-001-A



Figura 92 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 1 – Draga – ALTERNATIVA 01.

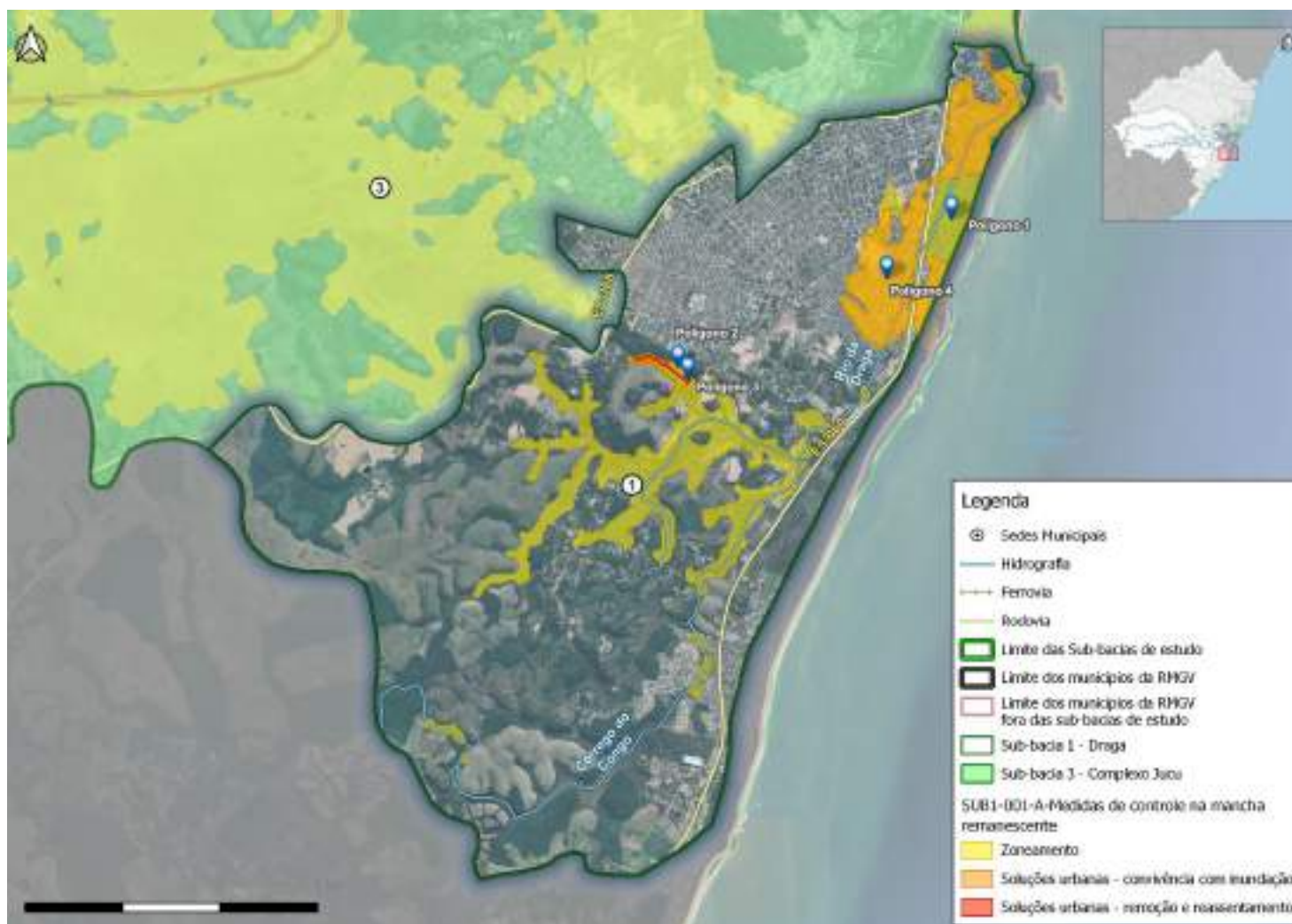


Figura 93 – Detalhamento da Intervenção SUB1-001-A.

Alternativa 2

- DRA-002-A - Aumento da condutividade da seção no trecho urbano

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do rio na região da área urbana da bacia, de modo a evitar a inundação das áreas adjacentes, as quais incluem os bairros Barra do Jucu, São Conrado e Vinte e Três de Maio.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização da calha do rio no trecho urbano, em uma extensão aproximada de 3.800 m. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta no trecho diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria de 0,05 para 0,020, compatível com revestimento de gabião ou concreto, de acordo com a classificação de CHOW (1959).

A intervenção proposta está indicada na Figura 95 abaixo e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de limpeza: 360445,00 m E / 7737885,00 m S;

Término do trecho de limpeza: 361974,00 m E / 7740880,00 S.

- DRA-002-B – Consolidação das estruturas de controle das lagoas existentes

A medida proposta tem a função de controlar a vazão ofertada à jusante das lagoas, a qual está localizada rua Magester, sobre o rio da Draga. Através da conformação do rio nesse local, estabelece-se uma estrutura de controle de vazão de modo a evitar a inundação das áreas adjacentes ao corpo hídrico nas áreas à jusante da ponte, na região de povoamento próxima à costa. Desse modo, otimiza-se o controle de vazão que ocorre atualmente através da interferência imposta pela estrutura da ponte.

Assim, deve-se manter as condições atuais de escoamento e o acúmulo de água nas mesmas.

A estrutura proposta é composta por um bueiro circular, com extensão de 12 m e as seguintes dimensões:

D= 1,20 m de diâmetro;

I = 0,005 m/m de declividade.

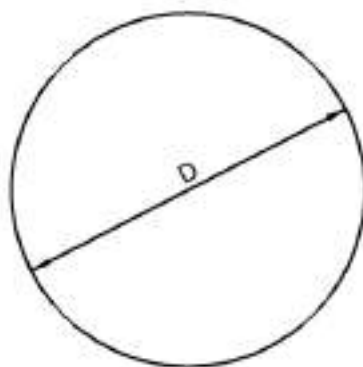


Figura 94 – Seção tipo da alternativa DRA-002-B.

- SUB1-002-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)

As medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

Comparativamente com a alternativa 1, nesta alternativa a região afetada pela inundação do rio da Draga nos bairros Barra do Jucu, São Conrado e Praia dos Recifes diminui consideravelmente de extensão, e a mancha resultante também apresenta redução da altura da lâmina. Em relação a região ao sul dos bairros Jabaeté e Normília da Cunha, persiste a condição de risco e a necessidade de remoção e reassentamento da população.

A Tabela 47 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 47 – Resumo das proposições da intervenção SUB1-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 - 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,1 hectare) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (10 domicílios) + Parque Alagável (1,4 hectare) • Polígono 4 - 2B Soluções Adaptativas (13,8 hectare)

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 5 - 2B Soluções Adaptativas (2,2 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 95 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 para a Sub-bacia 1 – Draga. Por fim, a Figura 97 detalha a intervenção SUB1-002-A.



Figura 95 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 1 – Draga – ALTERNATIVA 02.

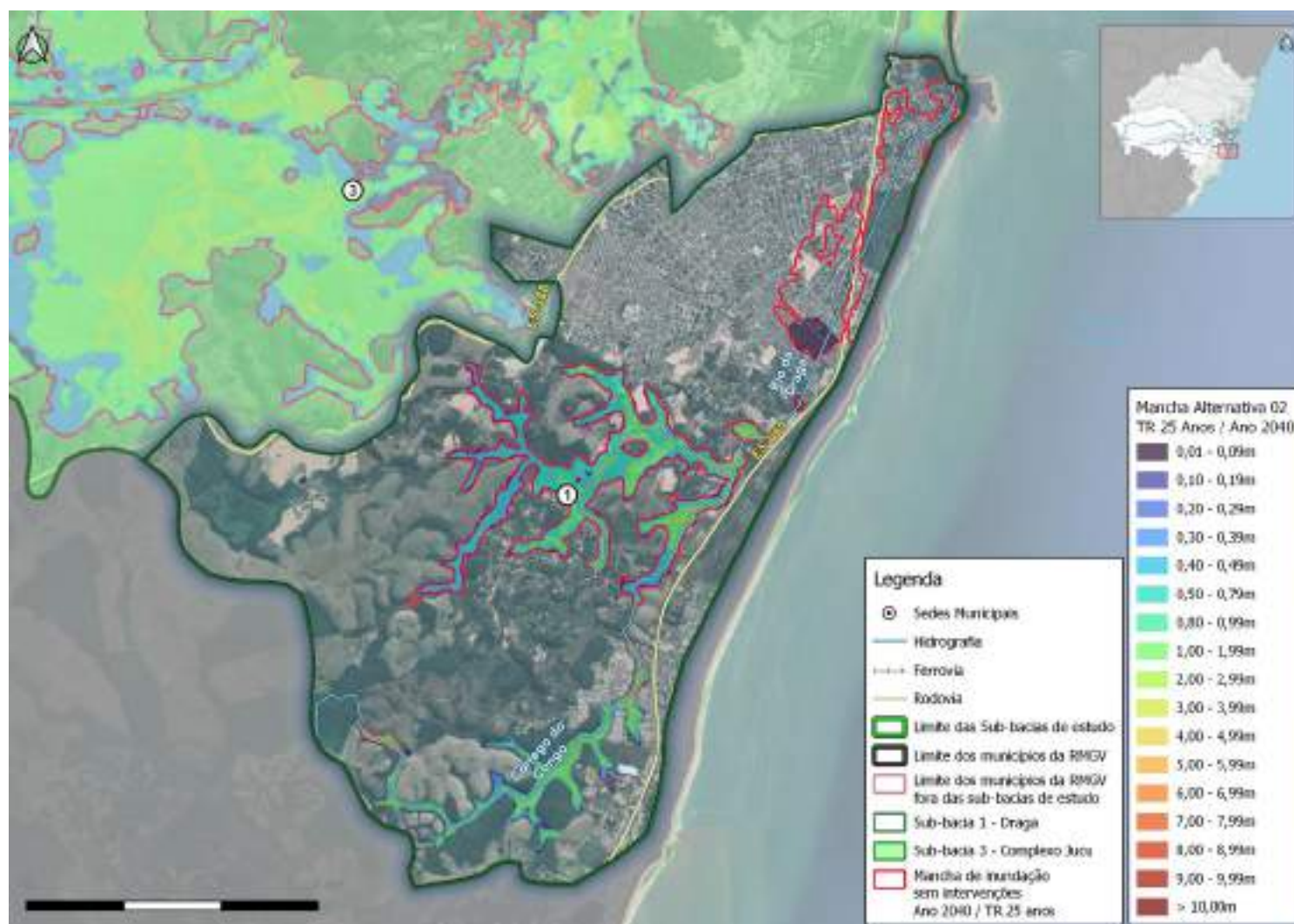


Figura 96 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – sub-bacia 1 – Draga – ALTERNATIVA 02.

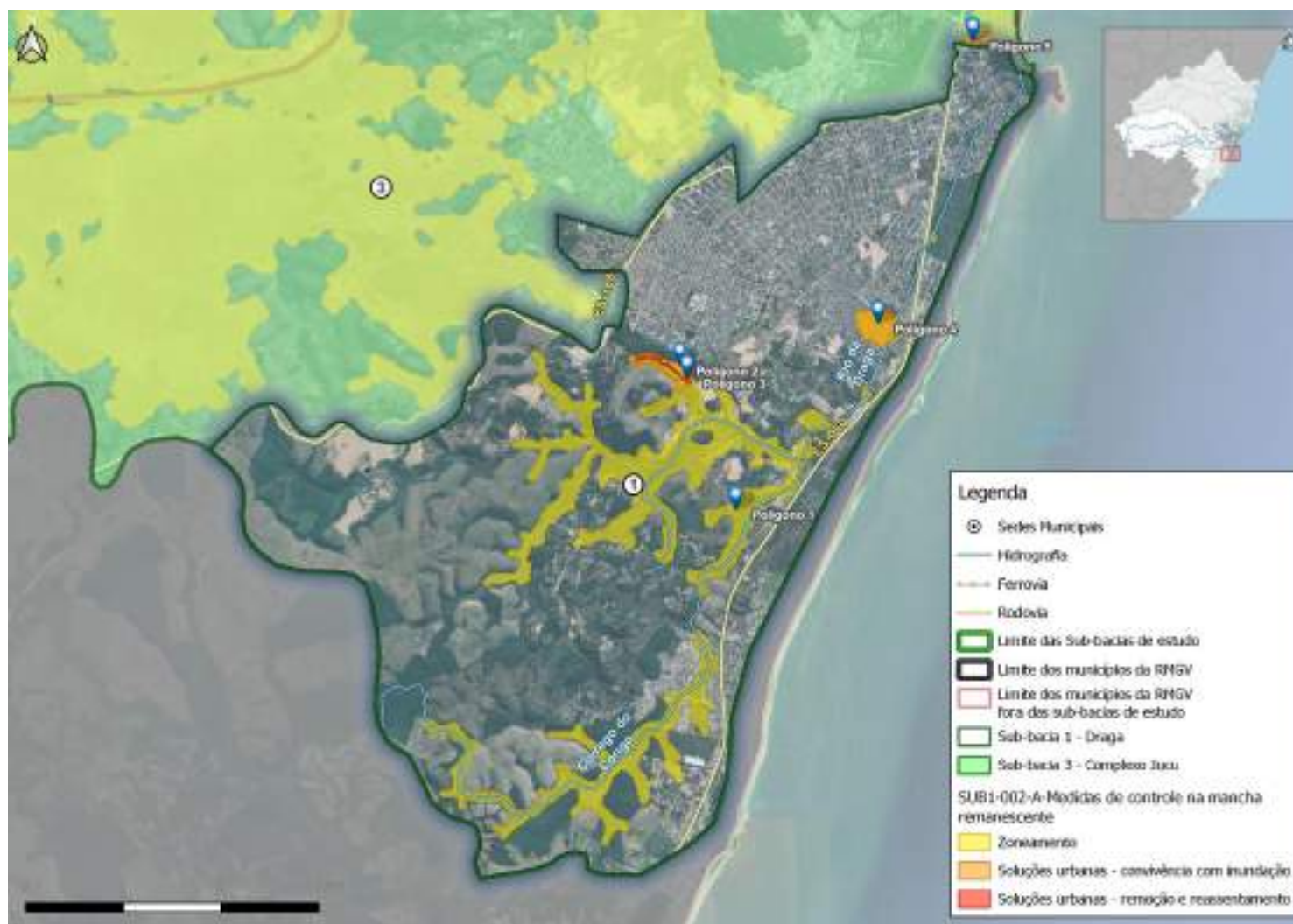


Figura 97 – Detalhamento da Intervenção SUB1-002-A.



Figura 98 – Detalhe da intervenção SUB1-002-A – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.

3.1.12.2 Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta sub-bacia foi dividida em 2 alternativas. O resultado da aplicação dessa metodologia selecionou a **alternativa 2**. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

Córrego Bigossi

A Tabela 48 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Córrego Bigossi.

Tabela 48 – Alternativas do Córrego Bigossi

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB2-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)
2	BIG-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento linear

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do Córrego Bigossi com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- SUB2-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)

A mancha remanescente deste cenário se estende nas proximidades do Canal da Costa ao longo da sua extensão, e também em trecho do Córrego Bigossi. A altura da lâmina d'água resultante é abaixo dos 50 cm, abarcando uma extensa região urbanizada e altamente adensada.

As medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de

permeabilidade.

A Tabela 49 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 49 – Resumo das proposições da intervenção SUB2-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (211,0 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 99 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa. Por fim, a Figura 100 detalha a intervenção SUB2-001-A.



Figura 99 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 2 – Bigossi-Costa – ALTERNATIVA 01.

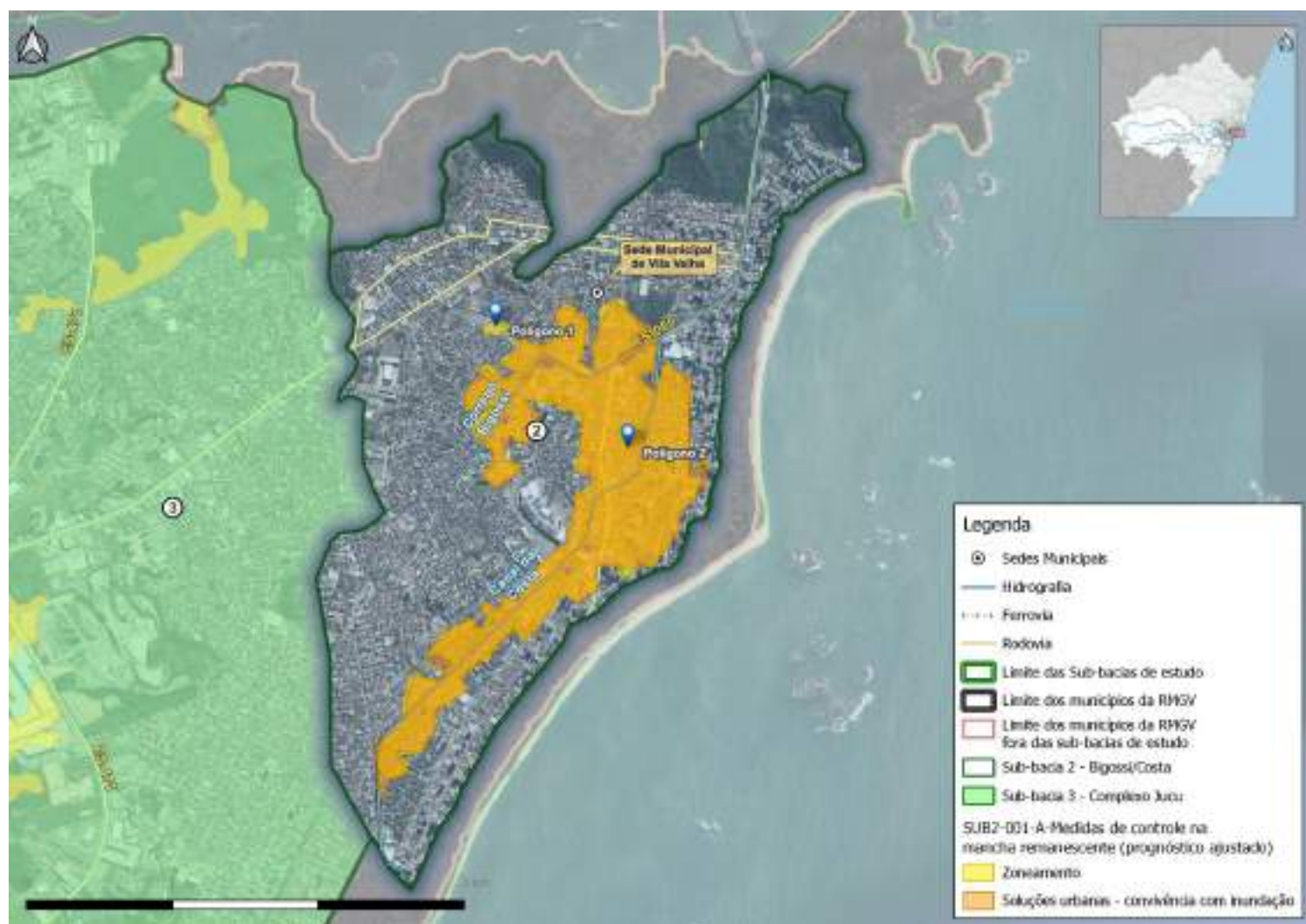


Figura 100 – Detalhamento da Intervenção SUB2-001-A.

Alternativa 2

- BIG-002-A – Implantação de reservatório de amortecimento linear

Propõe-se a implantação de um reservatório de amortecimento linear, do tipo fora de linha (offline), na margem direita do córrego Bigossi, sob a avenida Gonçalves Ledo, iniciando no canteiro central na intersecção com a rua Joaquim Nabuco e com término próximo a intersecção com a rua Moema.

A Figura 101 apresenta o esquema de implementação proposto.

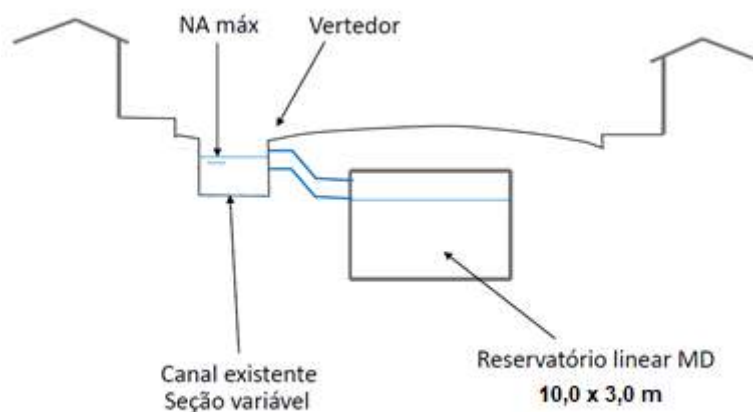


Figura 101 – Esquemática da intervenção BIG-002-A.

O reservatório possui as seguintes características estimadas, aproximadas:

- Extensão total: 740m;
- Volume total: 22.100 m³

Deverá ser considerado um sistema de bombeamento para o esvaziamento dos reservatórios após os eventos de cheia. A capacidade de bombeamento deverá ser definida posteriormente em estudo detalhado e recomenda-se que tenha uma capacidade de esvaziamento em no máximo 24 horas.

Prevê-se sua implantação nas seguintes coordenadas: início 364062,00 m E; 7750370,00 m S e término 364706,00 m E; 7750013,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000)

Canal da Costa

A Tabela 50 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Canal da Costa.

Tabela 50 – Alternativas Canal da Costa

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB2-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)
2	COS-002-A	Desativação da EBAP Élcio Álvares
	COS-002-B	Implantação de reservatório de amortecimento linear

*Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do Canal da Costa com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

A intervenção SUB2-001-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 1 do Córrego Bigossi.

Alternativa 2

- COS-002-A – Desativação da EBAP Élcio Álvares

A EBAP Élcio Álvares, tem como finalidade impedir o remanso proveniente pelo aumento da maré através do seu sistema de comportas e garantir o fluxo de montante para jusante através do bombeamento com capacidade total de 15 m³/s.

Com a implantação da EBAP Foz do Costa (SEDURB), apresentada no prognóstico, que melhorou as condições de escoamento a jusante da EBAP Élcio Álvares, verificou-se que a mesma realiza a função de controle do remanso proveniente do aumento da maré, assim, a EBAP Élcio Álvares tornou-se desnecessária, na configuração atual.

Com isso, recomenda-se a desativação da EBAP Élcio Álvares.

- COS-002-B – Implantação de reservatório de amortecimento linear

Propõe-se a implantação de um reservatório de amortecimento linear, do tipo fora de linha (offline), nas margens do Canal da Costa, sob a avenida Délio Silva Britto, em toda sua extensão, nas duas margens.

A Figura 102 apresenta o esquema de implementação proposto.

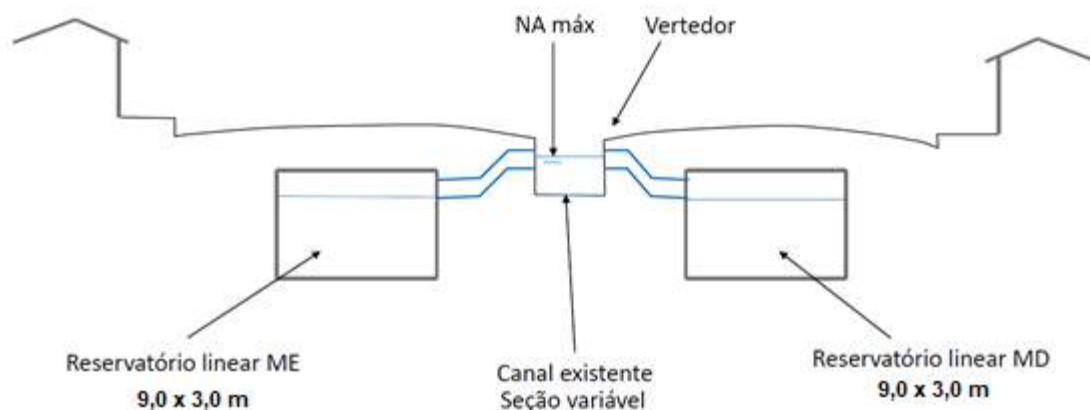


Figura 102 – Esquematização da intervenção COS-002-C.

O reservatório possui as seguintes características estimadas, aproximadas:

- Extensão total: 3.512,50 m, distribuído nas duas margens;
- Volume total: 94.840m³, distribuído nas duas margens.

Deverá ser considerado um sistema de bombeamento para o esvaziamento dos reservatórios após os eventos de cheia. A capacidade de bombeamento deverá ser definida posteriormente em estudo detalhado e recomenda-se que tenha uma capacidade de esvaziamento em no máximo 24 horas.

Prevê-se sua implantação nas seguintes coordenadas: início 363411,00 m E; 7747438,00 m S e término 364715,00 m E; 7748715,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

Após a implantação das medidas da Alternativa 2, não há mancha remanescente e, portanto, não são necessárias medidas de controle. Ilustra-se, na Figura 103 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 para a sub-bacia 2 – Bigossi-Costa.



Figura 103 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 2 – Bigossi-Costa – ALTERNATIVA 02.

3.1.12.3 Sub-bacia 3 - Complexo Jucu

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta sub-bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. O resultado da aplicação dessa metodologia selecionou a **alternativa 2**. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

Rio Marinho e Canal Marinho

A Tabela 51 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Rio e o Canal Marinho.

Tabela 51 – Alternativas para rio Marinho e Canal Marinho

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB3-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)
2	MARIN-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento em linha
	SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente

*Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Marinho e Canal Marinho com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- SUB3-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)

A mancha remanescente afeta algumas regiões desta sub-bacia.

A primeira região é na confluência da Vala América com o rio Marinho onde a mancha resultante demanda tanto soluções adaptativas quanto remoção e reassentamento da população, a depender da altura da lâmina remanescente. Trata-se da proximidade dos bairros Vasco da Gama, Cobi de Cima e Cobi de Baixo, na faixa que permeia esses dois corpos hídricos.

A segunda região afetada é o bairro de Cobilândia onde uma grande extensão de área urbana é impactada por mancha remanescente. Como neste caso à altura da lâmina predominantemente não ultrapassa os 50 cm, com exceção de locais em que chega a 80 cm, indica-se a implementação de soluções adaptativas.

Mais ao sul, na confluência do Córrego Jaridm de Alah com o rio Marinho, há a persistência de uma ampla área afetada por mancha de inundação. A área urbana na margem esquerda do rio Marinho é fortemente afetada. Existem locais em que se faz necessária a remoção e o reassentamento da população devido a persistência de situação de risco. Também existem áreas que demandam soluções adaptativas.

No bairro Pontal das Garças, se identifica uma quarta área. No geral, esse bairro está protegido dos efeitos da inundação, contudo, há uma faixa ao norte da rua Canário onde se identifica mancha acima de 1m em área urbanizada, o que direciona para a ocorrência de remoção e reassentamento de população em situação de risco.

Mais ao sul, abaixo do rio Jucu, são identificadas áreas urbanas afetadas pela mancha de inundação, localizadas nos bairros Morada da Barra, Santa Paula II e Barramares. Esses locais demandam soluções adaptativas também. Por fim, na altura do cruzamento do rio Jucu e do Canal Camboapina com a Rodovia Campos Vitória também existem dois locais que devido a persistência de mancha de inundação abaixo de 1m, demandam soluções adaptativas.

De modo geral, para os casos de soluções adaptativas, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos. Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade. À exceção são os casos em que se faz necessária a remoção e reassentamento da população devido à persistência do risco.

A Tabela 52 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 52 – Resumo das proposições da intervenção SUB3-001-A

Resumo das proposições	
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (120 domicílios) + Parque Alagável (4,0 hectares)• Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (7,4 hectares)• Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (107,0 hectares)• Polígono 5 – 1B Remoção e Reassentamento (210 domicílios) + Parque Alagável (10,0 hectares)• Polígono 6 – 2B Soluções Adaptativas (36,0 hectares)• Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (10 domicílios) + Parque Alagável (0,7 hectares)• Polígono 8 – 2B Soluções Adaptativas (1,5 hectares)• Polígono 9 – 2B Soluções Adaptativas (5,1 hectares)• Polígono 10 – 2B Soluções Adaptativas (8,9 hectares)• Polígono 11 – 2B Soluções Adaptativas (1,4 hectares)• Polígono 12 – 2B Soluções Adaptativas (0,7 hectares)	

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 104 a seguir, a localização das intervenções de da alternativa 01 para a sub-bacia 3. Por fim, a Figura 105 detalha a intervenção SUB3-001-A.

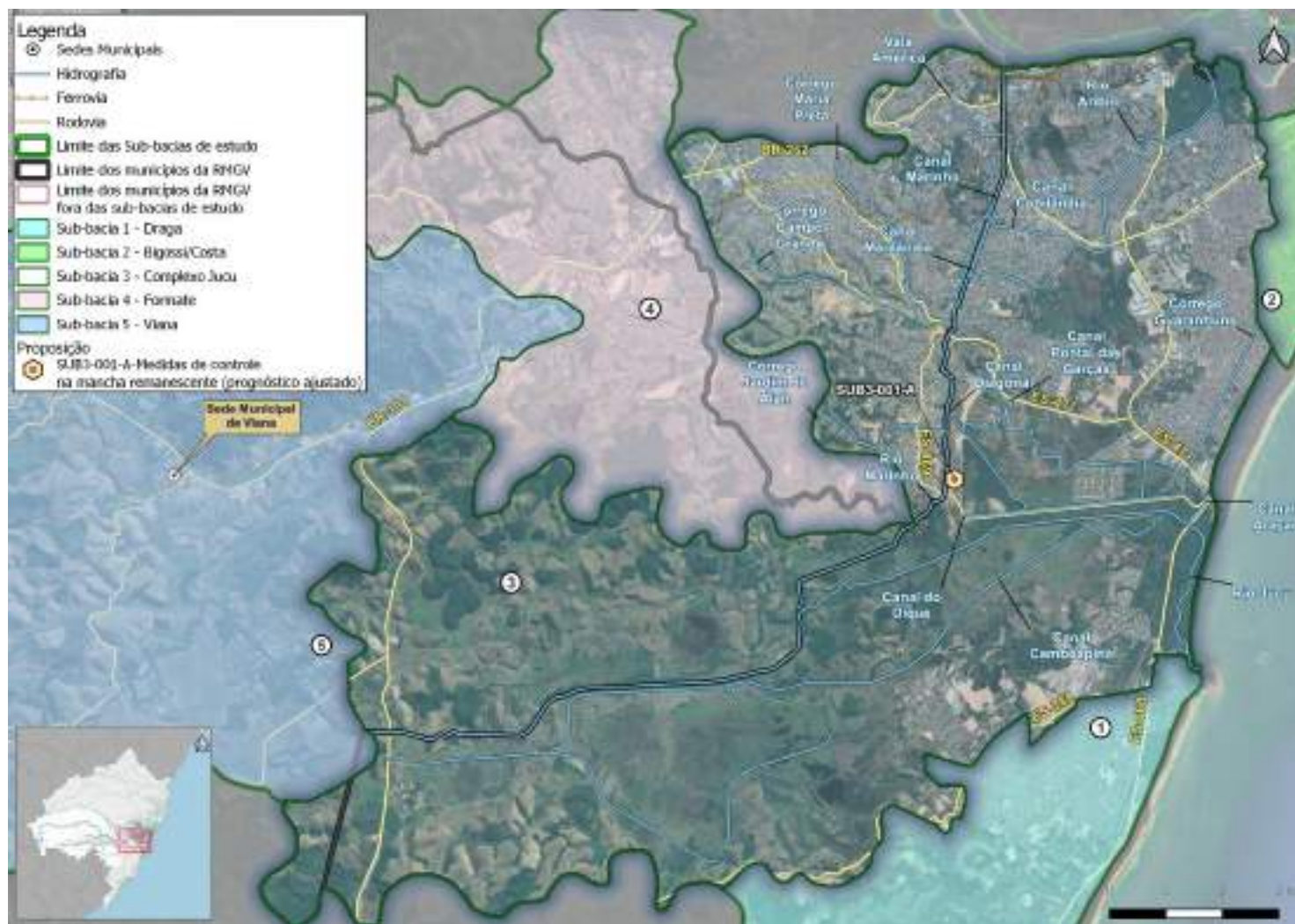


Figura 104 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 01.

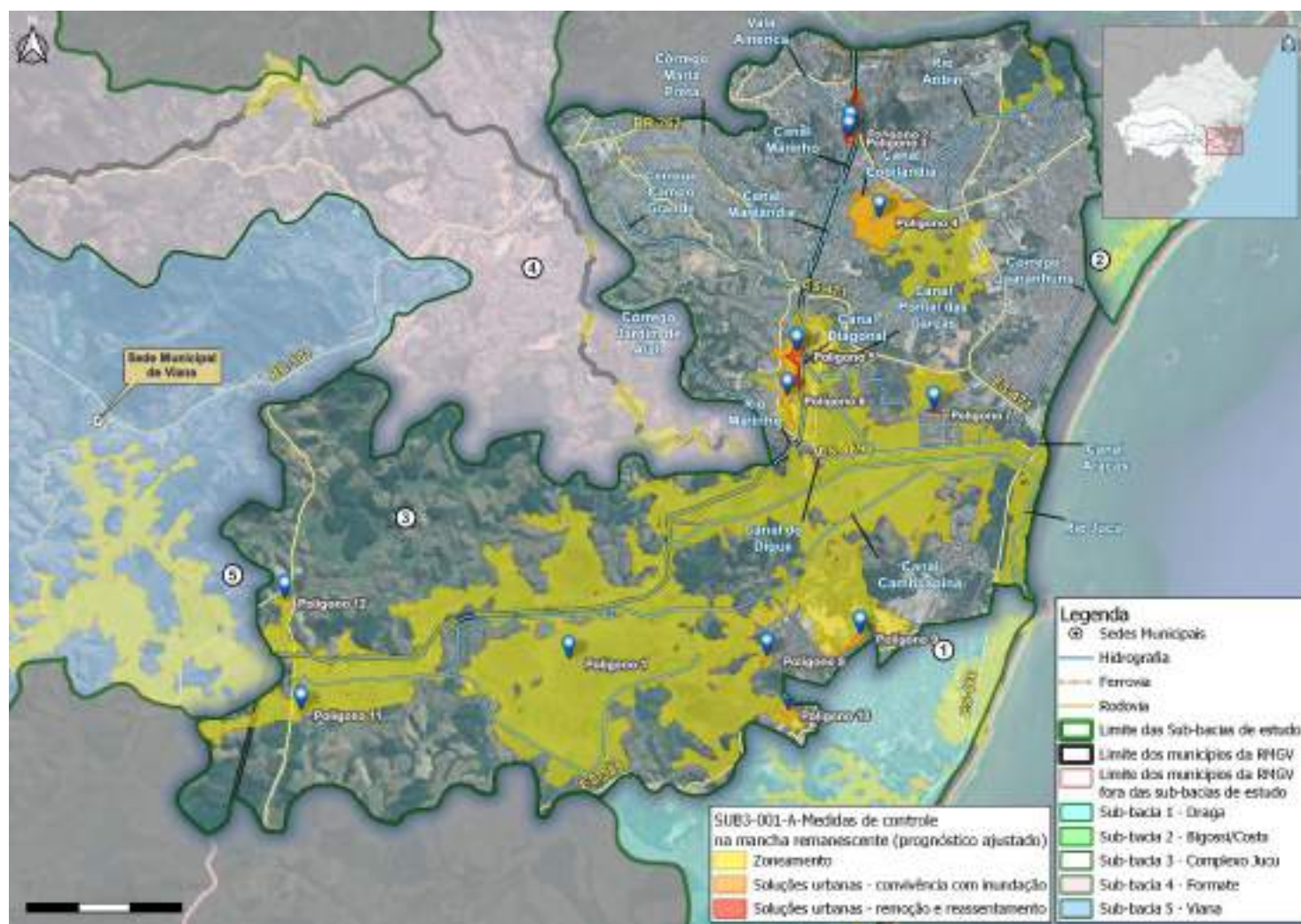


Figura 105 – Detalhamento da Intervenção SUB3-001-A.

Alternativa 2

- MARIN-002-A- Implantação de reservatório de amortecimento em linha

Propõe-se a implantação de um reservatório de amortecimento em linha no Rio Marinho. Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região do bairro Jardim Botânico.

O reservatório proposto deverá ser escavado até a cota de 0,5 m e possui as demais dimensões:

Características estimadas, aproximadas:

- Área: 426.756,00 m²;

- Volume escavado: 1.160.746,70 m³

Prevê-se sua implantação a montante da confluência do rio Marinho com o córrego Jardim de Alah, na altura do bairro Jardim Botânico, nas seguintes coordenadas: 357635,00 m E; 7744757,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- SUB3-002-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)

A mancha remanescente afeta algumas regiões desta sub-bacia, porém, nota-se um recuo em relação a Alternativa 1.

Tanto a primeira região – confluência da Vala América com o rio Marinho – quanto a segunda – bairro de Cobilândia – deixam de ser afetados pois não há mais mancha remanescente nessas áreas.

Mais ao sul, na confluência do Córrego Jardim de Alah com o rio Marinho, ainda persiste o impacto da mancha remanescente na margem esquerda do rio Marinho. Contudo, há um recuo considerável da área afetada assim como não há mais necessidade de remoção e reassentamento. Do mesmo modo, o bairro Pontal das Garças também é preservado e não há mais necessidade de remoção e reassentamento de população.

Persistem as áreas localizadas abaixo do rio Jucu nos bairros Morada da Barra, Santa Paula II e Barramares, assim como as áreas nas proximidades do cruzamento do rio Jucu e do Canal Camboapina com a Rodovia Campos Vitória.

Vale também a orientação de que para os casos de soluções adaptativas, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre

as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos. Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade. À exceção são os casos em que se faz necessária a remoção e reassentamento da população devido à persistência do risco.

A Tabela 53 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 53 – Resumo das proposições da intervenção SUB3-002-A

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – 2E Zoneamento de Inundação
•	Polígono 2 - 2B Soluções Adaptativas (12,0 hectares)
•	Polígono 3 - 2B Soluções Adaptativas (1,5 hectares)
•	Polígono 4 - 2B Soluções Adaptativas (5,1 hectares)
•	Polígono 5 - 2B Soluções Adaptativas (8,9 hectares)
•	Polígono 6 - 2B Soluções Adaptativas (1,4 hectares)
•	Polígono 7 - 2B Soluções Adaptativas (0,7 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 106 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 para a sub-bacia 3 e a Figura 107 detalha a intervenção SUB3-002-A.



Figura 106 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02.

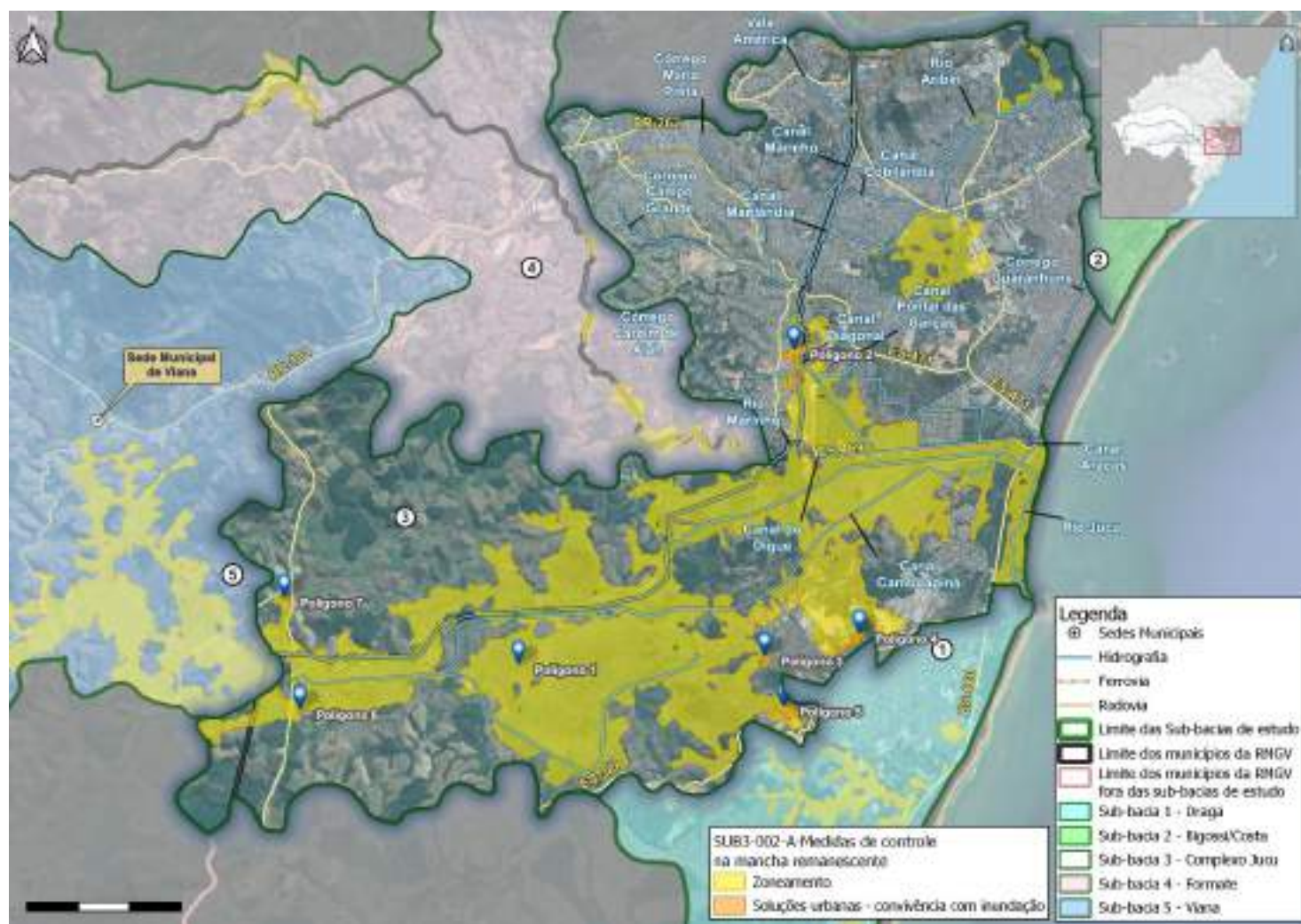


Figura 107 – Detalhamento da Intervenção SUB3-002-A.

Rio Aribiri e Canal Aribiri

A Tabela 54 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Rio Aribiri e Canal Aribiri.

Tabela 54 – Alternativas Rio Aribiri

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB3-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)
2	SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis e as alternativas do rio Aribiri com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

A intervenção SUB3-001-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 1 do rio Marinho.

Alternativa 2

A intervenção SUB3-002-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 2 do rio Marinho.

Canal Cobilândia

A Tabela 55 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Canal Cobilândia.

Tabela 55 – Alternativas Canal Cobilândia

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB3-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)
2	COB-002-A	Remoção de ligação do canal Cobilândia com o canal Marinho
	SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as obras irreversíveis e as alternativas do Canal Cobilândia com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

A intervenção SUB3-001-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 1 do rio Marinho.

Alternativa 2

- COB-002-A - Remoção de Ligação do Cobilândia com o canal Marinho

Essa medida tem por finalidade retirar a ligação direta existente de cerca de 1.800 m entre o canal Cobilândia e o rio Marinho, que impossibilita qualquer tipo de controle sob o fluxo e que diminui a eficiência das obras irreversíveis para a região apresentadas no prognóstico 02.

A intervenção SUB3-002-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 2 do rio Marinho.



Canal Guaranhuns

A Tabela 56 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Canal Guaranhuns.

Tabela 56 – Alternativas Canal Guaranhuns

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB3-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)
2	SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do canal Guaranhuns com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

A intervenção SUB3-001-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 1 do rio Marinho.

Alternativa 2

A intervenção SUB3-002-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 2 do rio Marinho.

Canal do Dique

A Tabela 57 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Canal do Dique.

Tabela 57 – Alternativas Canal do Dique

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB3-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)
2	SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do canal do Dique com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 2** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

A intervenção SUB3-001-A foi apresentada anteriormente no item referente a

alternativa 1 do rio Marinho.

Alternativa 2

A intervenção SUB3-002-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 2 do rio Marinho.

Por fim, apresenta-se a seguir, na Figura 109 e Figura 110, o comparativo entre as manchas de inundação das Alternativas 1 e 2 para toda a Sub-bacia 3 – Complexo Jucu.

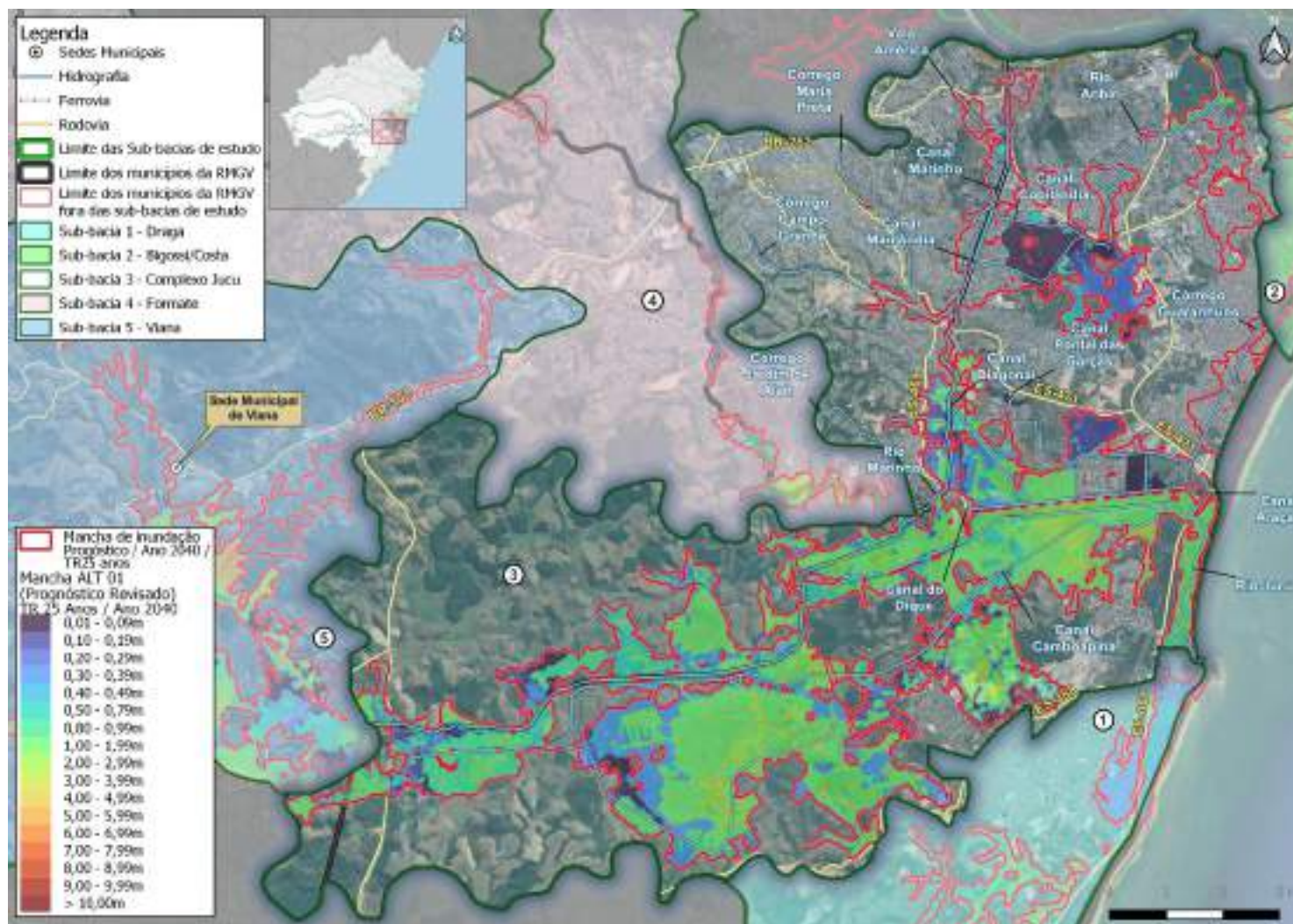


Figura 109 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02.

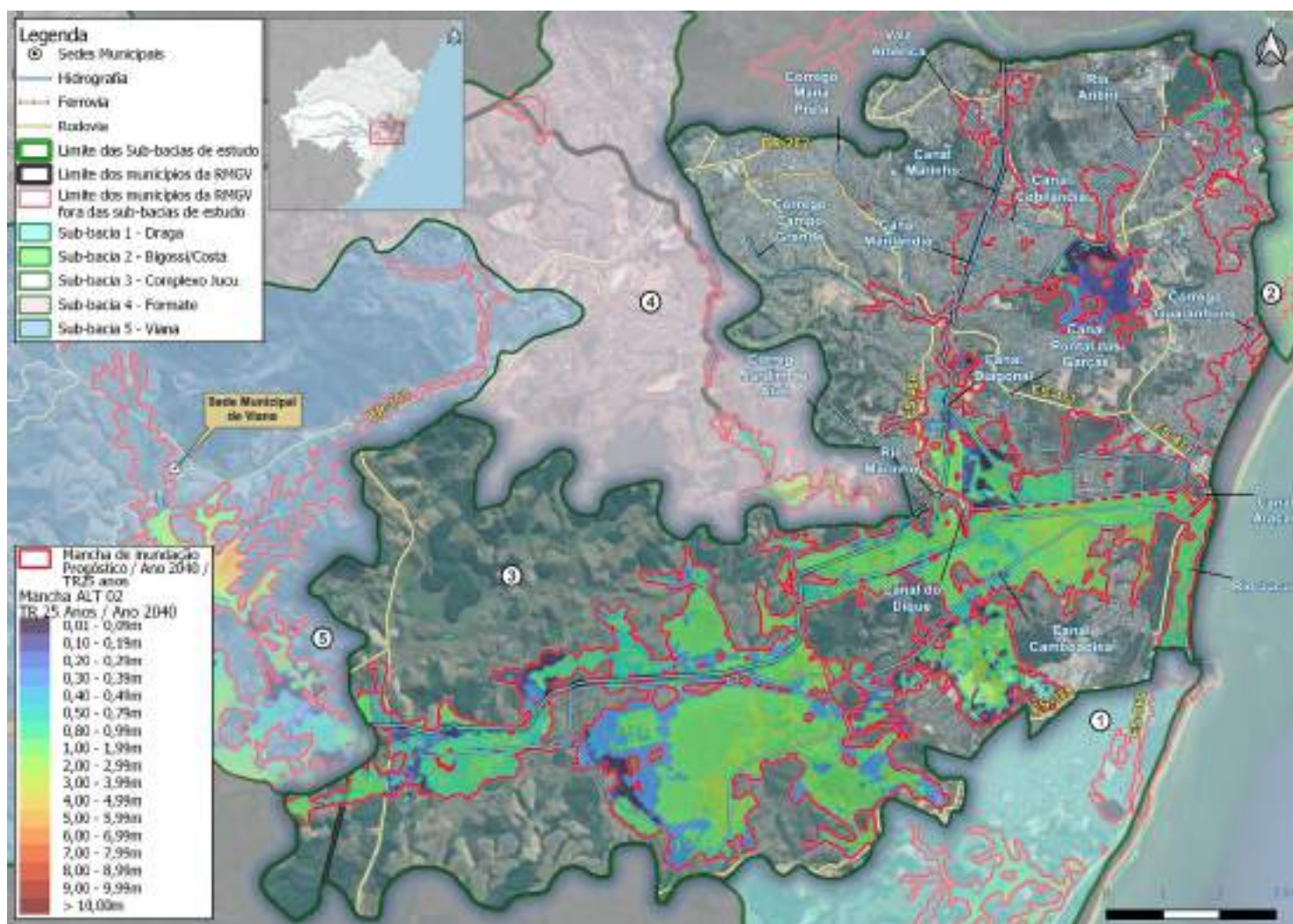


Figura 110 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – sub-bacia 3 – Complexo Jucu – ALTERNATIVA 02

3.1.12.4 Sub-bacia 4 - Formate

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta sub-bacia hidrográfica foi dividida em apenas 1 alternativa. Portanto, as proposições apresentadas a seguir compõem a alternativa selecionada.

Rio Formate

A Tabela 58 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Rio Formate.

Tabela 58 – Alternativas Rio Formate

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB4-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)

*Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir é descrita a única alternativa para o rio Formate.

Alternativa 1

- SUB4-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)

A mancha remanescente impacta uma região de características urbanas na proximidade da confluência do rio Formate com o rio Marinho. A altura da lâmina é superior a 1m compondo uma situação de risco o que exige a remoção e reassentamento da população.

É fundamental que os contornos da mancha remanescente sejam incorporados no zoneamento de inundação impedindo a ocupação futura de áreas de risco.

A Tabela 59 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 59 – Resumo das proposições da intervenção SUB4-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (1,8 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 111 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a Sub-bacia 4 - Formate. Por fim, a Figura 112 detalha a intervenção SUB4-001-A.

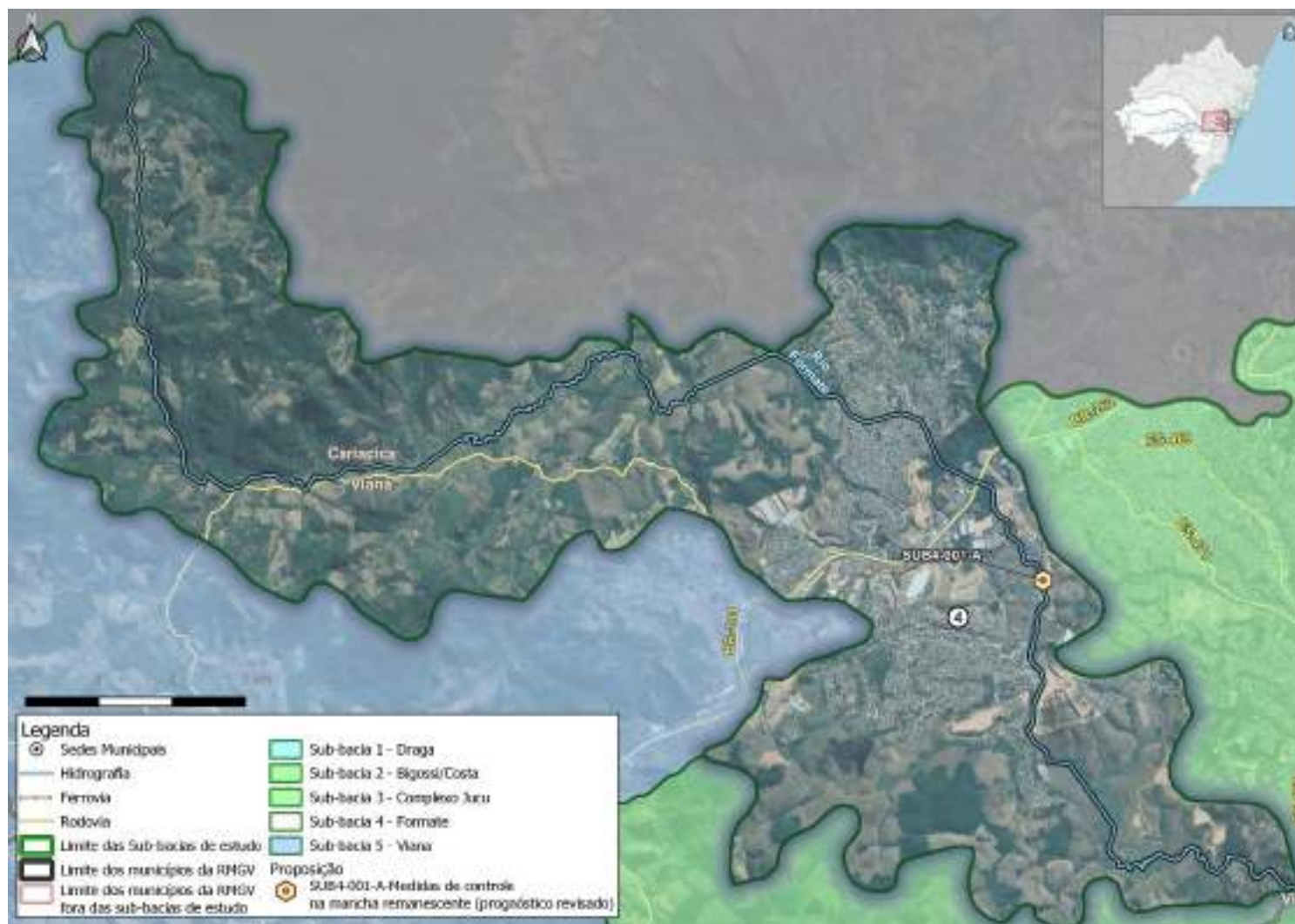


Figura 111 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 4 – Formate – ALTERNATIVA 01

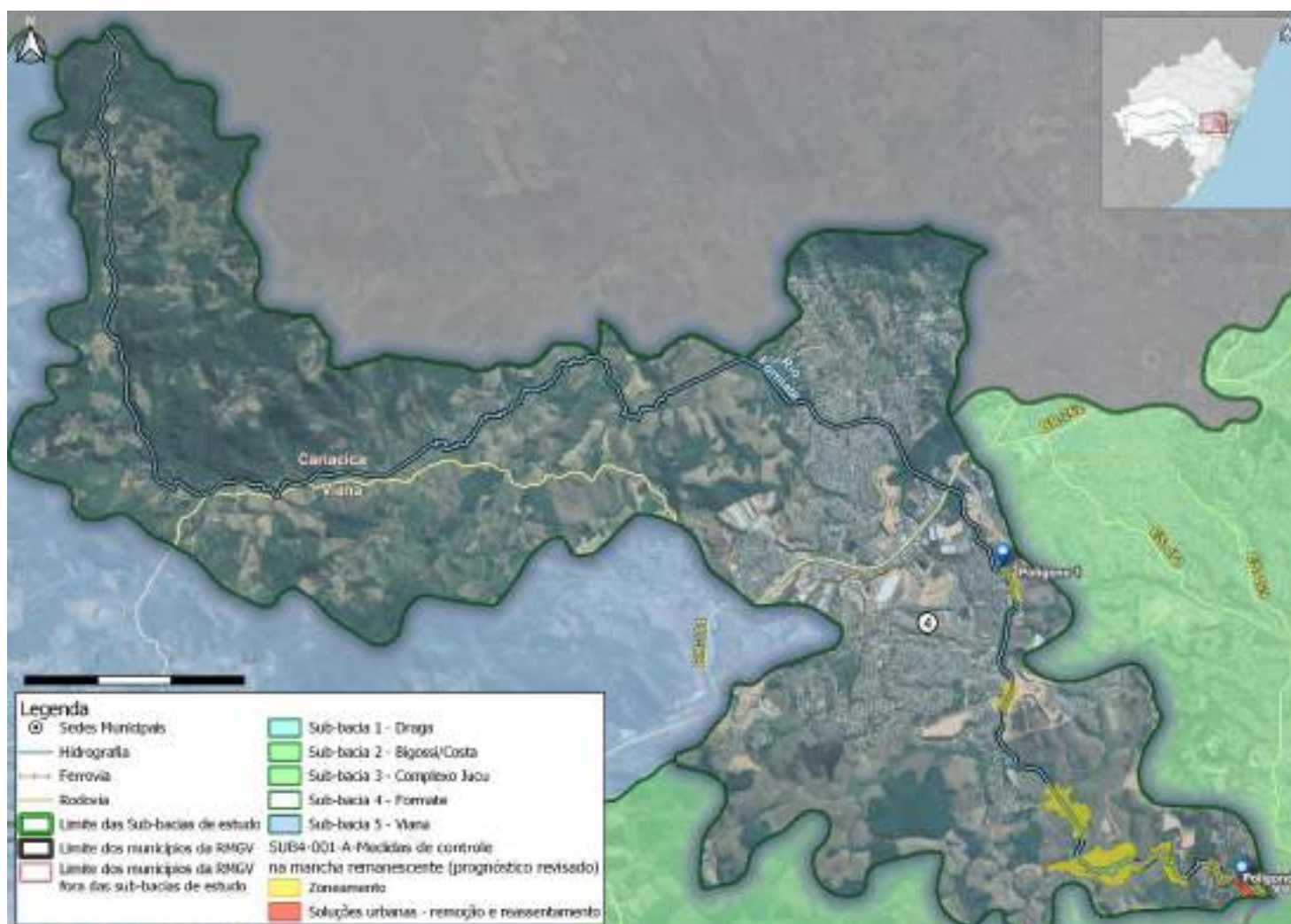


Figura 112 – Detalhamento da Intervenção SUB4-001-A.

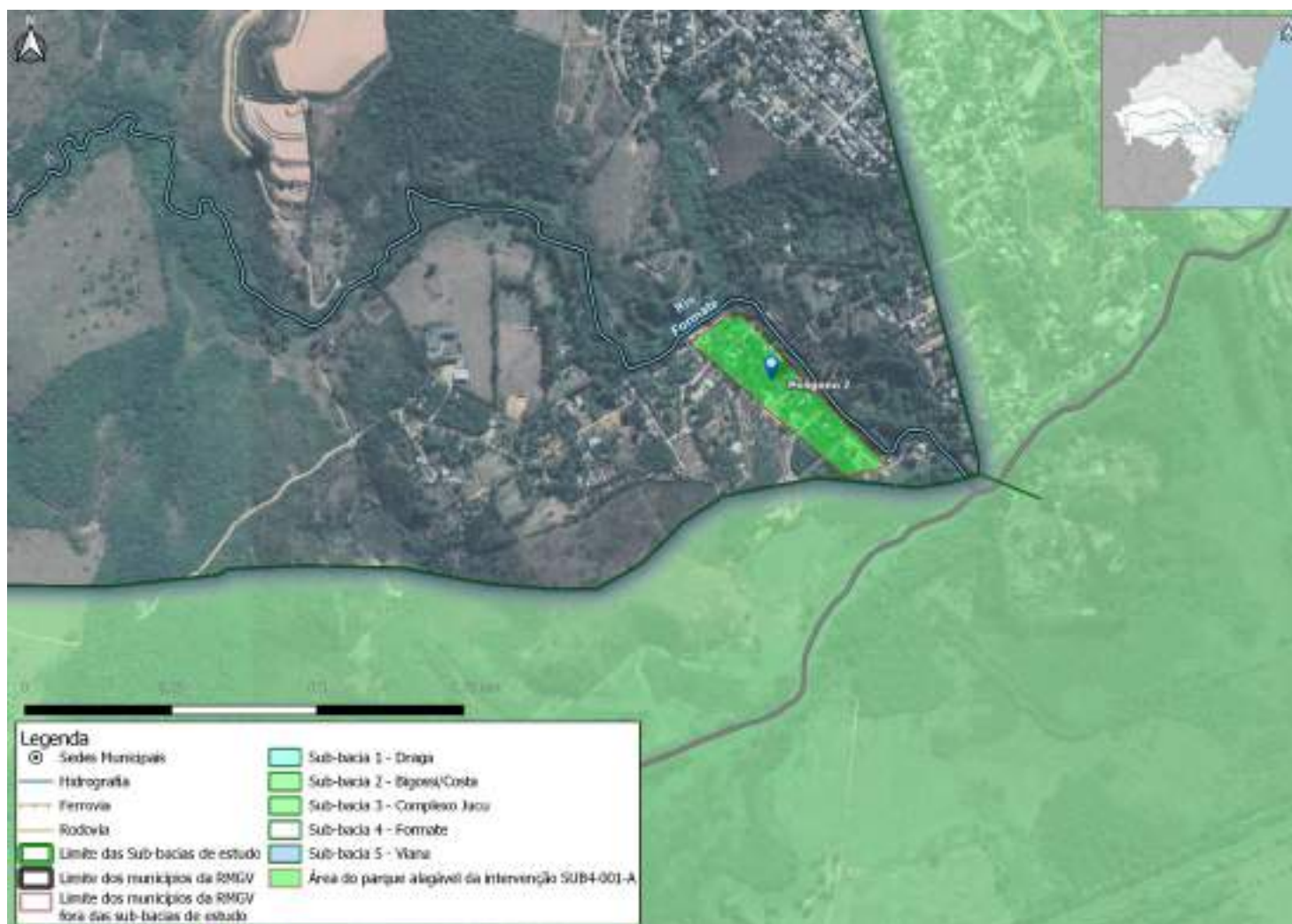


Figura 113 – Detalhamento da Intervenção SUB4-001-A – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.

3.1.12.5 Sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em apenas 1 alternativa. Portanto, as proposições apresentadas a seguir compõem a alternativa selecionada.

Córrego Ribeira

A Tabela 60 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Córrego Ribeira.

Tabela 60 – Alternativas Córrego Ribeira

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB5-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)

*Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir está descrita a única alternativa para o Córrego Ribeira.

Alternativa 1

- SUB5-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico ajustado)

A mancha remanescente atinge uma região ao sul da Estrada Bahia Nova, impactando uma pequena área urbanizada com uma altura de lâmina abaixo de 1 m. Deste modo, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

A Tabela 61 especifica as medidas de controle na mancha remanescente

Tabela 61 – Resumo das proposições da intervenção SUB5-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">Polígono 1 – 2E ZoneamentoPolígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (3,2 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 114 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho. Por fim, a Figura 115 detalha a intervenção SUB5-001-A.

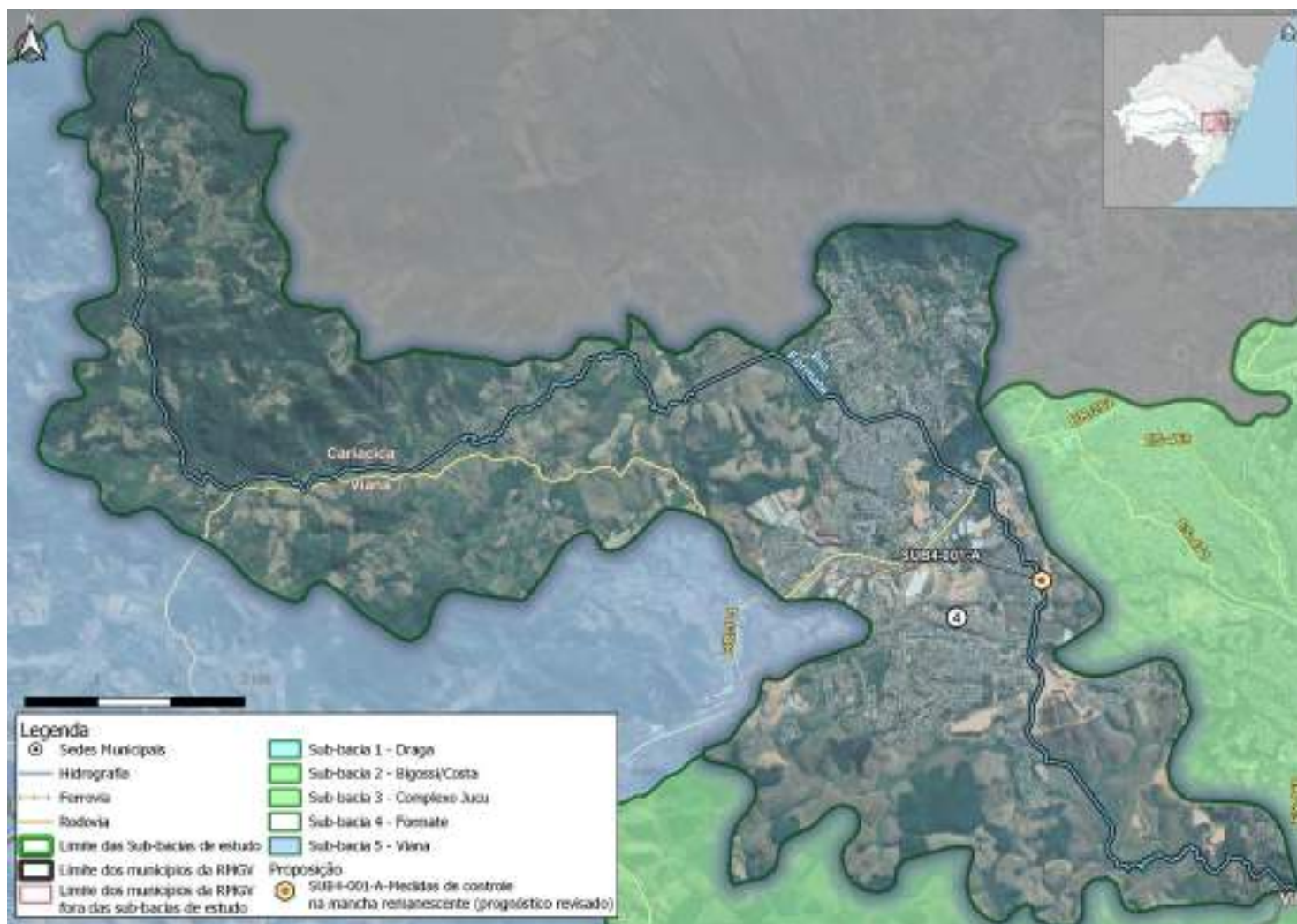


Figura 114 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucu – sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho – ALTERNATIVA 01

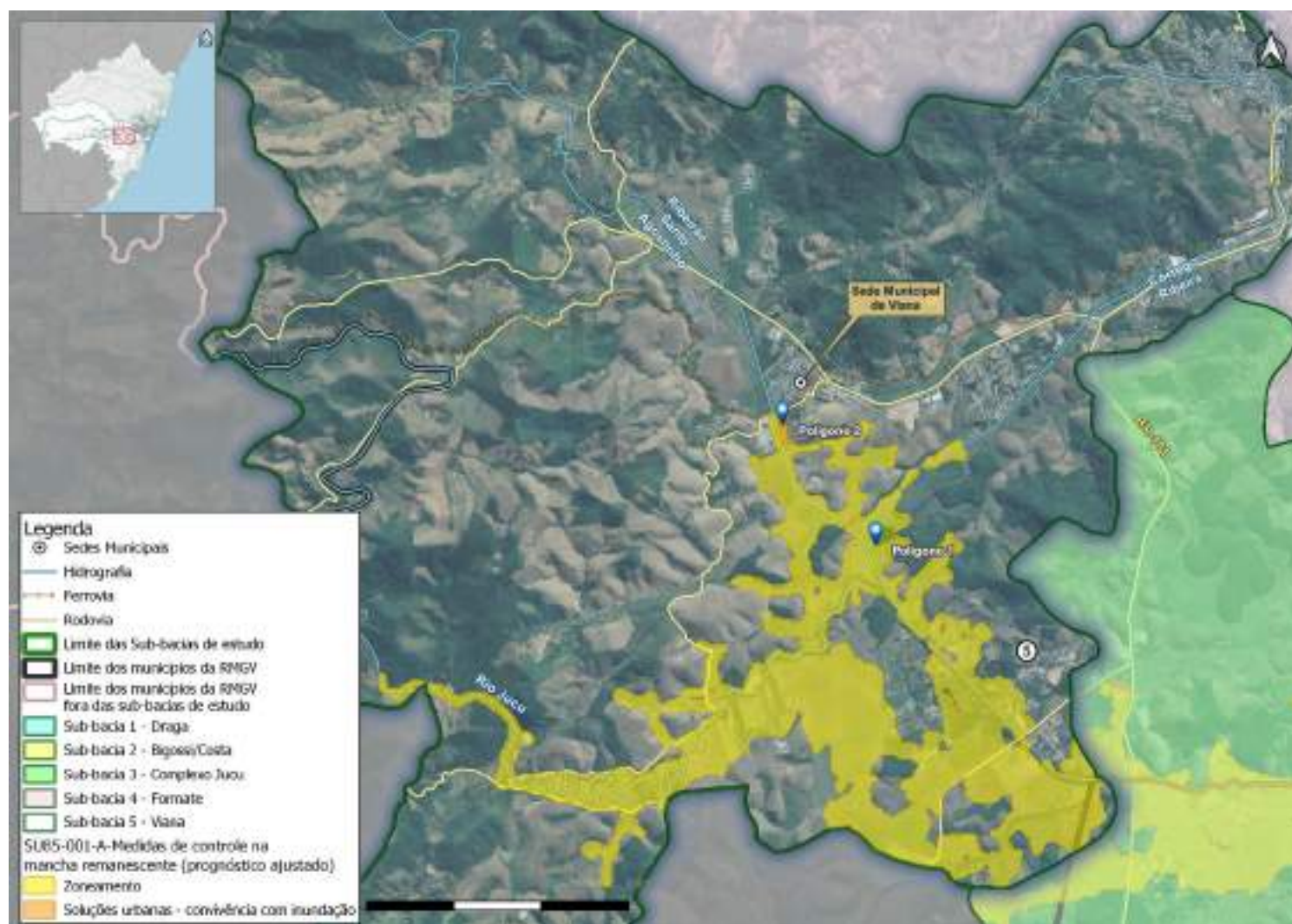


Figura 115 – Detalhamento da Intervenção SUB5-001-A

Ribeirão Santo Agostinho

A Tabela 62 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Ribeirão Santo Agostinho.

Tabela 62 – Alternativas Ribeirão Santo Agostinho

Alternativa	Código	Proposições
1	SUB5-001-A*	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico revisado)

***Refere-se a uma intervenção em toda a mancha de inundação da sub-bacia.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir está descrita a única alternativa para o Ribeirão Santo Agostinho.

Alternativa 1

A intervenção SUB5-001-A foi apresentada anteriormente no item referente a alternativa 1 do Córrego Ribeira.

Bacia Hidrográfica do Rio Perocão

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que as populações dos bairros Portal de Santa Mônica, Paturá e Santa Rosa são impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 116 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Perocão.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

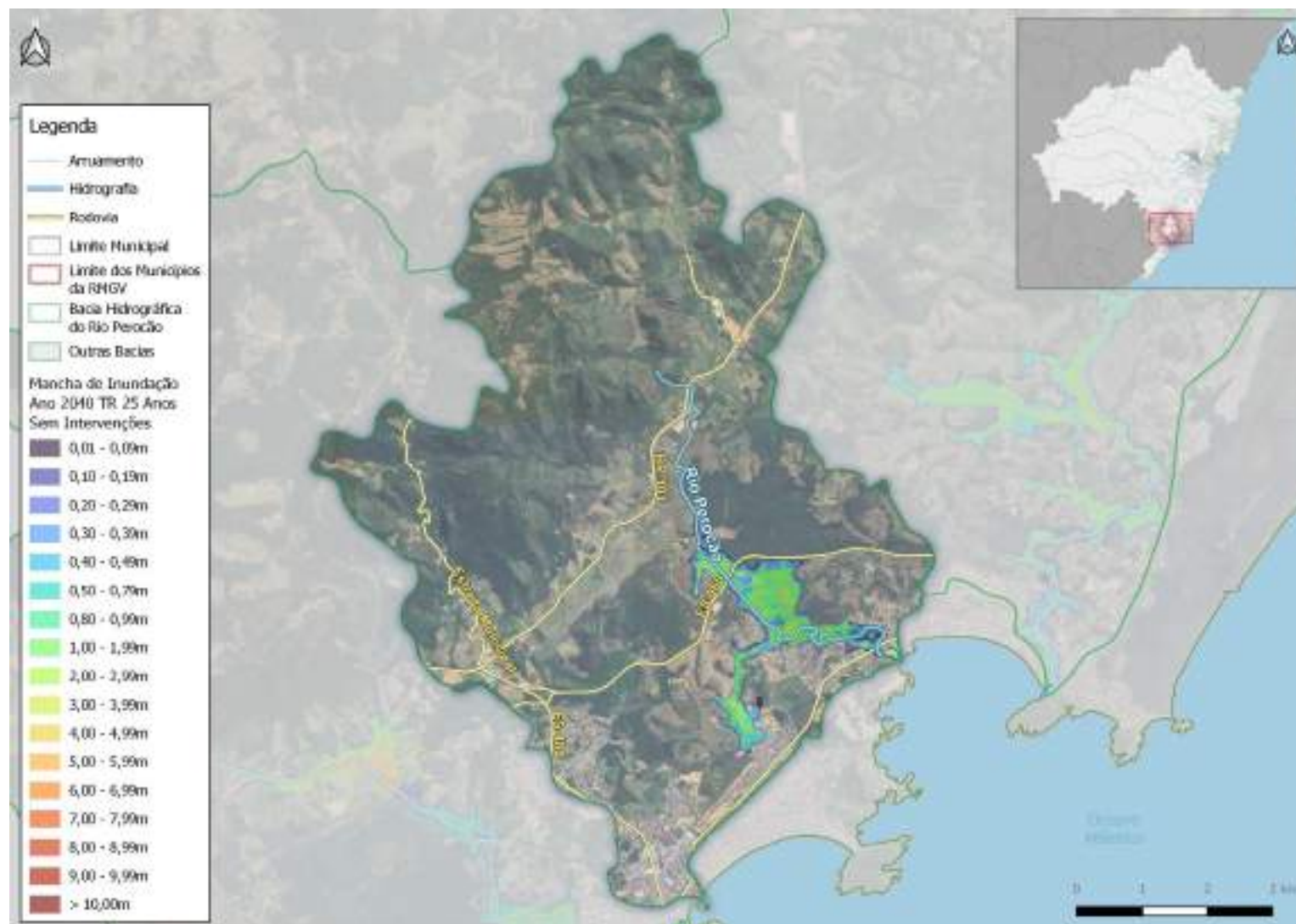


Figura 116 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Perocão.

3.1.13 Rio Perocão

A Tabela 63 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio Perocão.

Tabela 63 – Alternativas Rio Perocão

Alternativas	Código	Proposições
1	PER-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento inline
	PER-001-B	Aumento da condutividade hidráulica do canal paralelo a rua Domingos José Barbosa (afluente do Rio Perocão)
	PER-001 -C	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060
	PER-001-D	Medidas de controle nas manchas remanescentes
2	PER-002-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Perocão com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 01

- Intervenção PER-001-A - Implantação de reservatório de amortecimento inline

Essa medida tem por finalidade reduzir o acúmulo de água no bairro Santa Rosa, entre as ruas Itália e Filadélfia nas porções que drenam para a rua Neide Araújo.

O reservatório proposto, prevê uma escavação aproximada de 409.873,48 m³ em uma área de 285.525 m².

- Intervenção PER-001-B - Aumento da condutividade hidráulica do canal paralelo a rua Domingos José Barbosa (afluente do Rio Perocão)

Essa medida tem por finalidade aumentar a capacidade hidráulica do canal existente, reduzindo o tempo de concentração do escoamento até o ponto de desagüe no Rio Perocão.

O canal proposto possui geometria retangular, com 1.480 m de extensão e as seguintes dimensões:

H = 2 m de altura;

b = 10 m de largura;

O alargamento de canal está indicado na Figura 117 abaixo e tem as coordenadas aproximadas:

Início do trecho de intervenção: 344716,09 m E 7717824,66 m S;

Término do trecho de intervenção: 345415,27 m E 7718797,42 m S.



Figura 117 – Seção tipo da alternativa PER-001-B.

- PER-001 -C - Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060

Essa medida estrutural tem por finalidade acumular o volume de escoamento da porção da bacia do Rio Perocão a montante da Rodovia do Sol (ES-060) através da implantação de um reservatório de amortecimento com túnel de descarga.

Características estimadas para o reservatório de amortecimento:

- Largura: 135,0 m;
- Cota da crista: 10 m;
- Diâmetro do Túnel de Descarga: 1,50 m;
- Cota de Fundo do Túnel de Descarga: 2,75 m;
- Área: 1743525,00 m²
- Volume Reservatório: 3.635,825,94 m³.

A localização do barramento possui as seguintes coordenadas aproximadas: 344531,72 m E 7719817,98 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- PER-001-D - Medidas de controle nas manchas remanescentes

A modelagem hidrológica mostra que na bacia hidrográfica do rio Perocão as maiores manchas de inundação ocorrerão em áreas não urbanizadas, sendo boa parte situada a norte, entre as rodovias BR 101 (Mario Covas) e rodovia ES-60 (Rodovia do Sol).

Logo após a travessia da ES-60 as manchas de inundação ainda encontram áreas com vegetação não urbanizadas, porém, o quadro se altera quando o rio alcança uma área de urbanização a sudeste (Jabaraí) onde há previsão de impactos nas bordas do

referido núcleo, agravando-se de forma expressiva quando as águas alcançam um afluente de nomenclatura não identificada, em cujo fundo de vale foi construída uma avenida por onde se expandiu a urbanização, ocupando as áreas de APP do referido curso d'água.. Nesse trecho recomendam-se avaliações sobre eventuais remoções de edificações e outras medidas estruturais localizadas, como também de medidas não estruturais para redução desses impactos (Figura 120).

Considera-se que o deslocamento involuntário, quando inevitável, deva ser precedido da elaboração de Plano de Reassentamento e Medidas Compensatórias com inclusão de diretrizes e indicativos dos atendimentos a serem ofertados às famílias e ao comércio. O Plano de Reassentamento e Medidas Compensatórias pode ser conceituado como o Instrumento norteador do processo de deslocamento, contendo a demarcação da área de abrangência, a identificação do público elegível e das soluções de atendimento aplicáveis e serão detalhadas no Produto 08

São previstas duas grandes áreas de inundação que podem receber soluções como parques inundáveis para conter os volumes excedentes de escoamento e proteção das APPS e áreas de borda. Há previsão de implementação de medidas adaptativas para infraestruturas (especialmente viárias) e edificações nas regiões do fundo de vale no bairro Jabaraí. Há previsão de remoção de edificações na margem esquerda do afluente do rio Perocão no bairro Jabaraí situados em área de risco e recuperação da APP. As áreas de APP nas margens ocupadas devem ser rigorosamente fiscalizadas impedindo sua expansão.

A Tabela 64 a seguir especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 64 – Resumo das proposições da intervenção PER-001-D

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (15,6 hectare)• Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (4,2 hectare)• Polígono 4 - 2A Soluções Adaptativas (4,4 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 118 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Perocão. A Figura 119 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, a Figura 120 detalha a intervenção PER-001-D.



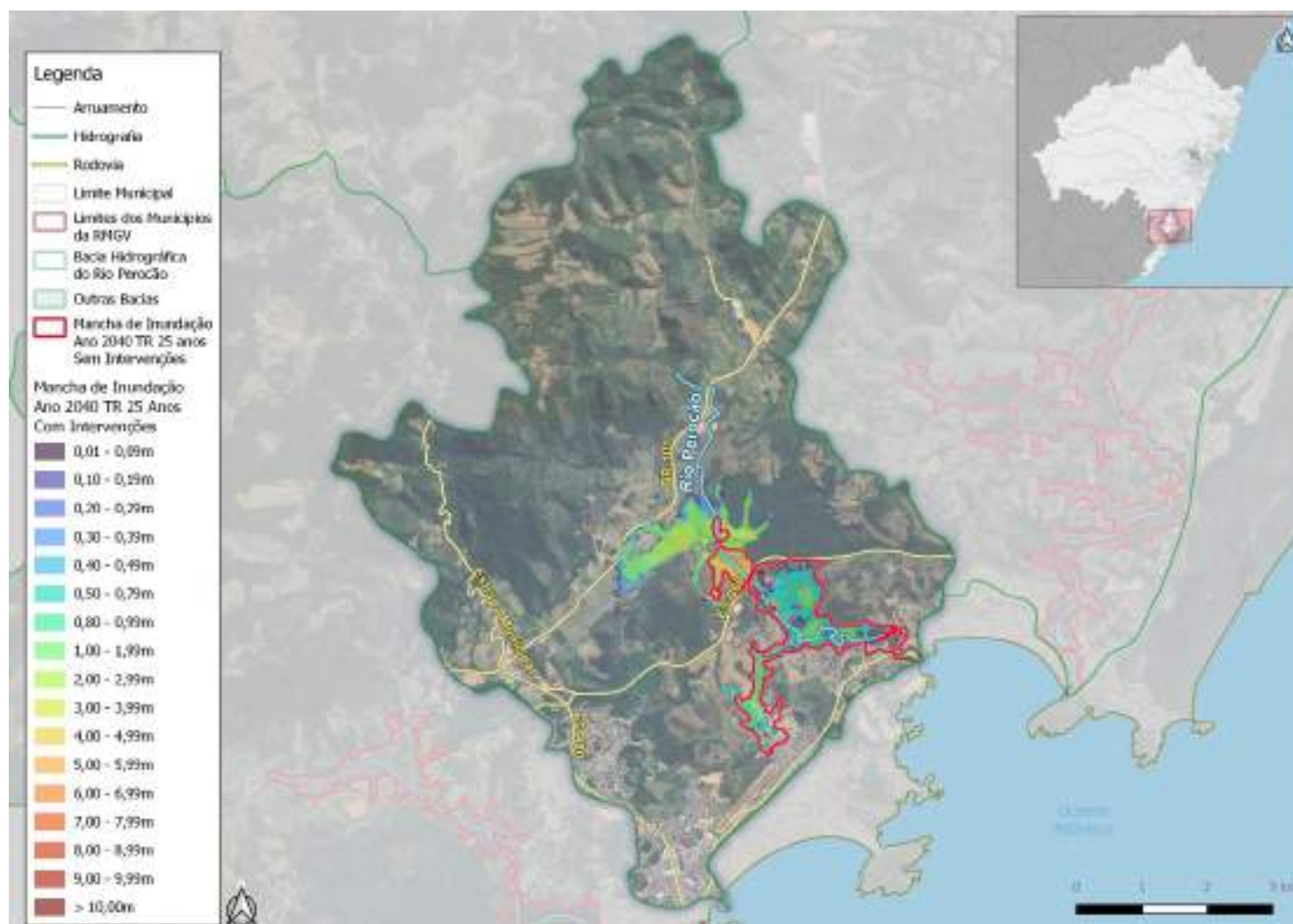


Figura 119 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Perocão – ALTERNATIVA 01.

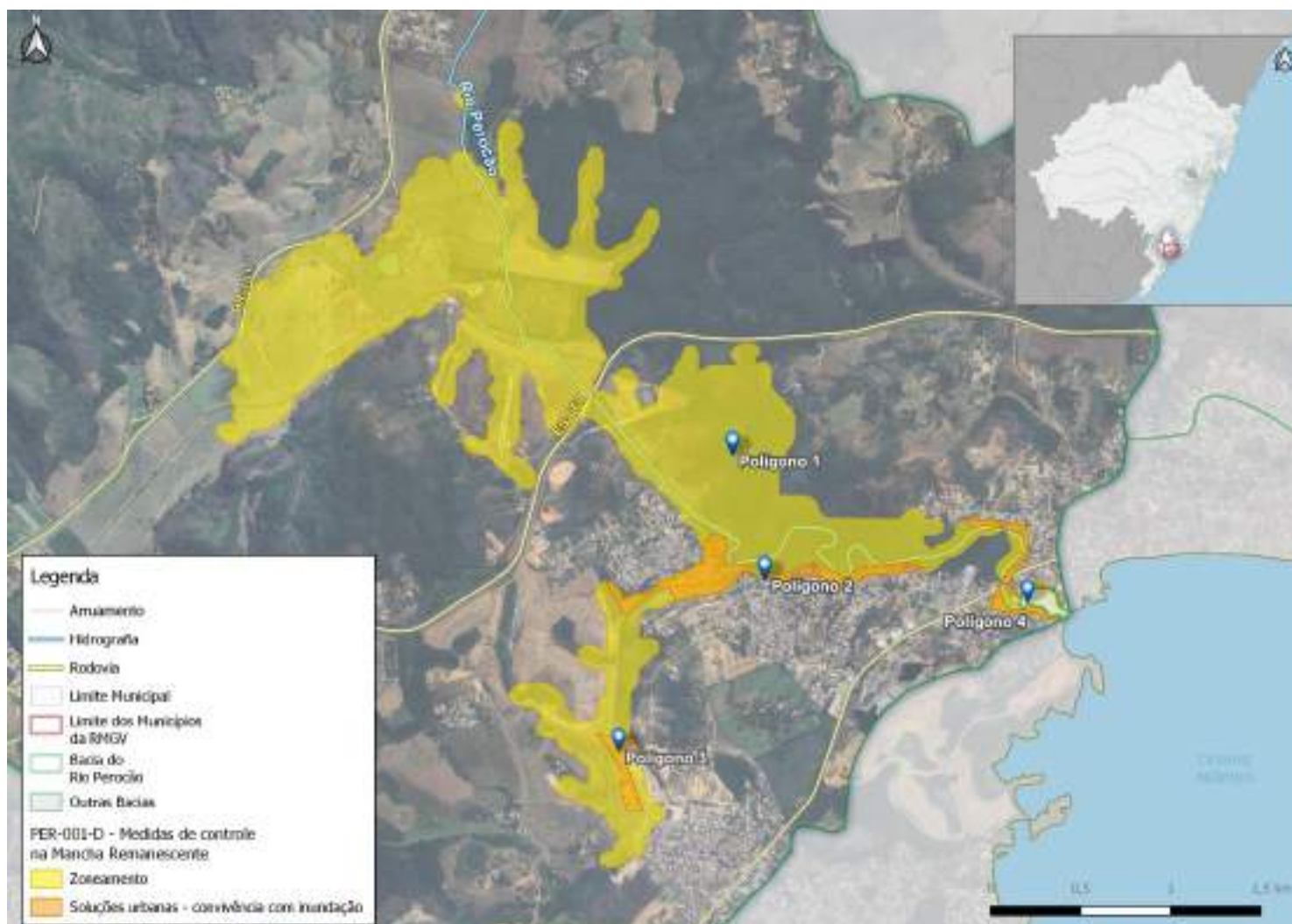


Figura 120 – Detalhe da intervenção PER-001-D

Alternativa 2

- PER-002-A -Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

A modelagem hidrológica mostra que, nessa região, as maiores áreas inundáveis do rio Perocão ocorrerão em áreas não urbanizadas. Porém há impactos expressivos nas bordas de áreas urbanizadas situadas à sudeste da rodovia ES-60 (Rodovia do Sol) que demandam medidas estruturais localizadas e medidas não estruturais.

A ocupação ao longo do rio Perocão em direção ao mar apesar da APP é danosa por ocorrer à invasão das áreas de proteção e isso deve ser fiscalizado com maior rigor possível. Hoje a situação das residências ali existentes está em situação limite para a remoção. Já no braço ao sul do rio onde a ocupação já atingiu a margem do rio a remoção é inevitável. As edificações, além de prejudicar o mangue existente, lançam os efluentes sanitários poluindo o rio a jusante.

Em Jabaraí ao longo da rua Domingos José Barbosa existe uma faixa de inundação com grande altura de lâmina d'água representando grandes riscos aos moradores da região. A configuração linear da mancha sugere que se trata de uma urbanização em região de fundo de vale. A confirmação dessa hipótese pode ser verificada pelo uso recurso street view do aplicativo Google Earth que mostra um via que acompanha um leito de um curso d'água em canal aberto, tendo ocupado as faixas de APP com o sistema viário e, em alguns, pontos com moradias.

Imagem obtida pela mostra uma região de urbanização precária, parcialmente dotada de infraestrutura, ocupada por moradias unifamiliares dispostas em lotes individuais. Parte composta dessas dois pavimentos, porém as moradias situadas ao longo da rua são compostas de casas térreas, portanto, extremamente vulneráveis a riscos com inundações. Por sua vez essa rua é o principal acesso ao bairro e, uma vez interditada por inundações, acarretará severa restrição de mobilidade, especialmente aos moradores da porção norte do bairro, pois para essa população não haverá caminho alternativo.

Considerados esses impactos somados aos efeitos severos de uma lâmina d'água com expressiva, conforme mostra a modelagem, deve-se considerar a possibilidade de promover remoção e realocação parcial da população nessa região. Nesse sentido, é fundamental proceder a criterioso levantamento dos riscos e das necessidades dos moradores e considerar a inclusão dessa comunidade no Plano Municipal de Habitação, procurando respeitar os laços sociais para eventual realocação nas proximidades, evitando assim a quebra de vínculos com o território de origem.

Caso seja promovida a remoção dessa faixa inundável é importante considerar nesse trecho a reinserção, por meio do zoneamento de zonas de restrição de ocupação, tanto por tratar-se de APP como por ser Área de Inundação com riscos antrópicos. Assim propõe-se que nesse caso seja implantado nessa faixa um Parque Linear dotado de elementos de infraestrutura verde (reservatórios ou áreas alagáveis) e áreas de uso público desde que à prova de inundações, para usufruto da população local nos períodos de seca. Deve-se considerar que esse Parque se estenda até encontrar o

maciço de vegetação.

Promover a aproximação do curso d'água e o uso dessas áreas de orla pela população deve estar contemplado no conjunto de medidas não estruturais com vistas à educação socioambiental e a preservação das soluções implantadas pelos próprios usuários através de Programas de Educação Ambiental e Comunicação onde seja desenvolvido o sentimento de pertencimento da comunidade ao local implementado.

Na região do bairro Jardim Santa Rosa, ao sul da área em tela e nas proximidades do aeroporto de Guarapari, também são observadas áreas de conflito entre urbanização e as inundações. Trata-se de bairro com urbanização incompleta e parcialmente atendido por infraestruturas, com ruas sem pavimentação e sem sistemas de drenagem (a ver sistema de coleta e destinação de esgotos, RSU) composto de moradias unifamiliares que se alternam entre um e dois pavimentos.

A modelagem apresenta uma porção do bairro afetada por inundações com altura relativa apontando para a possibilidade de adoção de medidas adaptativas na escala dos lotes e residências para convivência com a inundação. Porém é fundamental que as infraestruturas urbanas sejam implantadas de forma integral e adequadas aos períodos de inundação

Por outro lado, haverá grandes impactos no sistema de mobilidade na extensão da rodovia (sem identificação) que segue como avenida Paris, assim como em algumas instalações comerciais (barracões), demarcados em uma lâmina d'água com altura expressiva, situados ao sul da área em questão. Essa avenida serve como acesso à região do Jardim Santa Rosa e do Jabaraí, citados acima e como rota para o aeroporto de Guarapari.

É recomendável um estudo específico de fluxos rodoviários para avaliar com mais detalhes a dimensão e o alcance de uma possível interrupção do tráfego nesse trecho e que na fase de implantação o Programa de Comunicação Social faça ampla divulgação dos dias e horários de interrupção de vias, evitando assim impactos na rotina da comunidade local.

No Programa de mobilização e comunicação social deve se confeccionar material informativo e educativo sobre a possível interrupção de vias estabelecendo uma estratégia para veiculação e disseminação da informação na Comunidade. Os materiais a serem confeccionados deverão ter uma identidade visual que reflita a concepção do Programa PDAU, deverão ser adequados ao público-alvo e refletir o trabalho. O detalhamento constará no Produto 08.

Por sua vez o bairro Jardim Santa Rosa sofrerá uma inundação com lâmina d'água com menor altura, mas com uma extensão dimensão relativa. Nesse caso é possível, mediante a adoção de medidas adaptativas na escala dos lotes e edificações privadas, somados a implantação de medidas estruturas extensivas com elementos de infraestrutura verde na escala pública (ruas e quadras) conviver com esses períodos

de inundação, reduzindo impactos e prejuízos aos moradores e às infraestruturas existentes.

Há a necessidade de solução de ordem estrutural em relação à infraestrutura viária, pois a inundação provocará o isolamento de certas áreas do bairro Jabaraí. Há uma possibilidade de se adequar um acesso à porção do norte do bairro pela ES-60 Rodovia do Sol. A porção tem como alternativa o acesso pelo interior do bairro por meio da avenida Padre José de Anchieta. Em relação ao bairro Jd Santa Rosa situado ao sul a interrupção da estrada sem nome cujo trajeto atende ao aeroporto de Guarapari, demanda estudos de fluxo e mobilidade para melhor avaliação dos impactos. Será necessário promover remoções e reassentamento de moradias localizadas nas áreas de risco de maior intensidade de inundações na rua Domingos José Barbosa, construídas em APP no bairro Jabaraí. No Jd Santa Rosa medidas adaptativas e infraestrutura verde local poderão promover a convivência com as inundações. As áreas de APP nas margens ocupadas devem ser rigorosamente fiscalizadas impedindo sua expansão.

Será necessário promover remoções e reassentamento de moradias localizadas nas áreas de risco de maior intensidade de inundações na Rua Domingos José Barbosa, construídas em APP no bairro Jabaraí. No Jd Santa Rosa medidas adaptativas e infraestrutura verde local poderão promover a convivência com as inundações.

Todas as ações estarão no Programa de Remoção e Reassentamento em conformidade a N5 do Banco Mundial. Em relação a esse tipo de medida, um impacto observado são alterações na organização social e política das comunidades atingidas, Instabilidade dos moradores da área de afetação da obra. Há um receio enorme que as áreas onde serão retiradas as famílias sejam novamente ocupadas. Para tanto é importante a implementação de ações de comunicação social e participação comunitária onde a comunidade acompanhe todo o processo. Outra medida eficaz é a instalação de um posto de atendimento no local da obra para que as dúvidas sejam cotidianamente sanadas. Outra medida importante é o reforço do sistema de fiscalização das áreas, em especial, as APPS e a destinação coletiva das áreas não edificantes.

A Tabela 65 a seguir específica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 65 – Resumo das proposições da intervenção PER-002-A

Resumo das proposições	
•	Polígono 1 – 2E Zoneamento
•	Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (6,0 hectare)
•	Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (11,5 hectare)
•	Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (16,8 hectare)
•	Polígono 5 – 1B Remoção e reassentamento (80 domicílios) + Parque Alagável (4,11 hectare)
•	Polígono 6 – 2B Soluções Adaptativas (4,4 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 121 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 na bacia hidrográfica do rio Perocão. Por fim, a Figura 122 detalha a intervenção PER-002-A, destacando as áreas de requalificação.

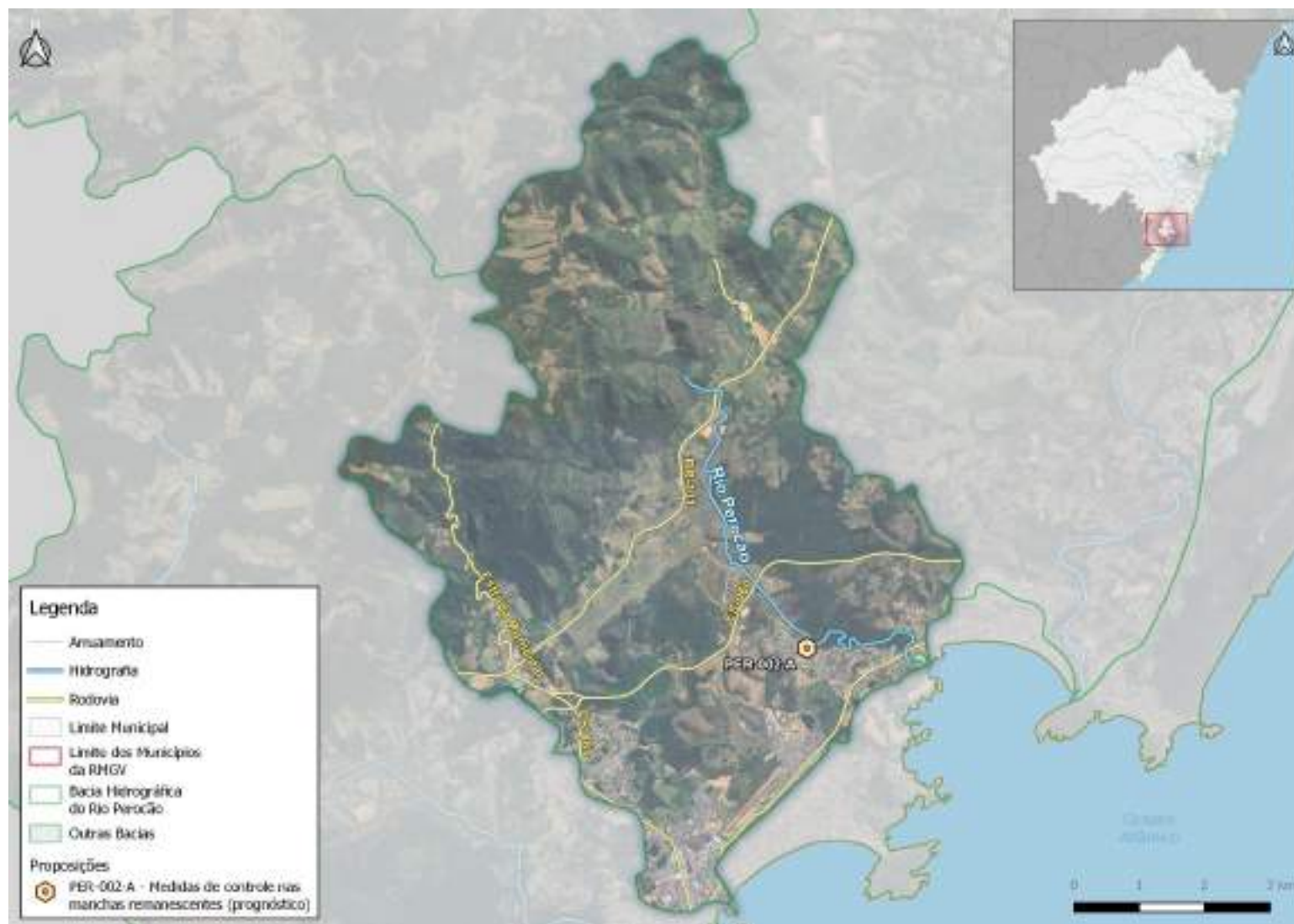


Figura 121 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do rio Perocão – ALTERNATIVA 02.

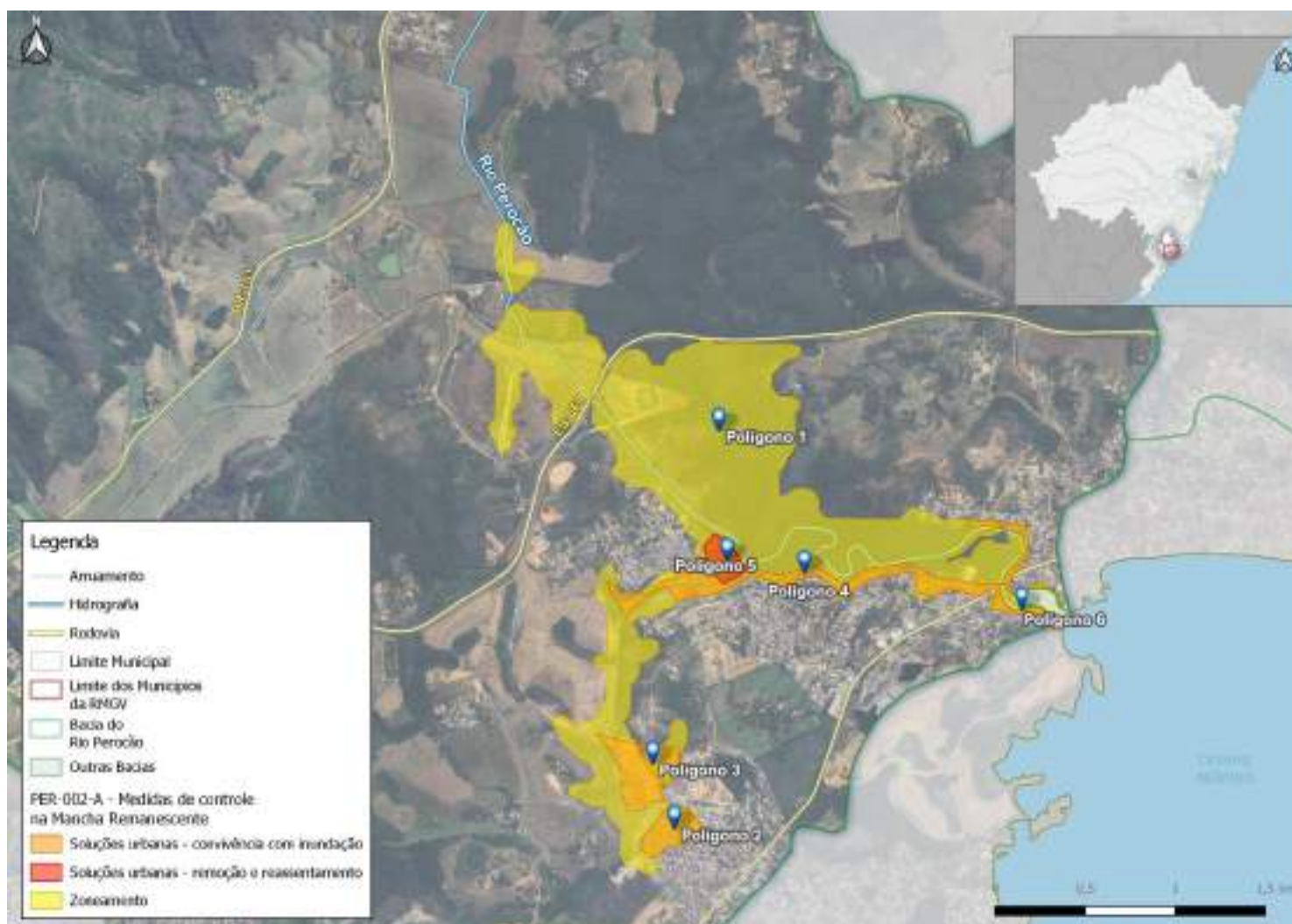


Figura 122 – Detalhe da intervenção PER-002-A

Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que a faixa compreendida entre a BR - 101 e a ES - 060 é impactada diretamente pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, com lâmina d'água superior a 2,0 m atingindo a pista da BR – 101, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa importante via.

A Figura 123 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Jabuti

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

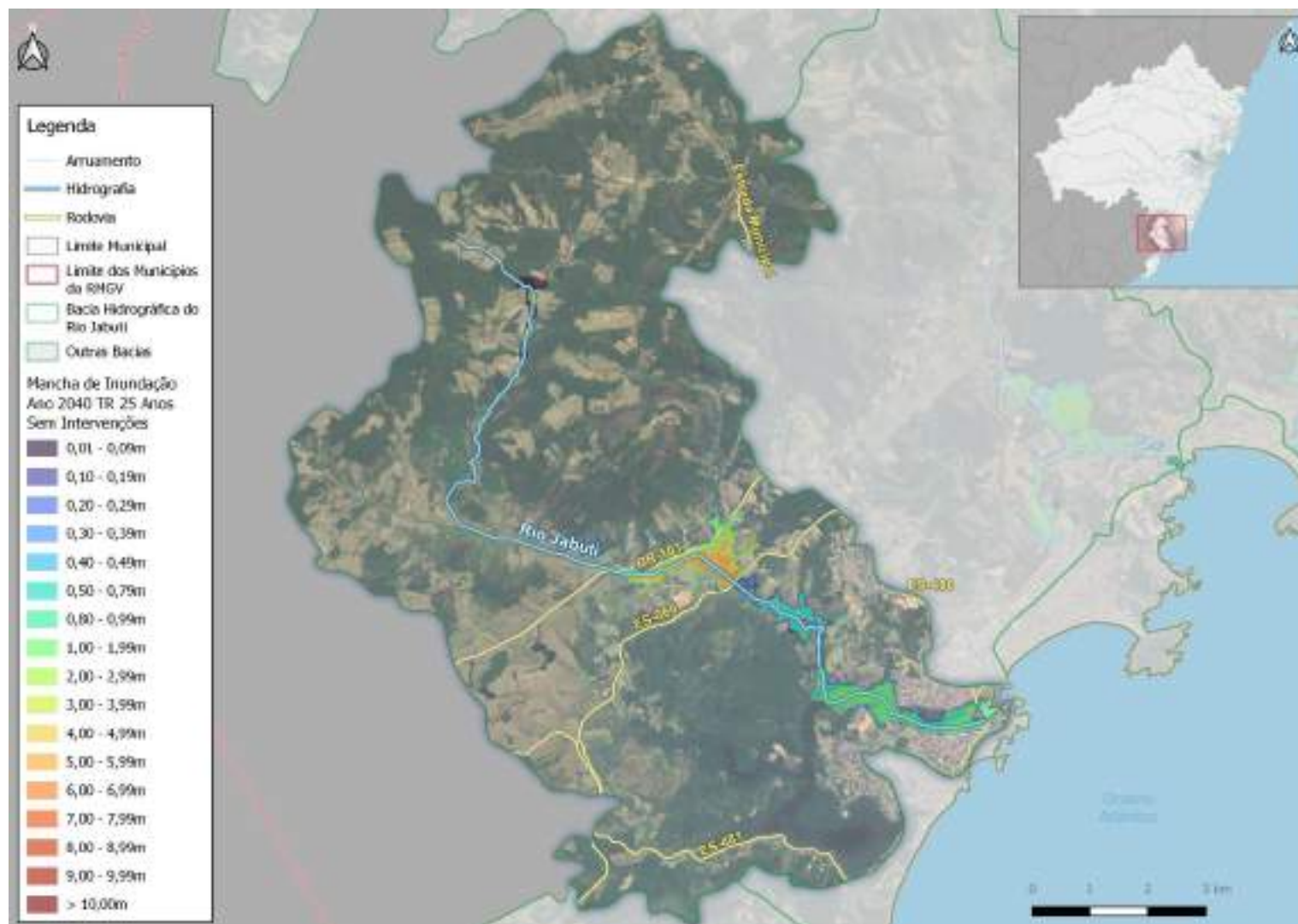


Figura 123 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Jabuti.

3.1.14 Rio Jabuti

A Tabela 66 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio Jabuti.

Tabela 66 – Alternativas Rio Jabuti

Alternativas	Código	Proposições
1	JAB-001-A	Readequação da estrutura hidráulica da CESAN e aumento de condutividade do trecho entre a ES-060 e a montante da estrutura
	JAB-001-B	Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)
2	JAB-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Jabuti com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 01

- Intervenção JAB-001-A – Readequação da estrutura hidráulica da CESAN e aumento de condutividade do trecho entre a ES-060 e a montante da estrutura

A função dessa medida é reduzir o acúmulo de água em um trecho de aproximadamente 0,9 km a montante da ponte da ES-060, que atinge a Rodovia Governador Mário Covas (BR-101), readequando a estrutura hidráulica da CESAN no rio Jabuti a montante da ponte da Rodovia do Sol (ES-060) e aumentando a condutividade hidráulica do trecho de montante da estrutura até a referida ponte.

A seção proposta, é do tipo trapezoidal e possui as seguintes dimensões:

H = 2,0 m de altura;

b = 16,0 m de largura;

B = 20,0 de largura;

A seção proposta está indicada na Figura 124 abaixo e tem as coordenadas aproximadas: início – 338805,54 m E 7716812,50 m S e término - 339507,17 m E 7716301,94 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

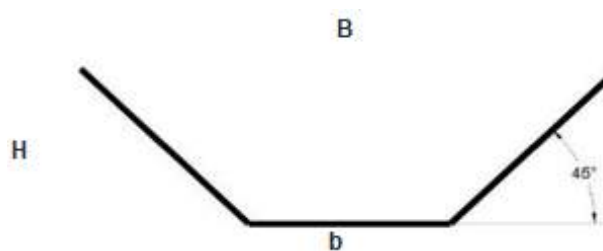


Figura 124 – Seção tipo da alternativa JAB-001-A.

- Intervenção JAB-001-B - Medidas de controle na mancha remanescente

As imagens da mancha remanescente elaboradas a partir da modelagem na alternativa 2 mostram que também nessa condição a mancha de inundação acontecerá nas áreas de proteção permanente (APP) e em manguezais; sem maiores impactos nas áreas urbanizadas (Figura 125).

As características das medidas de controle na mancha remanescente para essa alternativa 2 se mantêm as mesmas da alternativa 1. A área que poderá sofrer com a mancha de inundação é tipicamente rural com características de pastagem e não se trata de área urbanizada. Contudo a de se verificar que a retificação do rio a jusante da estrutura hidráulica da CESAN em meio ao descampado foi feita sem as devidas proteções de erosão das margens o que pode causar impactos futuros para essa alternativa.

Ao longo do rio Jabuti, próximo a sua foz, a área de urbanização tem predomínio de moradias unifamiliares com alguns barracões comerciais que ocuparam as APPs nas bordas das margens do rio. Dessa forma há uma faixa dessa ocupação onde medidas não estruturais devem somar-se a medidas estruturais extensivas nas escalas das quadras e dos lotes, de modo a prevenir inundações futuras. As manchas de inundação mostram alturas de lâmina d'água entre 50 cm e 79 cm em edificações com características de construção propensas a resiliência e ao convívio com a situação.

Seguem, portanto, as mesmas recomendações, especialmente em relação às áreas urbanizadas situadas nas bordas das APPs na margem esquerda e nas faixas de borda na margem direita.

A mancha de inundação se sobrepõe a uma área verde que já é APP. A análise de imagens de satélite mostra que o avanço da urbanização dessas áreas verdes não foi significativo nos últimos anos, portanto, a princípio não será proposto parque linear e a consolidação da área verde se dará através da fiscalização da APP. Nessas áreas de proteção e preservação e, especialmente, os manguezais não são permitidos usos públicos. O máximo que poderão conter são passarelas suspensas, sem contato com solo e água para observações desses frágeis e importantes ecossistemas.

Nas ações de Educação Ambiental deve-se buscar ampliar os conhecimentos da

comunidade e seus representantes sobre as questões legais de ocupação de uso e sobre as questões ambientais decorrentes desta ocupação.

A margem direita do rio Jabuti sofre impacto da mancha remanescente. É uma estreita faixa que já sofre esses impactos e convive com as inundações. Portanto, cabe o desenvolvimento de soluções adaptativas para esta área. Área tem aproximadamente 18 hectares. As áreas urbanas afetadas podem ser adaptadas, portanto, não há necessidade deste tipo de intervenção e sim potencializando ações de educação ambiental e comunicação social já existentes e ou propondo ações que tenham identidade local.

A Tabela 67 a seguir especifica essas medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 67 – Resumo das proposições da intervenção JAB-002-B

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (18,0 Hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 125 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. A Figura 126 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 02. Por fim, a Figura 127 detalha a intervenção JAB-002-B, destacando as áreas de requalificação.

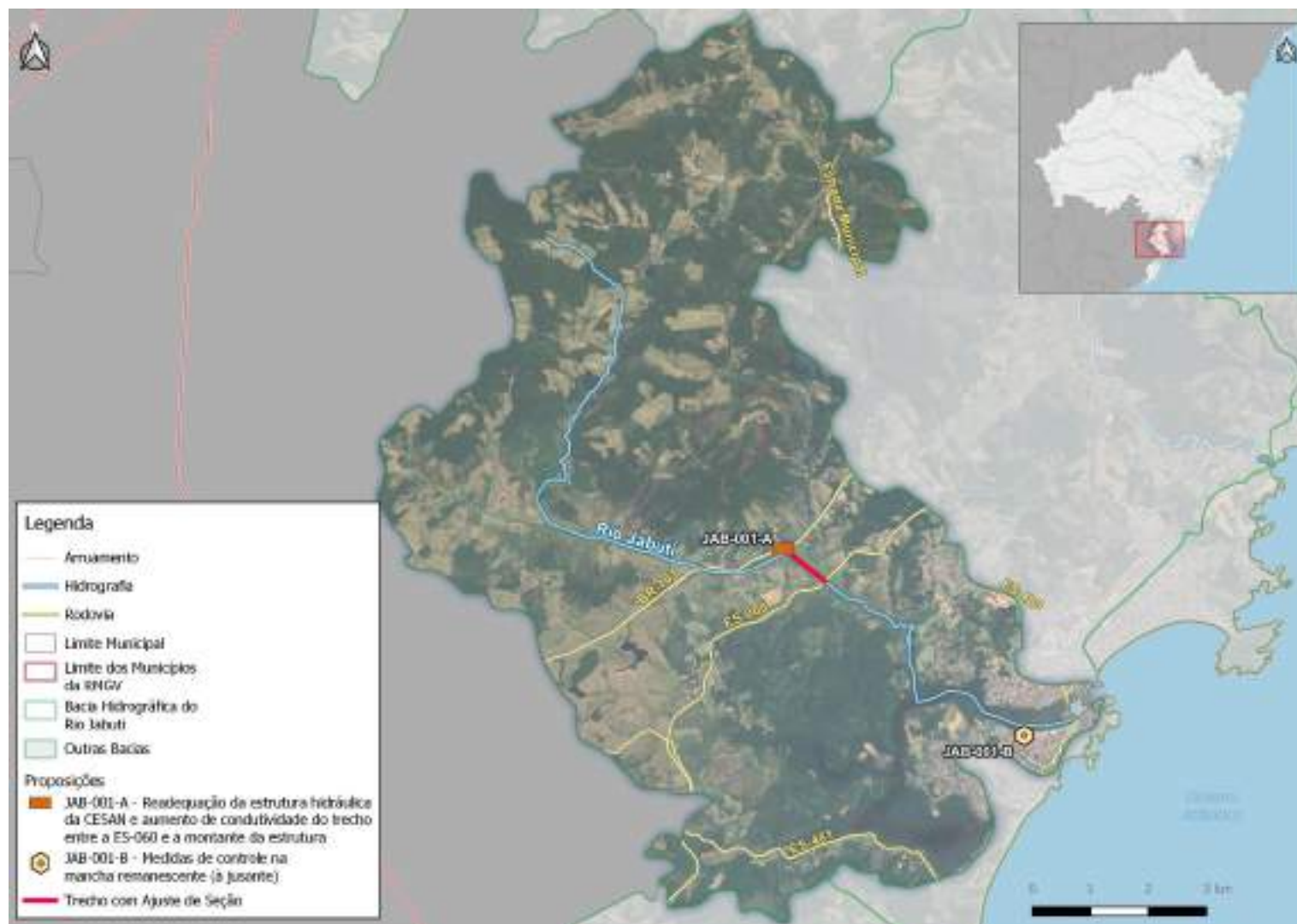


Figura 125 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Jabuti – ALTERNATIVA 01.

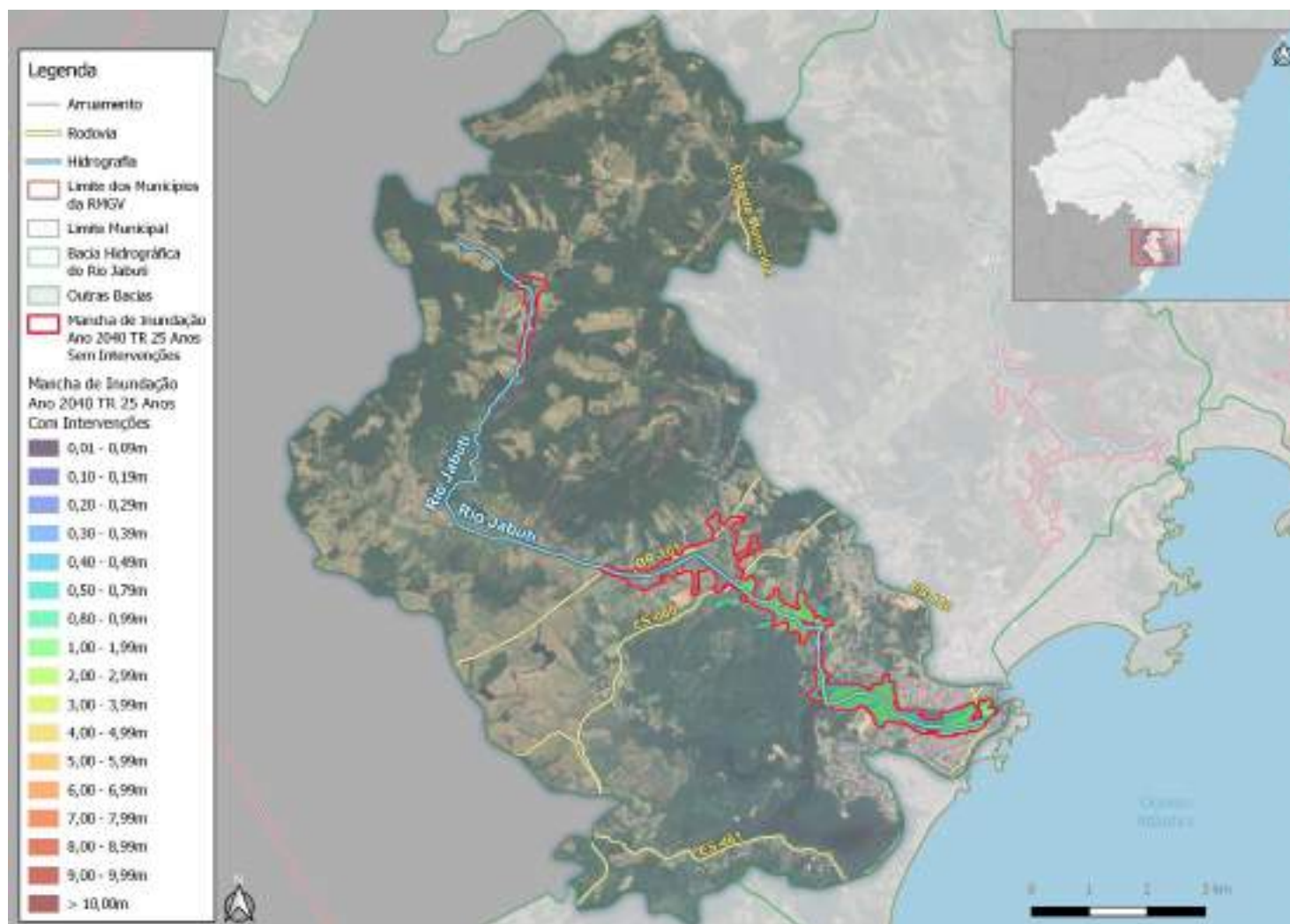


Figura 126 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Jabuti – ALTERNATIVA 01.

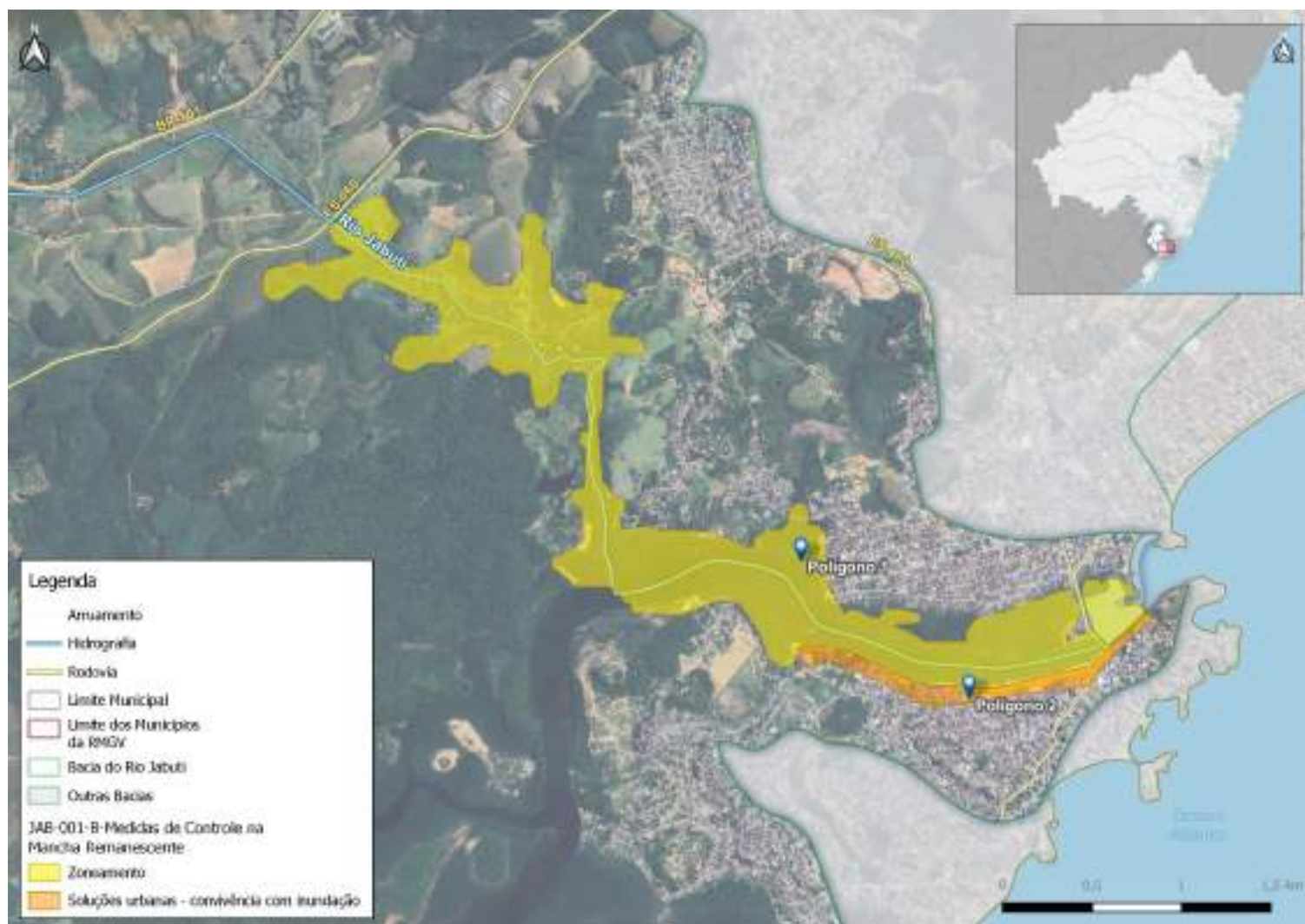


Figura 127 – Detalhe da intervenção JAB-001-B

Alternativa 2

- Intervenção JAB-002-A - Medidas de controle na mancha remanescente

As imagens da mancha remanescente elaboradas a partir da modelagem na alternativa 2 mostram que também nessa condição a mancha de inundação acontecerá nas áreas de proteção permanente (APP) e em manguezais; sem maiores impactos nas áreas urbanizadas (Figura 129).

As diferenças para essa alternativa têm correspondência direta com a altura da lâmina d'água nas manchas de inundação, contudo as medidas de controle na mancha remanescente são rigorosamente as mesmas das medidas das alternativas anteriores.

A mancha de inundação se sobrepõe a uma área verde que já é APP. A análise de imagens de satélite mostra que o avanço da urbanização dessas áreas verdes não foi significativo nos últimos anos, portanto, a princípio não será proposto parque linear e a consolidação da área verde se dará através da fiscalização da APP. Nessas áreas de proteção e preservação e, especialmente, os manguezais não são permitidos usos públicos. O máximo que poderão conter são passarelas suspensas, sem contato com solo e água para observações desses frágeis e importantes ecossistemas.

Trabalhar a Educação Ambiental como instrumento de ganho em qualidade de vida dos moradores locais, através de atividades com escolas, agentes de saúde, moradores do entorno, crianças e adolescentes, comitê de bacia e NUPDEC – Núcleo de Defesa Civil onde tiver.

A margem direita do rio Jabuti sofre impacto da mancha remanescente. É uma estreita faixa que já sofre esses impactos e convive com as inundações. Portanto, cabe o desenvolvimento de soluções adaptativas para esta área. Área tem aproximadamente 18 hectares. As áreas urbanas afetadas podem ser adaptadas, portanto, não há necessidade deste tipo de intervenção e sim potencializar Programas de Educação Ambiental e Comunicação Social.

A Tabela 68 a seguir especifica essas medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 68 – Resumo das proposições da intervenção JAB-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 –2E Zoneamento• Polígono 2 –2A Soluções Adaptativas (18,0 Hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 128 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. Por fim, a Figura 129 detalha a intervenção JAB-003-A, destacando as áreas de requalificação.

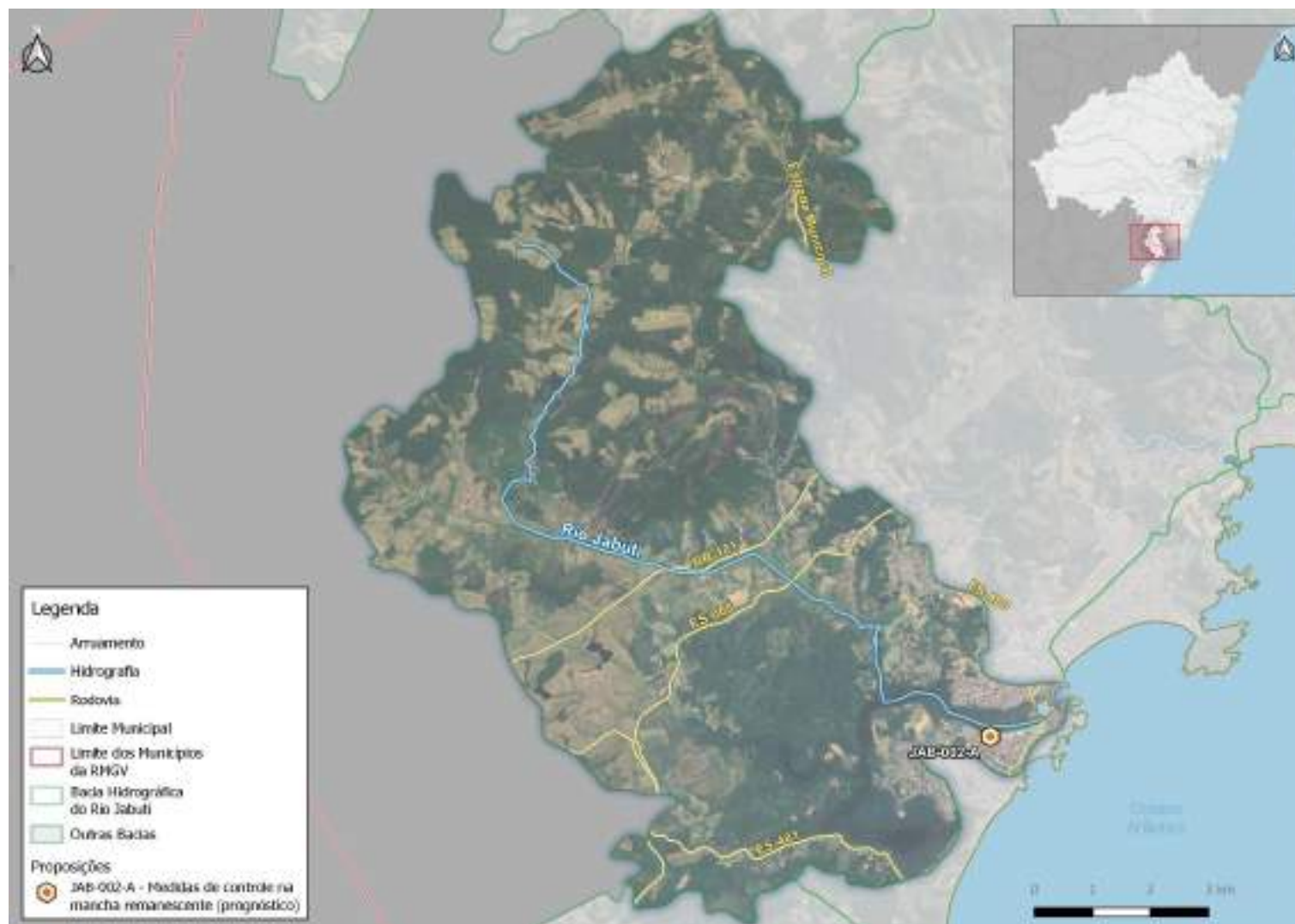


Figura 128 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Jabuti – ALTERNATIVA 02.

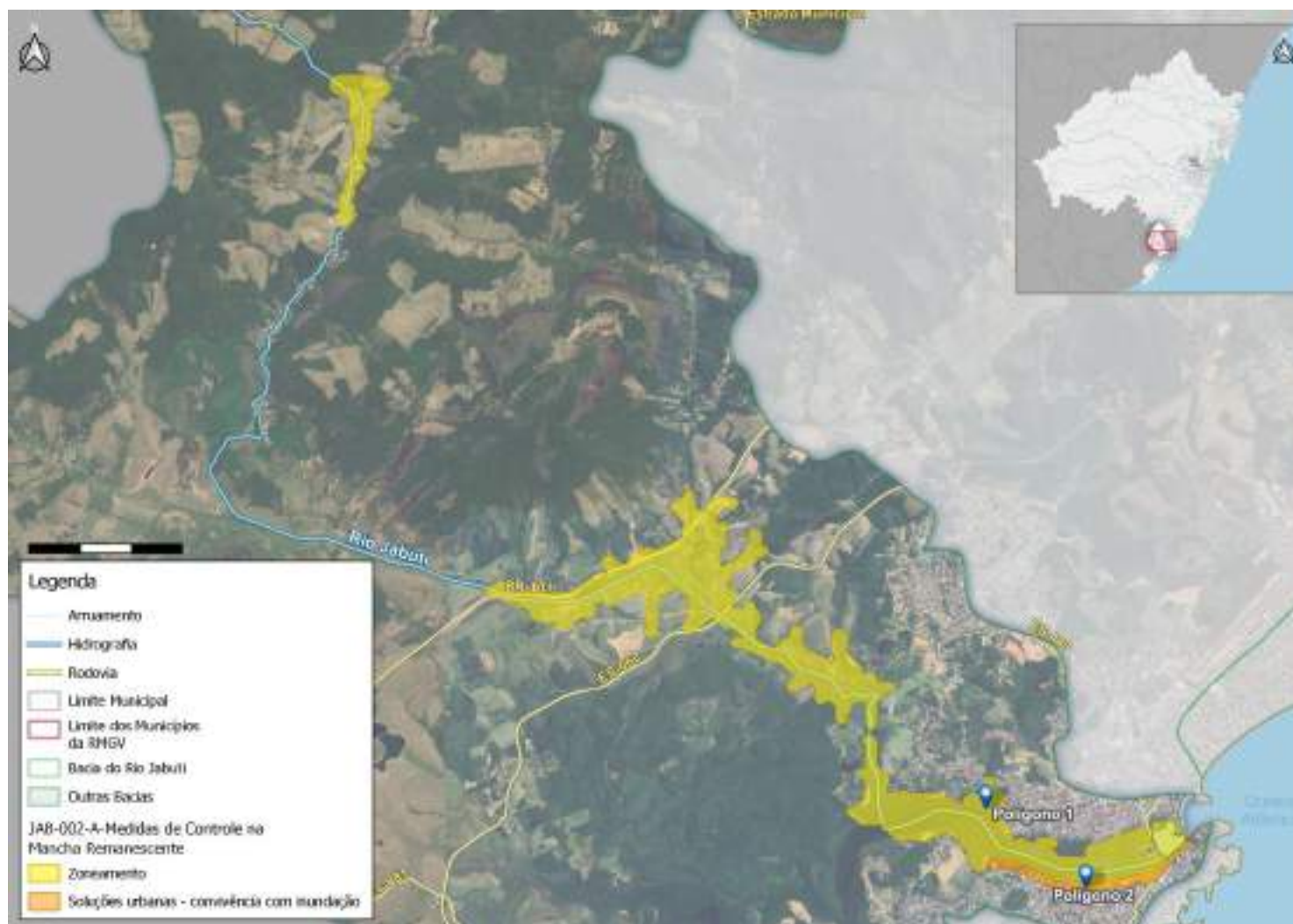


Figura 129 – Detalhe da intervenção JAB-002-A

Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se a que os eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 não impactam áreas urbanizadas ou infraestruturas relevantes para a região, sendo necessário portanto prever medidas de controle no uso e ocupação das áreas não ocupadas atualmente que possam vir a serem ocupadas.

A Figura 130 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Meaípe.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em apenas 1 alternativa. Portanto, as proposições apresentadas a seguir compõem a alternativa selecionada.

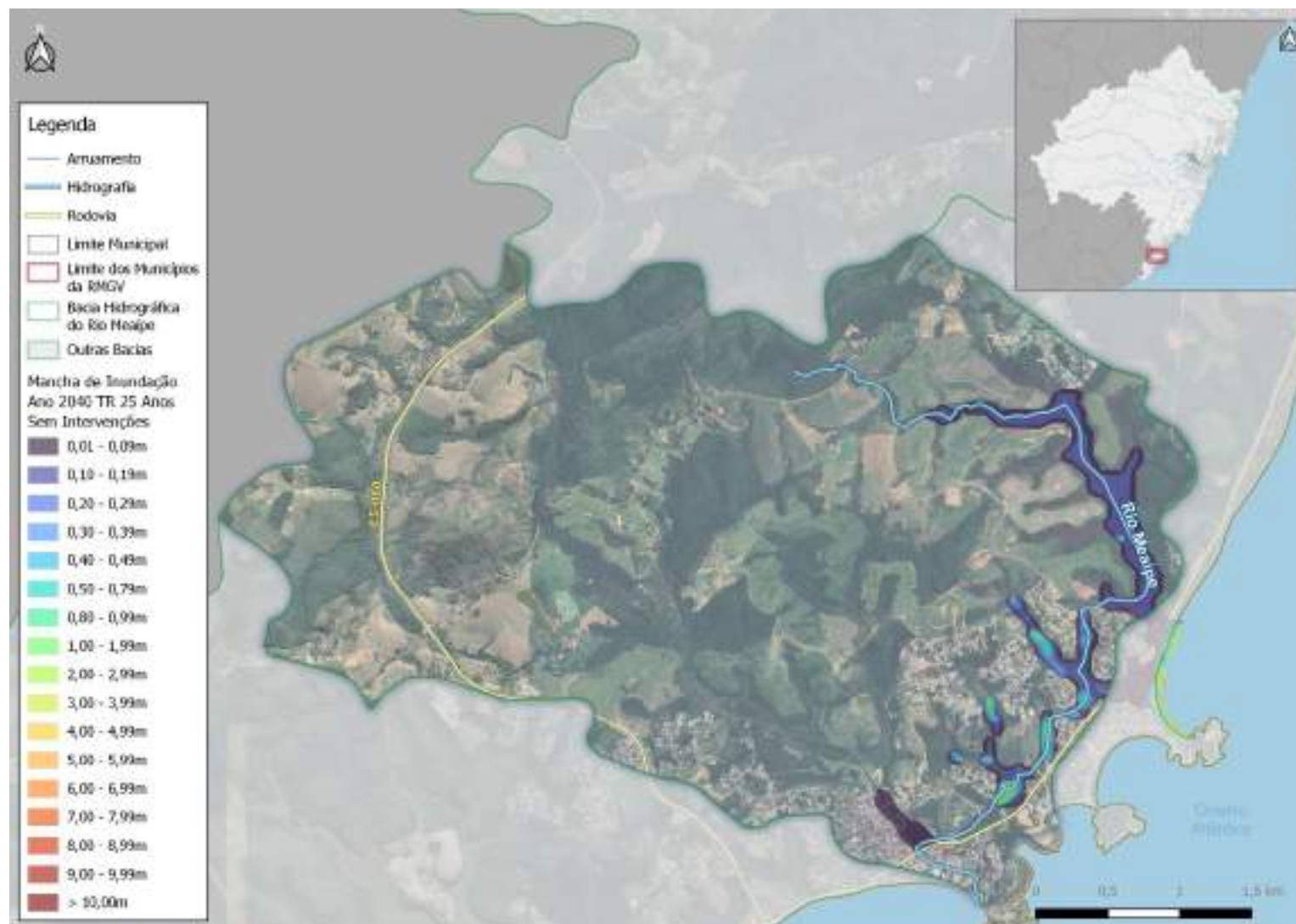


Figura 130 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Meaípe.

3.1.15 Rio Meaípe

A Tabela 69 a seguir apresenta o resumo da alternativa considerada para o rio Meaípe.

Tabela 69 – Alternativa Rio Meaípe

Alternativas	Código	Proposições
1	MEA-001-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir é descrita a única alternativa do rio Meaípe com as respectivas intervenções.

Alternativa 01

- Intervenção MEA-001-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Ainda que a modelagem mostre grande parte das manchas de inundação restritas aos meandros e remansos do rio Meaípe, há dois pontos críticos de conflito com as áreas urbanas, respectivamente nas extremidades nordeste e noroeste na região das praias de Guaibura e Meaípe. Esse quadro é agravado pelo impacto das marés conforme mostra a modelagem na orla da praia de Guaibura, submetendo a área urbanizada nessa região aos efeitos dos dois fenômenos.

Trata-se de área de urbanização composta por residências unifamiliares com tipologias de sobrados (dois pavimentos) de padrão médio/ médio alto em lotes individuais ou em condomínios horizontais.

Existem nas imediações dos pontos de conflito praças públicas e/ou áreas livres vegetadas, que podem se prestar à implantação de medidas estruturais de ação localizada como reservatórios ou áreas de parque alagáveis. Em relação aos efeitos das marés será necessário a adoção de medidas estruturais de proteção costeira.

Também é recomendado a adoção de medidas adaptativas na escala das edificações para que convivam com as inundações sem riscos ou maiores prejuízos. Soluções que estabeleçam que os pavimentos térreos das edificações sejam adequados e resistentes às inundações.

A região de Meaípe sofre forte pressão imobiliária nas proximidades dos lagos existente que formam uma paisagem natural deslumbrante para as classes mais abastardas. A especulação imobiliária voltada ao turismo de classe alta e média alta tem que ser freada e a proposta da criação de wetlands com propósitos turísticos podem atender as necessidades tanto dos fatores imobiliários da região quanto as necessidades de tratamento dos poluentes que acabam por desaguar nas praias adjacentes.

Ações a serem desenvolvidas: Ampliar os conhecimentos da comunidade e seus representantes sobre as questões legais de ocupação de uso e ocupação do solo e as questões ambientais decorrentes desta ocupação; promover reflexões críticas sobre a importância da bacia hidrográfica da RMGV e de seus afluentes; Desenvolver ações educativas e informativas que estimulem o exercício de atitudes que contribuam para manutenção dos corpos hídricos e sem esgoto lançado em seu leito.

Inscrição do PD de Zoneamento de Inundação nas áreas remanescentes em consequência das enchentes do rio Meaípe e dos avanços da maré na praia de Guaibura

Existem áreas verdes e praças que podem receber soluções de medidas estruturais extensivas (infraestrutura verde) para redução dos conflitos nas áreas urbanização e inundações apontadas pela modelagem. Outra possibilidade é a criação de Wetlands com propósitos turísticos para frear a especulação imobiliária da região e melhoria das condições hídricas.

Por tratar-se de bairro de classe média/média alta existe a possibilidade de adoção de medidas adaptativas na escala dos lotes e edificações. Devido ao limitado impacto da mancha remanescente, não é necessária e nem recomendada a remoção de edifícios.

Para a praia de Guaibura, recomenda-se a avaliação de sistemas de proteção costeira (barreiras/enrocamento, dissipadores de energia bagwall), para os quais sejam considerados aspectos de acessibilidade e estéticos

A Tabela 70 a seguir especifica essas medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 70 – Resumo das proposições da intervenção MEA-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (9,5 hectare) • Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (10,2 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 131 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. Por fim, a Figura 132 detalha a intervenção MEA-001-A, destacando as áreas de requalificação.

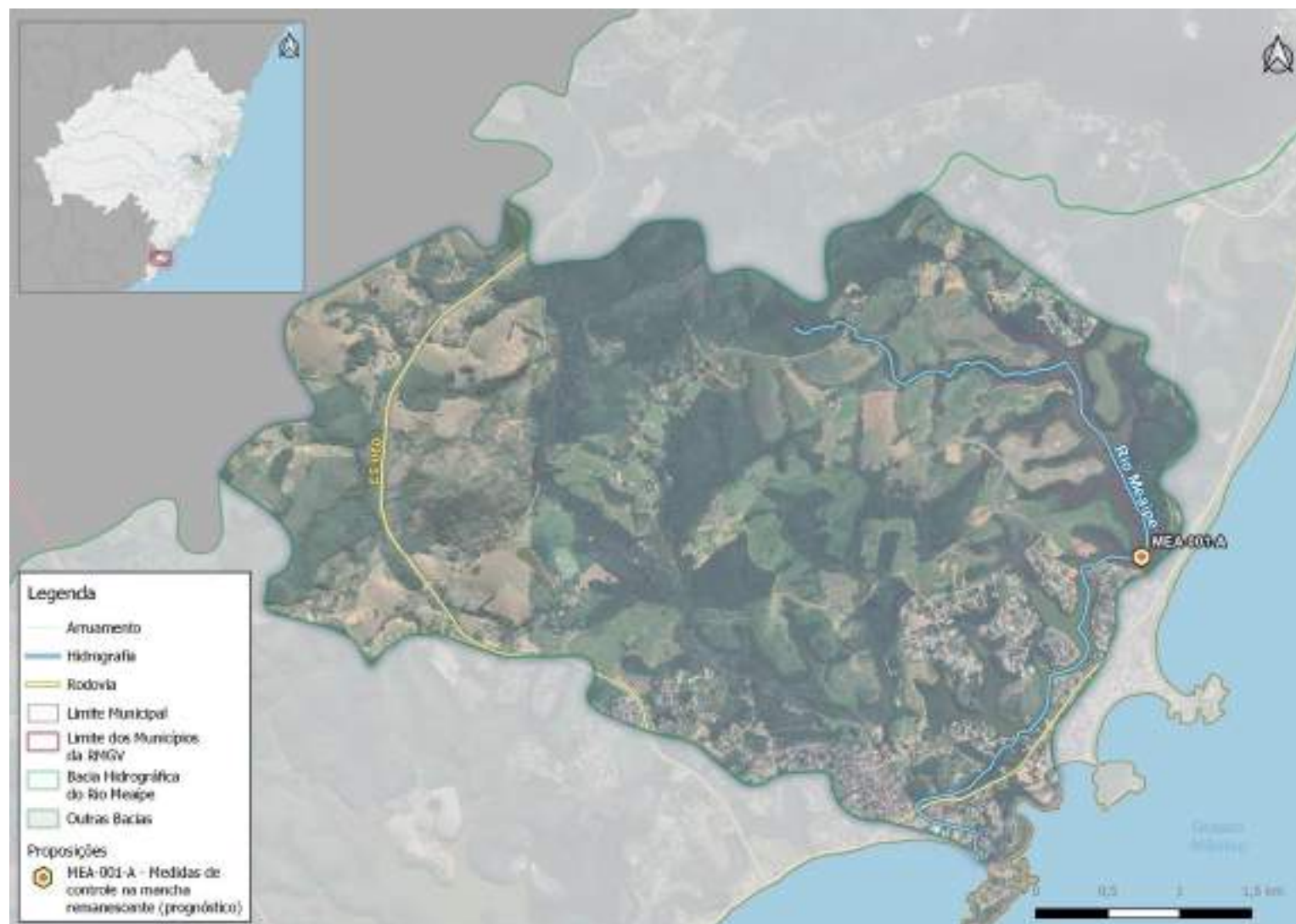


Figura 131 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Meaípe – ALTERNATIVA 01.

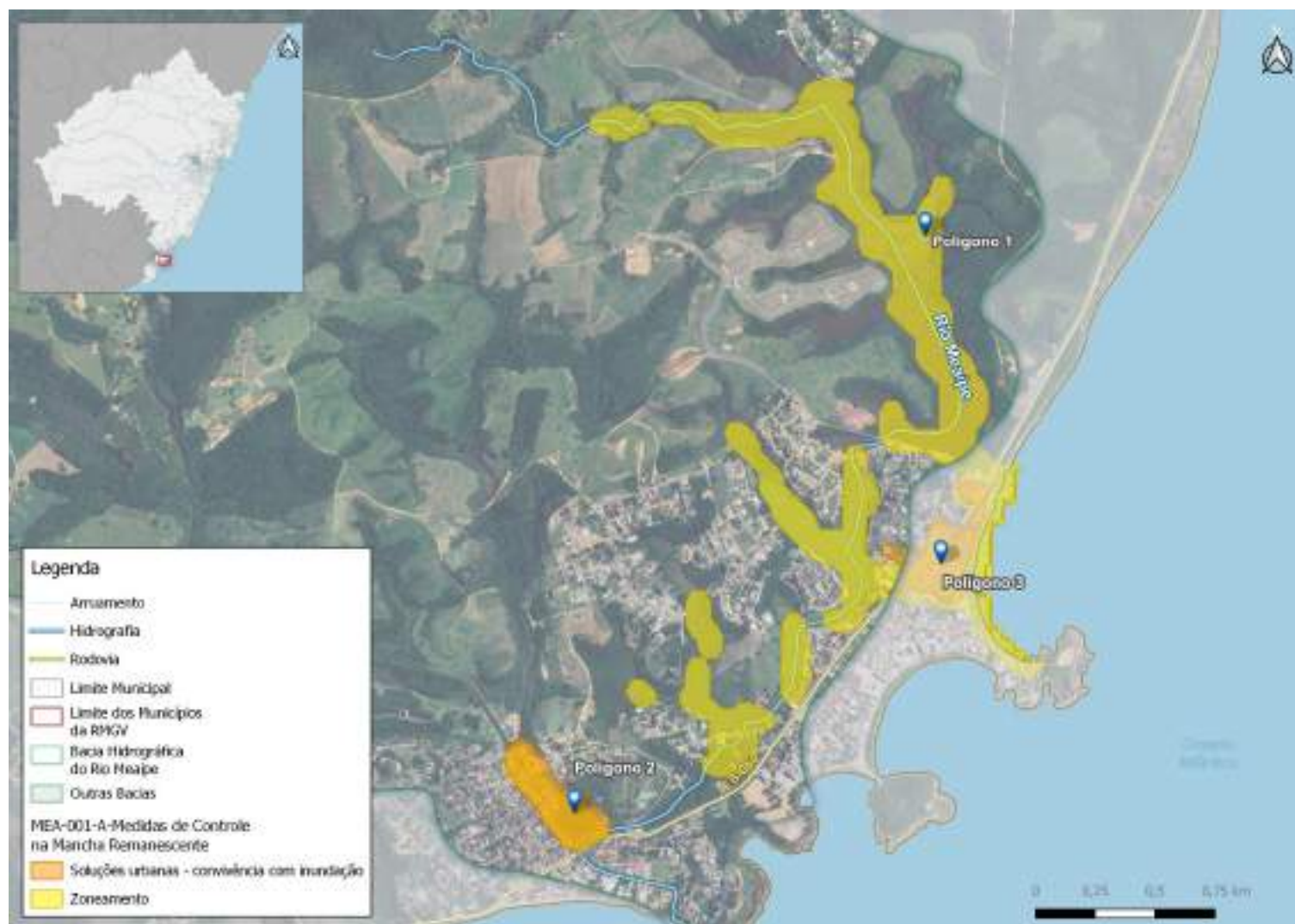


Figura 132 – Detalhe da intervenção MEA-001-A

Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros na região dos bairros Cantinho do Céu e Central Carapina, do município de Serra, além de áreas rurais à montante da região urbana, seriam impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, devido as manchas do rio Santa Maria da Vitória se comunicarem o Canal dos Escravos, sendo necessário, portanto, prever medidas estruturais ou não estruturais, visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

As Figura 133 e Figura 134, a seguir, apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica do rio Santa Maria.

Como mencionado anteriormente, o rio Santa Maria da Vitória impacta diretamente no Canal dos Escravos em eventos de cheias, onde suas águas adentram a planície de inundação situada na região do Terminal Industrial Multimodal de Serra (TIMS).

Por se tratar de uma região de amortecimento natural das cheias do Santa Maria da Vitória e por possuir áreas de conservação, o PDAU devido à complexidade do assunto, e devido as restrições inerentes ao próprio plano, serão apresentadas para essa região possibilidades de proposições, mas sem definição de uma escolha. Ressalta-se que essas proposições deverão ser avaliadas em um estudo complementar. Desta forma o material fornecerá respaldo para estudos futuros mais completos e aprofundados sobre a questão, que possibilitem decisões consensuais entre os diversos envolvidos.

As recomendações a serem apresentadas a seguir foram discutidas tecnicamente no grupo de sustentação, contudo não foram simuladas. Desta forma, também não será aplicada análise multicritério.

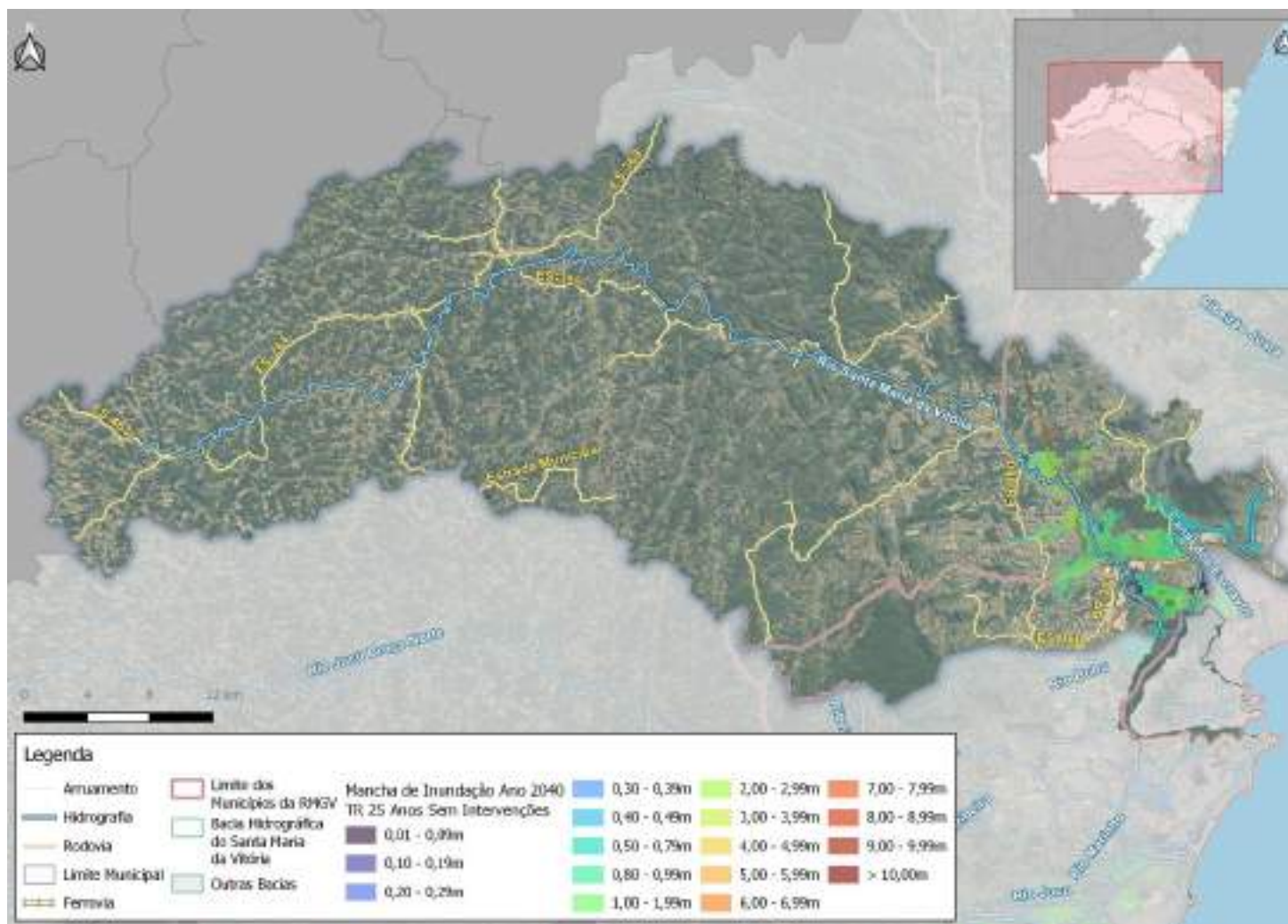


Figura 133 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória

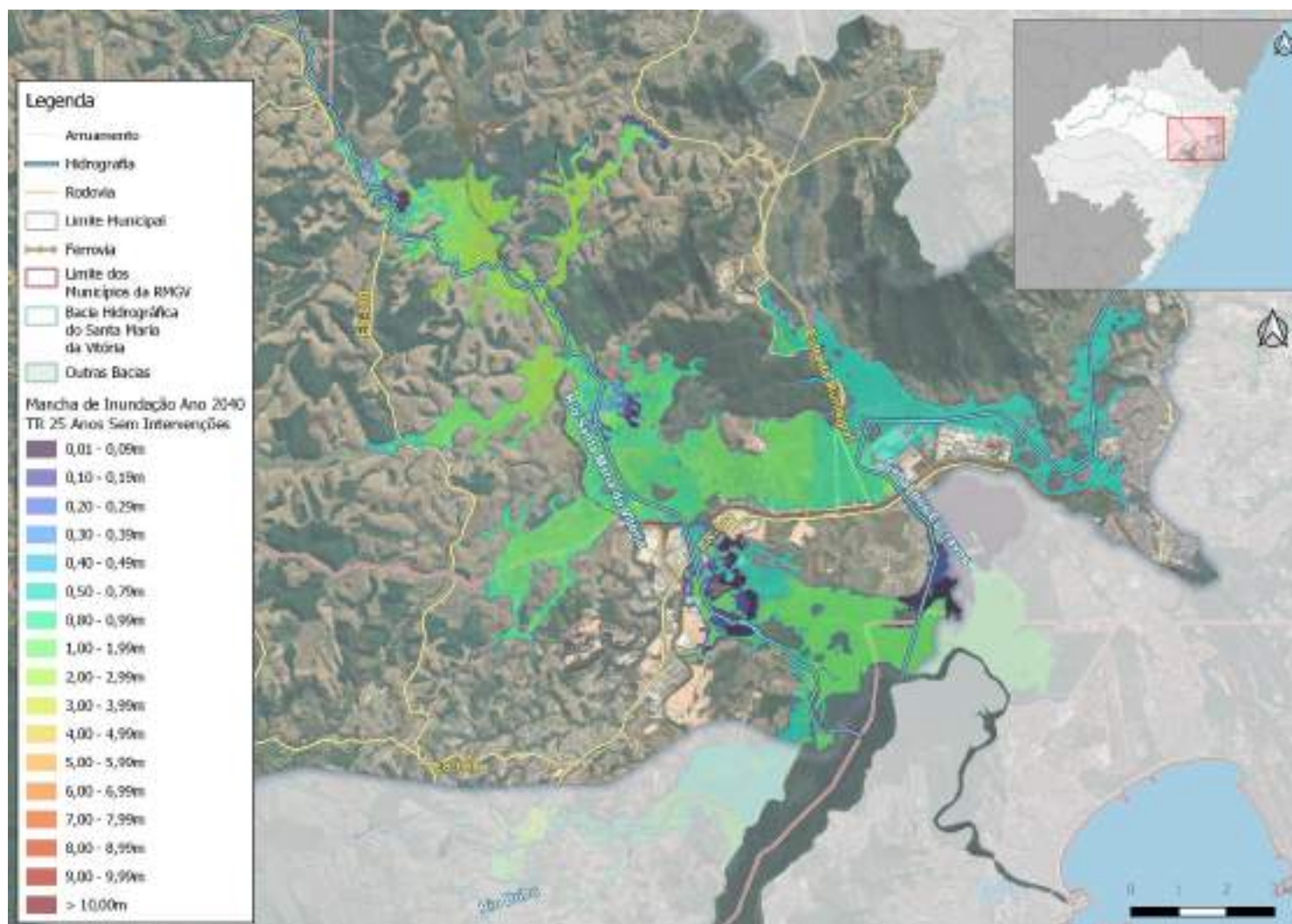


Figura 134 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Sta. Maria da Vitória (zoom)

3.1.16 Canal dos Escravos

A Tabela 71 a seguir apresenta o resumo das proposições consideradas para o Canal dos Escravos.

Tabela 71 – Alternativas Canal dos Escravos

Proposições	Código	Proposições
1	ESC-001-A	Implantação de dique na estrada de Queimados
	ESC-001-B	Implantação de wetlands
	ESC-001-C	Implantação de estrutura de controle hidráulico na travessia da ferrovia
	ESC-001-D	Medidas de controle na mancha remanescente
2	ESC-002-A	Implantação de diques nos bairros afetados pelas cheias
	ESC-002-B	Implantação de elevatórias
	ESC-002-C	Implantação de reservatórios
	ESC-002-D	Implantação de estrutura de controle hidráulico
	ESC-002-E	Medidas de controle na mancha remanescente
3	ESC-003-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as recomendações para o Canal dos Escravos.

Proposição 1

- ESC-001-A – Implantação de dique na estrada de Queimados

A função dessa medida é restringir a entrada de águas dos eventos de cheia do rio Santa Maria de Vitória na planície de inundação do Canal dos Escravos, evitando assim que a mancha atinja a região do TIMS e os bairros Cantinho do Céu e Central Carapina.

A intervenção sugerida para análise é caracterizada pela implantação de um dique sob a estrada de Queimados, com dimensões a serem definidas em estudo posterior.

- ESC-001-B – Implantação de wetlands

A função dessa medida é amortecer os picos das inundações da região do Canal dos Escravos, auxiliando na regularização dos fluxos de água na região além disso trazer benefícios à qualidade da água, proteção da biodiversidade e controle do assoreamento.

A intervenção sugerida para análise é caracterizada pela implantação de wetlands na região entre a estrada de queimados e os bairros Cantinho do Céu e Central Carapina, com dimensões e características a serem definidas em estudo posterior.

- ESC-001-C – Implantação de estrutura de controle hidráulico.

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através de comportas, ou válvulas definidas em estudo posterior detalhado,

permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de variações do nível do mar. O sistema de comportas, ou equivalente, evita que durante eventos de elevação do nível do mar, haja comprometimento da capacidade hidráulica do canal por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação das regiões adjacentes ao canal dos Escravos, na região à montante da estrutura de controle proposta.

- ESC-001-D – Medidas de controle na mancha remanescente

Na ocasião das proposições das medidas acima e com a realização da modelagem dessas soluções, as manchas remanescentes deverão ser objeto de medidas de controle.

As medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos. Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

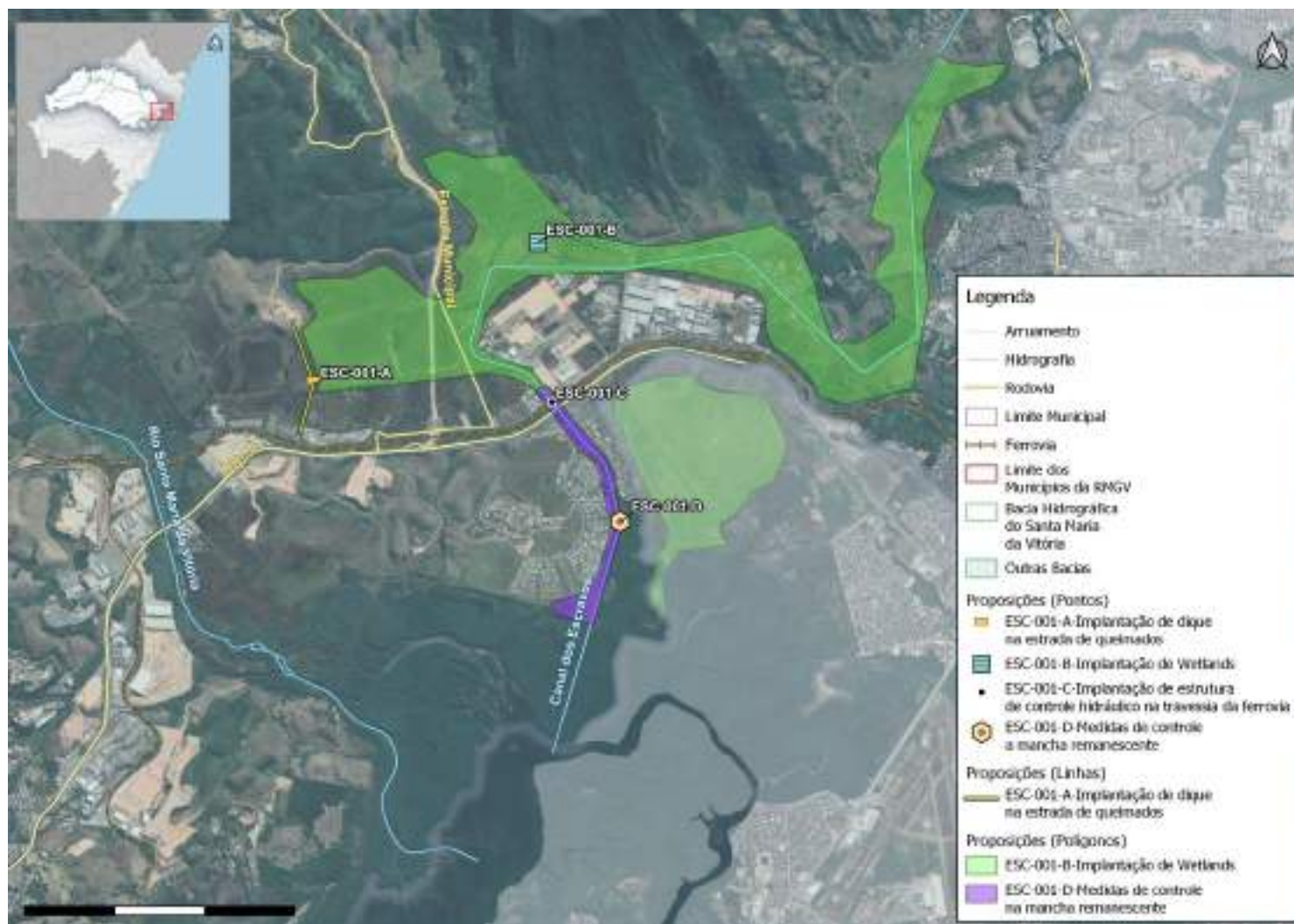


Figura 135 – Resumo das proposições para a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos) – Proposição 1.

Proposição 2

- ESC-002-A – Implantação de dique nos bairros afetados pelas cheias

A função dessa medida é restringir a entrada de águas dos eventos de cheia do rio Santa Maria de Vitória na planície de inundação do Canal dos Escravos e consequentemente nos bairros Cantinho do Céu e Central Carapina.

A intervenção sugerida para análise é caracterizada pela implantação de 3 diques na região dos bairros citados, com dimensões a serem definidas em estudo posterior.

- ESC-002-B – Implantação de elevatórias

A função dessa medida é recalcar as águas oriundas do sistema de microdrenagem dos bairros Cantinho do Céu e Central Carapina, que estarão confinados pelo dique proposto, para a jusante do mesmo.

A intervenção sugerida para análise é caracterizada pela implantação de 3 elevatórias, uma para cada dique, com dimensões e características a serem definidas em estudo posterior.

- ESC-002-C – Implantação de reservatórios

A função dessa medida é amortecer o pico das vazões oriundas do sistema de microdrenagem dos bairros Cantinho do Céu e Central Carapina, diminuindo a necessidade de bombas com grande capacidade de bombeamento.

A intervenção sugerida para análise é caracterizada pela implantação de 3 reservatórios, um para cada elevatória, com dimensões e características a serem definidas em estudo posterior.

- ESC-002-D – Implantação de estrutura de controle hidráulico.

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através de comportas, ou válvulas definidas em estudo posterior detalhado, permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de variações do nível do mar. O sistema de comportas, ou equivalente, evita que durante eventos de elevação do nível do mar, haja comprometimento da capacidade hidráulica do canal por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação das regiões adjacentes ao canal dos Escravos, na região à montante da estrutura de controle proposta.

- ESC-002-E – Medidas de controle na mancha remanescente

Na ocasião das proposições das medidas acima e com a realização da modelagem dessas soluções, as manchas remanescentes deverão ser objeto de medidas de controle. Vale as mesmas recomendações apresentadas na alternativa anterior.



Figura 136 – Resumo das proposições para a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos) – Proposição 2.

Proposição 3

- ESC-003-A – Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Três são as áreas afetadas pela mancha remanescente: a primeira é o polo industrial de Piracema, a segunda uma faixa dos bairros José de Anchieta e Solar de Anchieta e a terceira uma faixa do bairro Cantinho do Céu. Nos três casos, a mancha de inundação é inferior à 1m de modo que não são necessárias soluções de remoção e reassentamento e/ou desapropriação.

Deste modo, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

A Tabela 72 especifica as medidas de controle na mancha remanescente do prognóstico e a Figura 137 especializa essas proposições.

Tabela 72 – Resumo das proposições da intervenção SAN-001-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento de Inundação • Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (67,1 hectares) • Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (5,8 hectares) • Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (9,9 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.



3.1.17 Rio Santa Maria da Vitória

Para o Rio Santa Maria da Vitória, vale a mesma situação para o Canal dos Escravos em que a complexidade da situação exige estudos posteriores ao PDAU para a definição das soluções. As proposições de medidas de controle para este corpo hídrico foram apresentadas no item anterior, quando existentes.

Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que as populações entre os bairros Nova Brasília e Itanguá, na região compreendida entre a BR – 101 e a ES – 080, são impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 138 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Itanguá.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

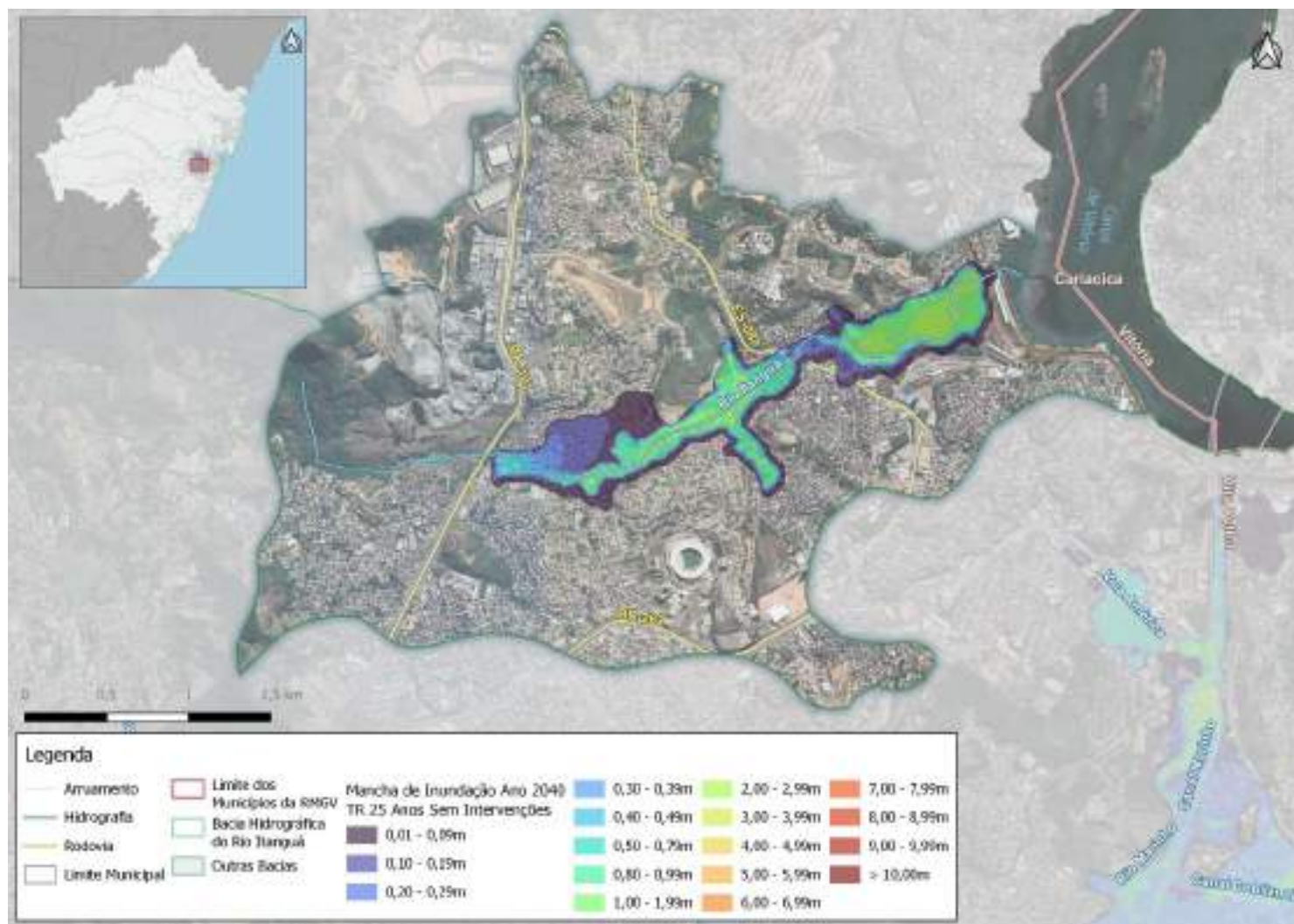


Figura 138 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Itanguá

3.1.18 Rio Itanguá

A Tabela 73 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio Itanguá.

Tabela 73 – Alternativas rio Itanguá

Alternativas	Código	Proposições
1	ITA-001-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano
	ITA-001-B	Implementação de estrutura de controle hidráulico
	ITA-001-C	Implementação de reservatório de amortecimento à montante da BR-101
	ITA-001-D	Medidas de controle na mancha remanescente
2	ITA-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Itanguá com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- Intervenção ITA-001-A – Aumento da condutividade da seção no trecho urbano

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do rio Itanguá, na região dos bairros Itanguá, Nova Brasília e Oriente, no município de Cariacica. Essa intervenção tem como objetivo evitar a inundação das áreas adjacentes, as quais incluem vias públicas e áreas de povoamento.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização da calha do rio no trecho urbano, de modo mais específico, entre a BR-101 e a Rua Manoel Joaquim dos Santos, totalizando cerca de 2,20 km de extensão. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta no trecho diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria de 0,05 para 0,015, referente ao revestimento de concreto, de acordo com a classificação de CHOW (1959).

A intervenção proposta está indicada na Figura 139 e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 354155,00 m E / 7751723,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 356031,00 m E / 7752370,00 m S.

- Intervenção ITA-001-B – Implementação de estrutura de controle hidráulico.

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através de comportas, ou válvulas definidas em estudo posterior detalhado, permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de variações do nível do mar. O sistema de comportas, ou equivalente, evita que durante eventos de elevação do nível do mar, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação das regiões adjacentes ao rio Itanguá, nos bairros à montante da estrutura de controle proposta.

- Intervenção ITA-001-C - Implementação de reservatório de amortecimento à montante da BR-101

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região dos bairros Itanguá, Nova Brasília e Oriente, do município de Cariacica. Prevê-se sua implantação à montante da BR-101, nas imediações das coordenadas 354017,00 m E; 7751742,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000). As coordenadas informadas situam-se nas proximidades do bairro Mucuri, em área alagadiça do córrego Piranema.

Salienta-se que a proposta considera um único reservatório a montante dos bairros citados. Entretanto, não se exclui a possibilidade alternativa de execução de múltiplos reservatórios com menor volume, os quais poderiam ser usados, inclusive, para abastecimento público, beneficiando a população local e pequenos produtores.

- Volume Reservatório: 297.000 m³;

-Área: 55.838 m²;

-Cota: 21,0 m;

-Profundidade média: 5,32 m;

-Largura: 117 m.

As demais características do reservatório deverão ser caracterizadas em um projeto específico a partir de informações detalhadas de batimetria e topografia levantadas na região, bem como discretização e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- Intervenção ITA-001-D - Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)

Pelas imagens da mancha remanescente elaboradas a partir da modelagem hidrológica, as manchas de inundação acontecerão em duas regiões: ao norte nas proximidades do Porto de Cariacica, estendendo-se à leste em direção ao rio Santa Maria de Vitória com características de urbanização dispersa com uso industrial e de

logísticas das áreas lindeiras às rodovias ES-080 e BR-101; e ao sul em uma extensão de fundo de vale com urbanização consolidada na região de Nova Brasília com características de ocupação residencial de padrão médio baixo e baixo.

Marcos Reigota (2004) busca entender à ideia de educação ambiental, indo além da solução dos problemas ambientais, mas como uma nova perspectiva de perceber as relações sociais, políticas e culturais. Estas perspectivas dizem respeito à busca utópica pela concepção de uma nova relação social, que busca a formação de cidadão crítico, ético e sensível. Defende que as contribuições dos trabalhos de educação ambiental colaboram para o aprofundamento dos projetos político pedagógicos e educativos das comunidades, pois refletem e materializam representações sociais sobre a temática (REIGOTA, 2008). Assim, o PDAU investirá em ações de educação ambiental que viabilizem a informação e formação de novos hábitos necessários a sustentabilidade do empreendimento. Os detalhes estarão no Produto 08.

Nas áreas atingidas ao norte na região dos bairros Flexal I e Vila Prudêncio a região do fundo de vale mais atingida terá manchas de inundação com alturas de lâmina inferiores a 1m, caracterizada como intervenção de Requalificação Urbana e de adequação das edificações.

Nas proximidades da BR-101 a existência de uma ocupação com características industriais e de logística também perceberão pequenos impactos com manchas de inundação de altura similar e abaixo de 1m, classificando-as também como área de Requalificação Urbana e adaptação das edificações.

Há nessa região uma presença de grandes extensões de áreas livres e vegetadas o que contribui para a redução dos impactos de inundações nas áreas urbanas e, apresenta a possibilidade de criação de Parques Alagáveis e áreas de reservação e absorção dos excedentes hídricos.

Situada a leste da rodovia ES-080 há o bairro Campo Verde, a mancha de inundação irá atingir uma grande área, com as características de urbanização precária, sem a presença de todos os sistemas de infraestrutura urbana, com aproximadamente 20 ha, composta de residências tendo, inclusive uma CMEI Luiz Santiago Filho. Essa área será fortemente atingida pela inundação e, portanto, foi apontada como área de remoção.

Por sua vez na região sul as manchas de inundação atingem áreas de ocupação residencial com urbanização precária em relação aos sistemas e redes de infraestrutura. Mesmo assim, também nessas áreas os impactos das inundações não apresentam maiores riscos e restringem-se às áreas de fundo de vale com lâmina d'água de altura abaixo de 1 m caracterizando-as, em sua maior parte, como áreas de Requalificação Urbana e de adequação das edificações.

Porém na alameda dr. Emilio Roberto Zanotti, onde às características de urbanização incompleta, soma-se o fato da proximidade e, talvez da ocupação de APPs de um pequeno contribuinte que segue em leito aberto e que provocará inundações com

alturas superiores a 1 m atingindo um conjunto de lotes residenciais. Nesse trecho, demarcado nas cartografias analíticas, recomenda-se a remoção dessa população, garantindo-lhe assentamento nas proximidades para que se mantenham os vínculos sociais e territoriais existentes. E ainda que se promova a recuperação das APPs.

Considerando as tipologias habitacionais e as características das infraestruturas urbanas, é recomendado, quando da elaboração do Plano Municipal de Drenagem um levantamento preciso com as equipes de serviço social para avaliar eventuais situações de risco e a criação de programas de apoio às adaptações da residências.

Reiteramos, porém, que esse Plano trata da escala metropolitana e que essas observações foram feitas à partir das imagens das fotos aéreas e não dispensam levantamento in loco, para verificação de possíveis situações de risco, quando da elaboração dos planos municipais de drenagem.

E ainda que essas áreas deverão ser inscritas no Plano Diretor municipal como Áreas de Inundação para garantir que os processos de expansão urbana não as ocupem. Por tratarem-se dos leitos maiores de inundação, devem ser preservadas para a reserva dos excedentes hidrológicos, podendo, porém, receber atividades recreativas, de lazer, fruição e convívio das populações locais.

A Tabela 74 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 74 – Resumo das proposições da intervenção ITA-001-D

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,6 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 139 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Itanguá. A Figura 140 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, a Figura 141 detalha a intervenção ITA-001-D.

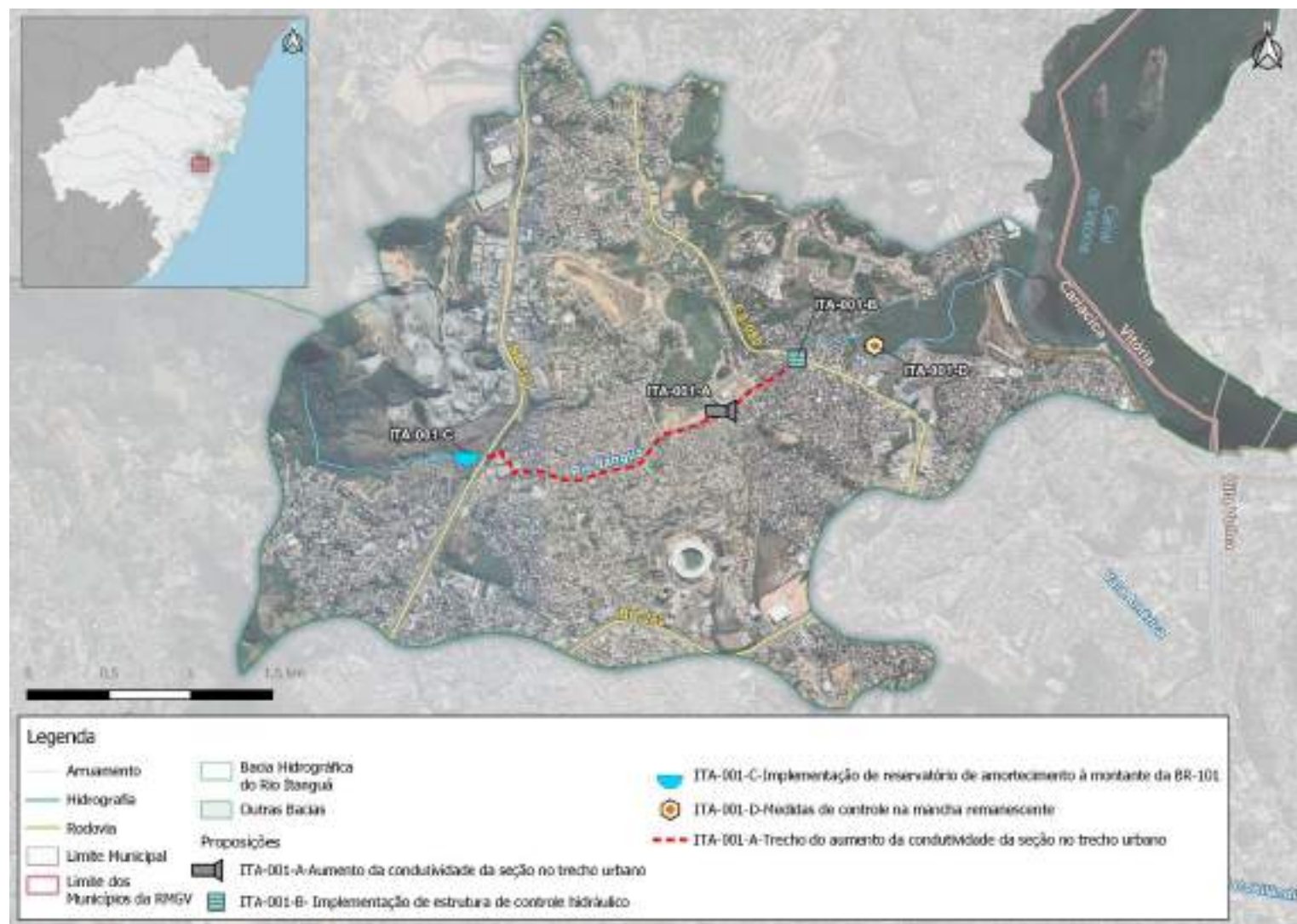


Figura 139 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do rio Itanguá – ALTERNATIVA 01.

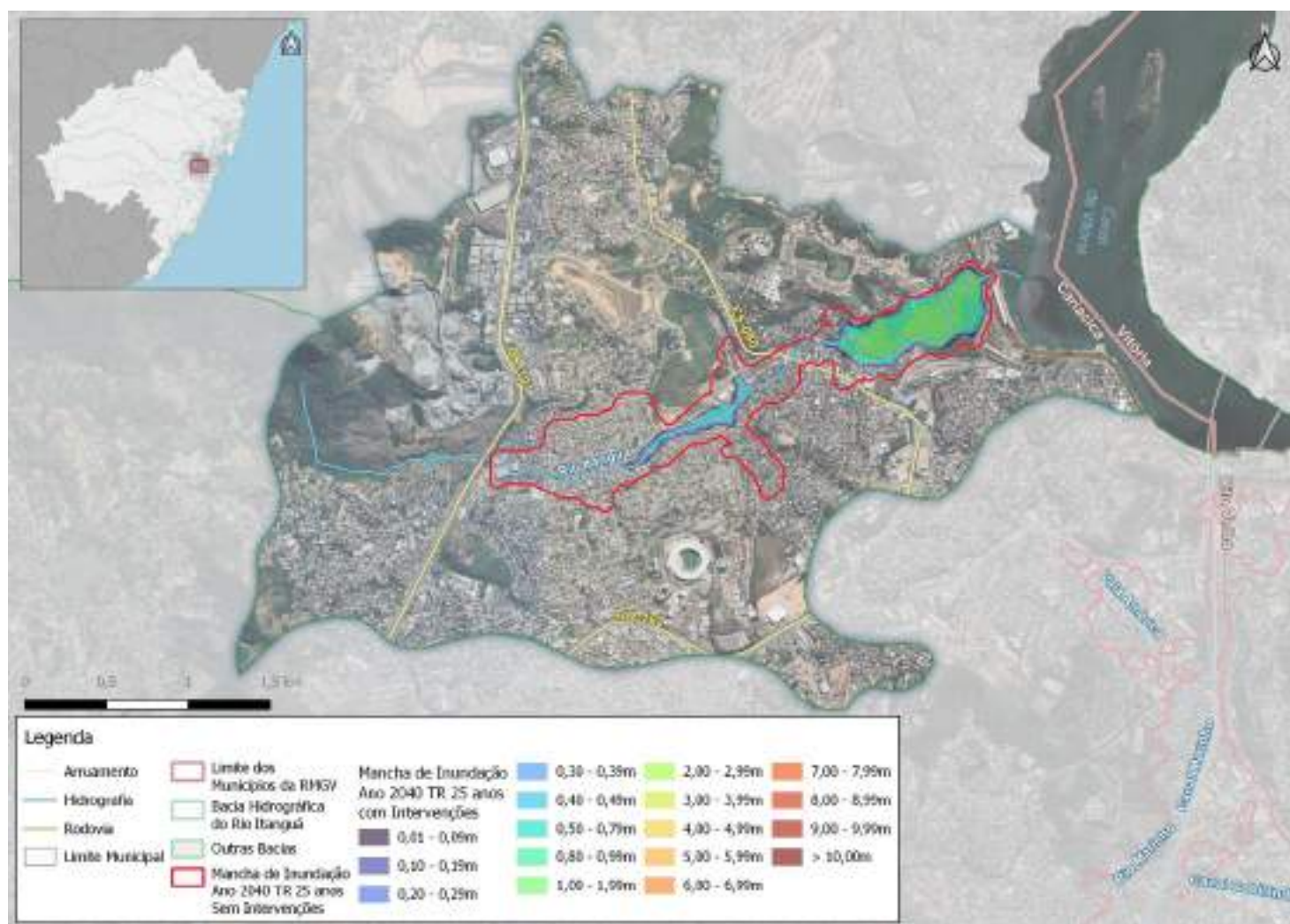


Figura 140 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica do rio Itaquá – ALTERNATIVA 01

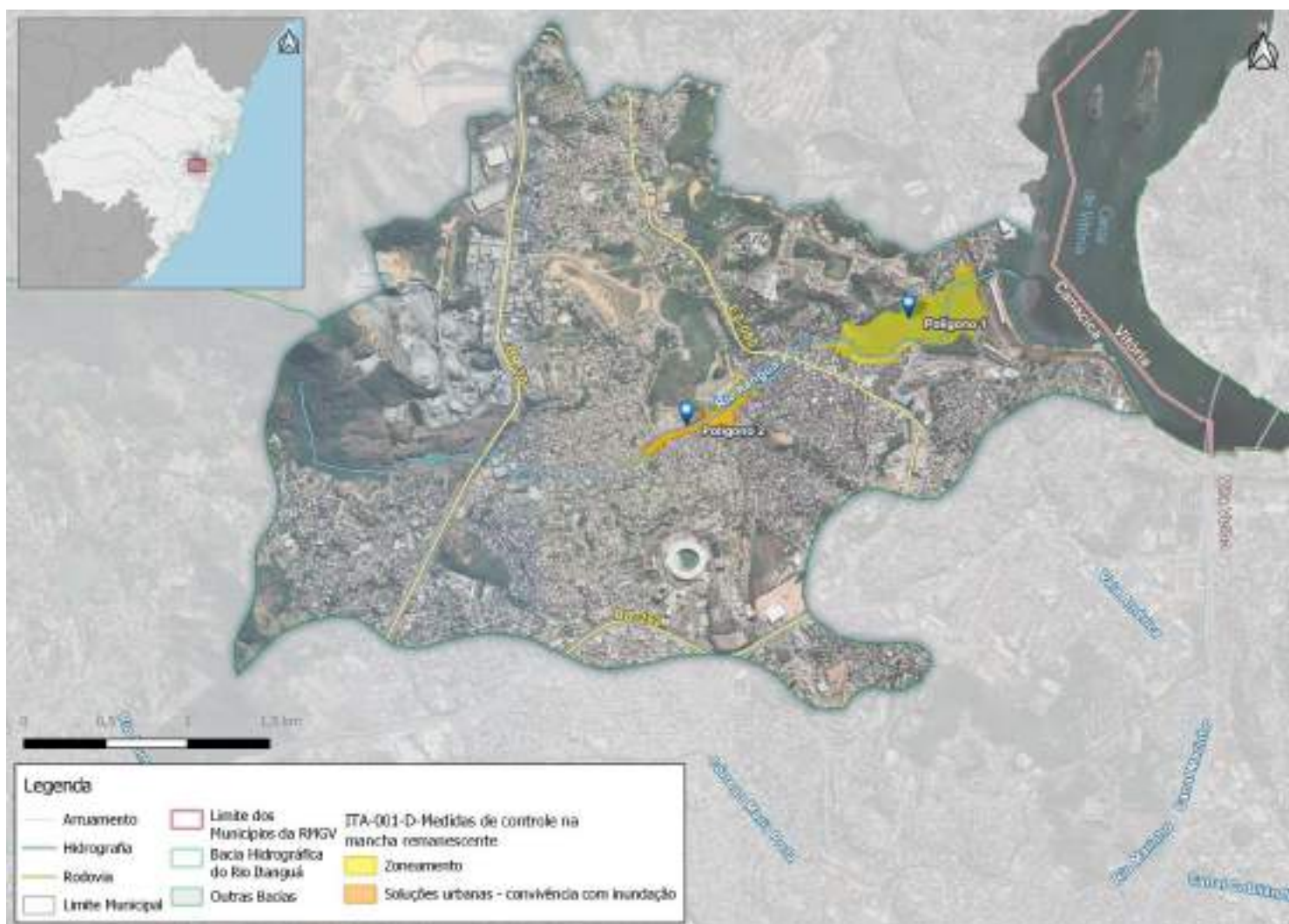


Figura 141 – Detalhe da intervenção ITA-001-A

Alternativa 2

- ITA-002-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Pelas imagens da mancha remanescente elaboradas na condição do prognóstico, as manchas de inundação que acontecerão em duas regiões: ao norte nas proximidades do Porto de Cariacica e áreas lindeiras às rodovias ES-080 e BR-101; e ao sul em uma extensão de fundo de vale com urbanização consolidada na região de Nova Brasília; assim como ao norte na região dos bairros Flexal I e Vila Prudêncio revelam grandes impactos com lâminas d'água elevadas (acima de 1m), com situações de riscos e de grandes prejuízos materiais, demandando remoções de grandes extensões, tanto das ocupações industriais e de logística ao norte, como nas ocupações habitacionais ao sul do município. As região do fundo de vale serão sempre as mais atingidas.

Recomenda-se nesse caso a inscrição imediata no Plano Diretor municipal dessas Áreas como áreas de Inundação como forma de estabelecer algum tipo de controle sobre o avanço da urbanização nessas áreas vulneráveis, agravando o quadro dos impactos socioambientais e a previsão de destinação recursos por parte dos agentes públicos.

A Tabela 75 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 75 – Resumo das proposições da intervenção ITA-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (28,0 hectare)• Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (11,9 hectare)• Polígono 4 – 1B Remoção e Reassentamento (550 domicílios) + Parque Alagável (10,4 hectare)• Polígono 5 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (0,6 hectare)• Polígono 6 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (1,9 hectare)• Polígono 7 – 2B Soluções Adaptativas (21,8 hectare)• Polígono 8 – 2B Soluções Adaptativas (16,7 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 142 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Itanguá. Por fim, a Figura 143 detalha a intervenção ITA-002-A.

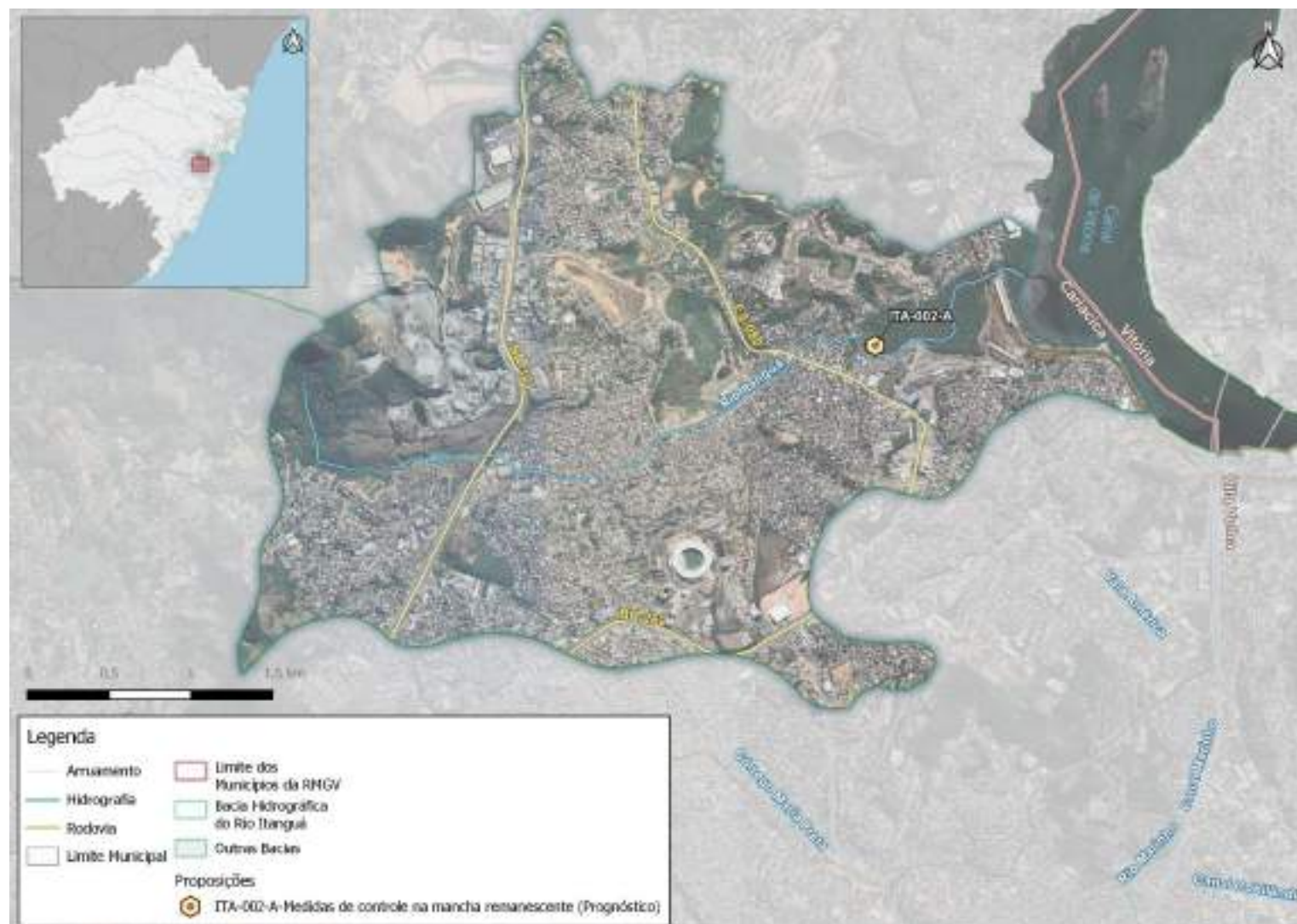


Figura 142 – Resumo das intervenções propostas na bacia hidrográfica do rio Itanguá – ALTERNATIVA 02.

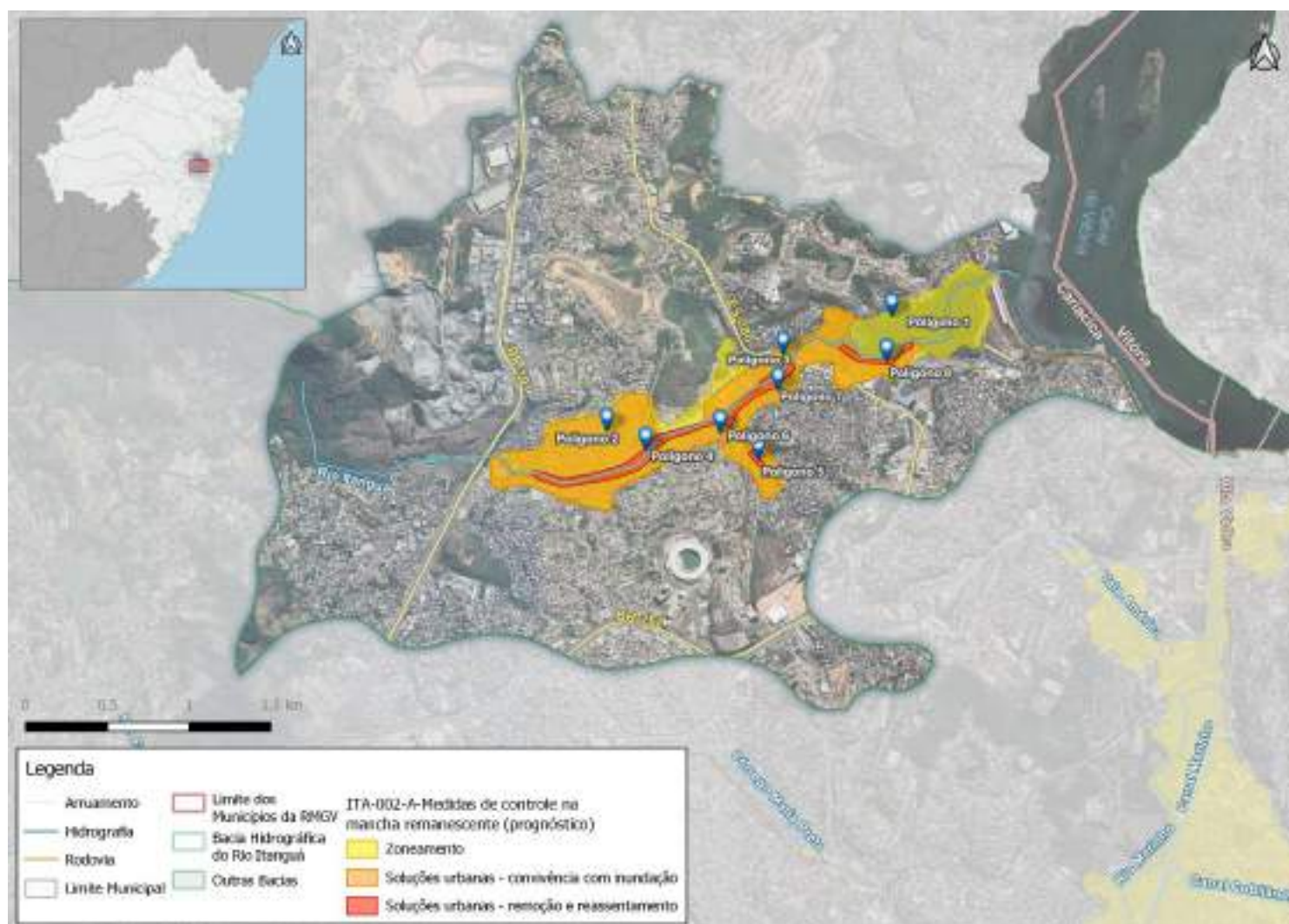


Figura 143 – Detalhe da intervenção ITA-002-A

Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que parte das populações dos bairros Santa Luiza, Itararé, Santa Lúcia, Gurigica, Praia do Suá, Bento Ferreira, Horto, Consolação, De Lourdes, Nazareth, Jucutuquara, Monte Belo e Ilha de Santa Maria do município de Vitória, seriam impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário, portanto, prever medidas estruturais ou não estruturais, visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 144, a seguir, apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

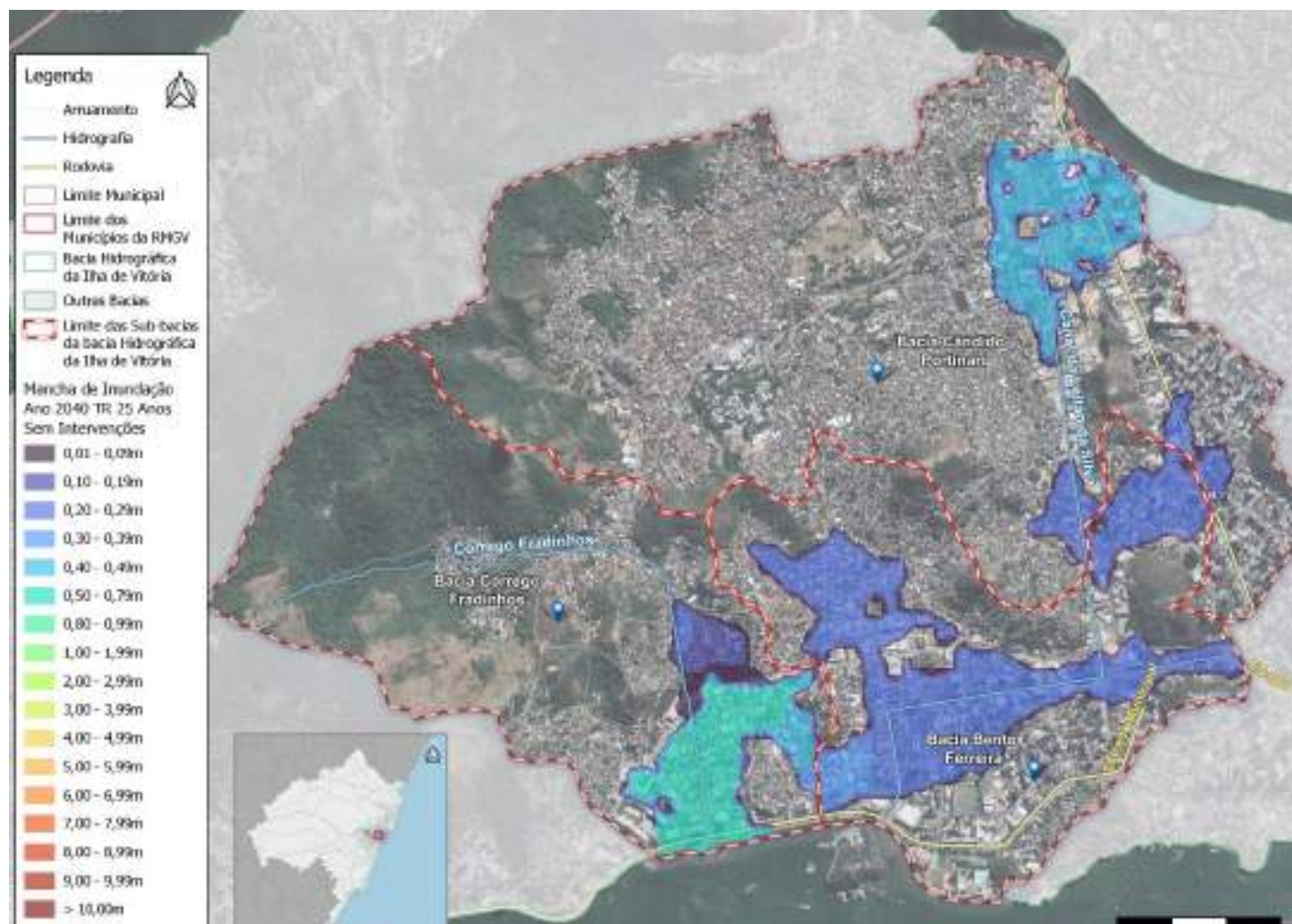


Figura 144 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia da Ilha de Vitória.

3.1.19 Canal Leitão da Silva (Bacia Portinari)

Neste item são apresentadas as intervenções propostas para os Canais Leitão da Silva, José Farias e Cândido Portinari, da Bacia Portinari. A Tabela 76 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas.

Tabela 76 – Alternativas Canal Leitão da Silva (Bacia Portinari)

Alternativas	Código	Proposições
1	POR-001-A	Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia
2	POR-002-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas da Bacia Portinari com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- POR-001-A Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia

Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia Cândido Portinari, compreendendo a combinação de: pavimentos permeáveis, jardins de chuvas, valas de infiltração, poços de infiltração, reservatórios lineares e reservatórios pontuais. O volume total a ser amortecido é estimado em 120.000 m³.

O volume de 120.000 m³ é equivalente a aproximadamente 240.000 m² de jardins de chuva, ou 136 km de pavimentos permeáveis (largura de 8,00 m) ou 15 km de reservatórios lineares (largura de 5,5 m e profundidade de 1,5 m).

Ilustra-se, na Figura 145 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a Bacia Portinari.



Figura 145 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica da Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leitão da Silva) – ALTERNATIVA 01.

Alternativa 2

- POR-002-A Medidas de controle não estruturais para mitigação dos impactos da mancha de inundação do Prognóstico

As medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

A Tabela 77 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 77 – Resumo das proposições da intervenção POR-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (52,9hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 146 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 03 para a bacia Portinari. Por fim, a Figura 147 detalha a intervenção POR-003-A.



Figura 146 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leiteira da Silva) – ALTERNATIVA 02

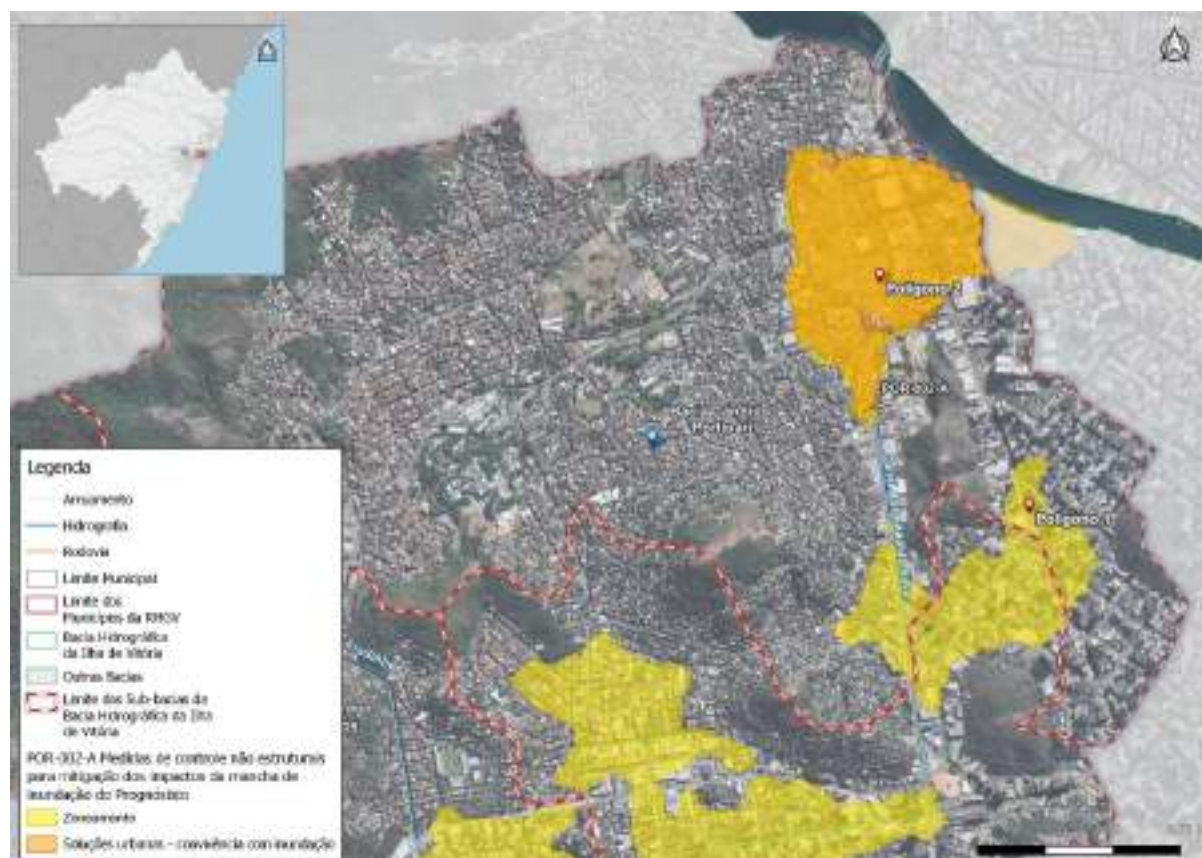


Figura 147 – Detalhe da intervenção POR-002-A

3.1.20 Bacia Bento Ferreira

Neste item são apresentadas as intervenções propostas para os Canais Leitão da Silva, César Hilal e Jair Etiénne Dessaune, da Bacia Portinari. A Tabela 78 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas.

Tabela 78 – Alternativas Canal Leitão da Silva (Bacia Bento Ferreira)

Alternativas	Código	Proposições
1	BEN-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento
	BEN-001-B	Implantação de reservatório de amortecimento
	BEN-001-C	Implantação de reservatório de amortecimento
2	BEN-002-A	Medidas de controle não estruturais para mitigação dos impactos da mancha de inundação do Prognóstico

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas da Bacia Portinari com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- BEN-001-A – Implantação de reservatório de amortecimento fora de linha - Estacionamento da SEDU – (PDDU)

Implantação de Reservatório de Amortecimento no estacionamento da Secretaria da Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU), de acordo com previsão da prefeitura de Vitória (PDDU). O volume útil do reservatório foi atualizado pelo PDAU com o intuito de eliminar a mancha de inundação.

Características estimadas, aproximadas:

- Profundidade: 6,75 m;
- Área: 3.700 m²;
- Volume Útil: 25.000 m³

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região dos bairros Praia do Suá, Gurigica, Bento Ferreira e Horto, do município de Vitória. Prevê-se sua implantação nas imediações das coordenadas 364062,00 m E; 7753553,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na região da intercessão entre a Avenida César Hilal e a Avenida Leitão da Silva. Para essa solução, deve-se prever sistema de recalque para esvaziamento do volume armazenado.

As características do reservatório poderão sofrer alterações em projeto específico futuro, com base em informações detalhadas de topografia e, especialmente, estudo e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- BEN-001-B – Implantação de reservatório de amortecimento fora de linha Praça Oswaldo Guimarães – (PDDU)

Implantação de Reservatório de Amortecimento na praça Oswaldo Guimarães de acordo com previsão da prefeitura de Vitória (PDDU). O volume útil do reservatório foi atualizado pelo PDAU com o intuito de eliminar a mancha de inundação.

Características estimadas, aproximadas:

- Profundidade: 2,77 m;
- Área: 5.400 m²
- Volume Útil: 15.000 m³

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região dos bairros Praia do Suá, Gurigica, Bento Ferreira e Horto, do município de Vitória. Prevê-se sua implantação nas imediações das coordenadas 363655,00 m E; 7753455,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na região da intercessão entre a Avenida César Hilal e a Rua Carlos Moreira Lima. Para essa solução, deve-se prever sistema de recalque para esvaziamento do volume armazenado.

As características do reservatório poderão sofrer alterações em projeto específico futuro, com base em informações detalhadas de topografia e, especialmente, estudo e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- BEN-001-C – Implantação de reservatório de amortecimento fora de linha (Estacionamento do hospital da Polícia Militar) – (PDDU)

Implantação de Reservatório de Amortecimento no estacionamento do Hospital da Polícia Militar (HPM) de acordo com previsão da prefeitura de Vitória (PDDU). O volume útil do reservatório foi atualizado pelo PDAU com o intuito de eliminar a mancha de inundação.

Características estimadas, aproximadas:

- Profundidade: 6,37 m;
- Área: 2.700 m²
- Volume Útil: 17.200 m³

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região dos bairros Praia do Suá, Gurigica, Bento Ferreira e Horto, do município de Vitória. Prevê-se sua implantação nas imediações das coordenadas 363120,00 m E; 7753355,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na região da intercessão entre a Avenida César Hilal e a Avenida Joubert de Barros. Para essa solução, deve-se prever sistema de recalque para esvaziamento do volume armazenado.

As características do reservatório poderão sofrer alterações em projeto específico futuro, com base em informações detalhadas de topografia e, especialmente, estudo e detalhamento da microdrenagem do entorno.

Ilustra-se, na Figura 148 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para a Bacia Bento Ferreira.



Figura 148 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica da Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leite da Silva) – ALTERNATIVA 01.

Alternativa 2

- BEN-002-A Medidas de controle nas manchas remanescentes

Como apresentado na Bacia Portinari, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

A Tabela 79 específica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 79 – Resumo das proposições da intervenção BEN-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 –2A Soluções Adaptativas (33,9 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 149 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. Por fim, a Figura 150 detalha a intervenção BEN-002-A.



Figura 149 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Ilha de Vitória (zoom no Canal da Leitão da Silva) – ALTERNATIVA 02

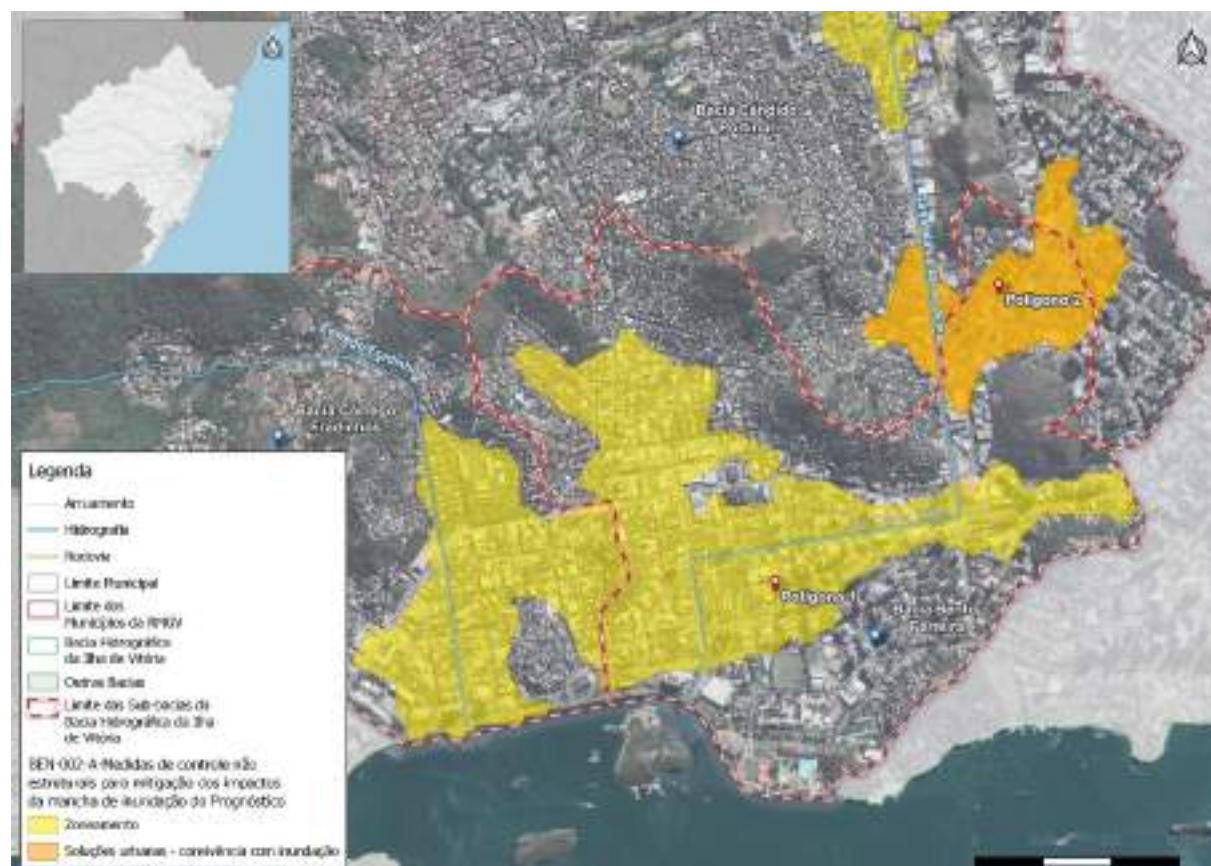


Figura 150 – Detalhe da intervenção BEN-002-A

3.1.21 Córrego Fradinhos

A Tabela 80 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o Córrego Fradinhos.

Tabela 80 – Alternativas Córrego Fradinhos

Alternativas	Código	Proposições
1	FRA-001-A	Implementação do Reservatório de Amortecimento R1 (Fonte: Prefeitura)
	FRA-001-B	Implementação do Reservatório de Amortecimento R2 (Fonte: Prefeitura)
	FRA-001-C	Ampliação da seção no trecho à montante (Fonte: Prefeitura)
	FRA-001-D	Implementação da galeria na Av. Alberto Torres (Fonte: Prefeitura)
	FRA-001-E	Implementação de estruturas de controle hidráulico à jusante do Fradinhos e da Gal. Alberto Torres
	FRA-001-F	Ampliação da seção do Fradinhos no trecho à jusante
	FRA-001-G	Implementação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Vitória
	FRA-001-H	Implementação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Gal. Mascarenhas
2	FRA-002-A	Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do Córrego Fradinhos com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- FRA-001-A - Implementação do Reservatório de Amortecimento fora de linha (R1) – Rua Manoel Gomes - (PMV)

Implantação de Reservatório de Amortecimento R1 (PDDU) na Rua Manoel Gomes de Almeida de acordo com previsão da prefeitura de Vitória.

Características estimadas, aproximadas, conforme PDDU:

- Profundidade: 8,00 m;
- Área: 2.800 m²;
- Volume Útil: 22.400 m³

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região do bairro Fradinhos, do município de Vitória, nas imediações das coordenadas 361064,00 m E; 7753992,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000). Para essa solução, deve-se prever sistema de recalque para esvaziamento do volume armazenado.

As características do reservatório poderão sofrer alterações em projeto específico futuro, com base em informações detalhadas de topografia e, especialmente, estudo e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- FRA-001-B - Implementação do Reservatório de Amortecimento fora de linha (R2) – Rua José Malta - (PMV)

Implantação de Reservatório de Amortecimento R2 (PDDU) à margem da Rua José Malta, de acordo com previsão da prefeitura de Vitória.

Características estimadas, aproximadas, conforme PDDU:

- Profundidade: 3,50 m;

- Área: 2.000 m²;

- Volume Útil: 7.000 m³

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região do bairro Fradinhos, do município de Vitória, nas imediações das coordenadas 361326,00 m E m E; 7754035,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), na margem oposta ao Posto Policial de Fradinhos. Para essa solução, deve-se prever sistema de recalque para esvaziamento do volume armazenado.

As características do reservatório poderão sofrer alterações em projeto específico futuro, com base em informações detalhadas de topografia e, especialmente, estudo e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- FRA-001-C - Ampliação da seção no trecho à montante - ruas José Malta e Av. Paulino Muller (PMV)

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do canal subterrâneo presente sob a rua José Malta e Av. Paulino Muller. O trecho tem início na interseção entre a rua José Malta e a rua Francisco Segóvia e tem fim na interseção entre a Av. Paulino Müller e a rua Barão de Mauá. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas urbanas adjacentes ao canal.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pelo aumento e requalificação da seção no trecho citado. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do corpo hídrico ao facilitar o escoamento da água.

As características geométricas da seção da galeria de drenagem foram fornecidas pela Prefeitura de Vitória. A configuração geométrica do canal varia entre seções retangulares singulares e duplas com dimensões crescentes no sentido de montante à jusante.

A intervenção proposta está indicada na Figura 152 e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 361576,00 m E / 7754109,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 362040,00 m E / 7753963,00 m S.

- FRA-001-D - Implantação de galeria na Av. Alberto Torres (PMV)

A função dessa medida é otimizar a drenagem urbana na região dos bairros Jucutuquara, Cruzamento e Ilha de Santa Maria, adjacentes à Avenida Alberto Torres, através de implantação de galeria subterrânea sob o viário. O trecho de implantação compreende as extensões da rua Barão de Mauá e a avenida Alberto Torres, entre a intercessão da rua Barão de Mauá com a Avenida Paulino Müller e a interseção da avenida Alberto Torres com a avenida Marechal Mascarenhas de Moraes. A extensão da galeria proposta corresponde à, aproximadamente, 1.214,00 m.

A galeria proposta é dupla e possui seções com geometria retangular, variando conforme segue:

- Primeiro trecho: H = 1,50 m de altura, B = 2,00 m de largura. Trecho entre Rua Barão de Mauá e Av. Vitória.

- Segundo trecho: H = 1,50 m de altura, B = 2,50 m de largura. Trecho entre Av. Vitória e Rua Hermes Curry Carneiro.

- Terceiro trecho: H = 1,50 m de altura, B = 3,00 m de largura. Trecho entre a Rua Hermes Curry Carneiro e Av. Mal. Mascarenhas de Moraes.

Coordenadas de início e fim:

Início do trecho de intervenção: 361576,00 m E / 7754109,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 362040,00 m E / 7753963,00 m S.

- FRA-001-E - Implementação de estruturas de controle hidráulico à jusante do Fradinhos e da Gal. Alberto Torres

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através de comportas (ou válvulas) de fluxo unidirecional nas fozes das galerias da Av. Paulino Muller e da Av. Alberto Torres, permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de variações do nível do mar. O sistema de comportas evita que, durante eventos de elevação do nível do mar, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação nas regiões adjacentes às galerias, nos bairros à montante da estrutura de controle proposta.

Prevê-se a implantação das estruturas na região das coordenadas 362243,00 m E; 7752777,00 m S e 362347,00 m E; 7752795,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- FRA-001-F - Ampliação da seção do canal do córrego dos Fradinhos no trecho à jusante - Av. Vitória até a foz

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do canal subterrâneo presente sob a Av. Paulino Muller. O trecho tem início na interseção entre a Av. Paulino Müller e a Av. Vitória e tem fim na interseção entre a Av. Paulino Müller e a Av. Mal Mascarenhas de Moraes. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas urbanas adjacentes ao canal.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pelo aumento e requalificação da seção no trecho citado. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do corpo hídrico ao facilitar o escoamento da água.

As características geométricas da seção da galeria de drenagem foram propostas pelo estudo do PDAU. A configuração geométrica do canal se caracteriza por uma seção retangular de $H=2,00$ m e $b=12,00$ m.

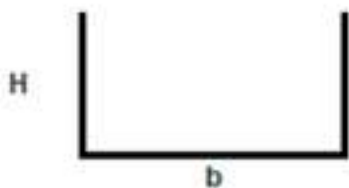


Figura 151 – Seção tipo da alternativa FRA-001-F.

A intervenção proposta está indicada na Figura 152 abaixo, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 361576,00 m E / 7754109,00 m S;

Término do trecho de intervenção: 362040,00 m E / 7753963,00 m S.

- FRA-001-G - Implementação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Vitória

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na Ilha de Vitória, de modo mais específico, na região dos bairros Nazareth, Jucutuquara, Cruzamento e Ilha de Santa Maria. Prevê-se sua implantação sob o viário da Avenida Vitória, no trecho entre a região de intercessão da Av. Vitória com a Rua Desembargador José Vicente e a

região de intercessão da Av. Vitória com a Rua Jaime Villas Boas.

A intervenção proposta está indicada na Figura 152 abaixo, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 361782,00 m E / 7752894,00 m S.

Término do trecho de intervenção: 362737,00 m E / 7753564,00 m S.

Salienta-se que a proposta considera um único reservatório linear contínuo sob a Avenida Vitória. Entretanto, não se exclui a possibilidade alternativa de execução de múltiplos reservatórios com menor volume, desde que a soma das capacidades de armazenamento dos reservatórios menores corresponda ao valor demandado estimado pelo estudo do PDAU.

Características estimadas:

- Volume Total do Reservatório: 52.000 m³;
- Seção retangular com H=2,00 m e B=20,00 m;
- Comprimento: 1.300 m.

- FRA-001-H - Implementação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Gal. Mascarenhas

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na Ilha de Vitória, de modo mais específico, na região do bairro Ilha de Santa Maria. Prevê-se sua implantação sob o viário da Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, no trecho entre a região de intercessão da Av. Mal Mascarenhas com a Rua Desembargador José Vicente e a região próxima ao número 1717 da Av. Mal Mascarenhas.

A intervenção proposta está indicada na Figura 152, abaixo, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 361973,00 m E / 7752731,00 m S.

Término do trecho de intervenção: 362736,00 m E / 7752880,00 m S.

Salienta-se que a proposta considera um único reservatório linear contínuo sob a Av. Mal. Mascarenhas. Entretanto, não se exclui a possibilidade alternativa de execução de múltiplos reservatórios com menor volume, desde que a soma das capacidades de armazenamento dos reservatórios menores corresponda ao valor demandado estimado pelo estudo do PDAU.

Características estimadas:

- Volume Total do Reservatório: 46.000 m³;
- Seção retangular com H=2,00 m e B=20,00 m;

- Comprimento: 1.150 m.

Ilustra-se, na Figura 152 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 para o Córrego Fradinhos.

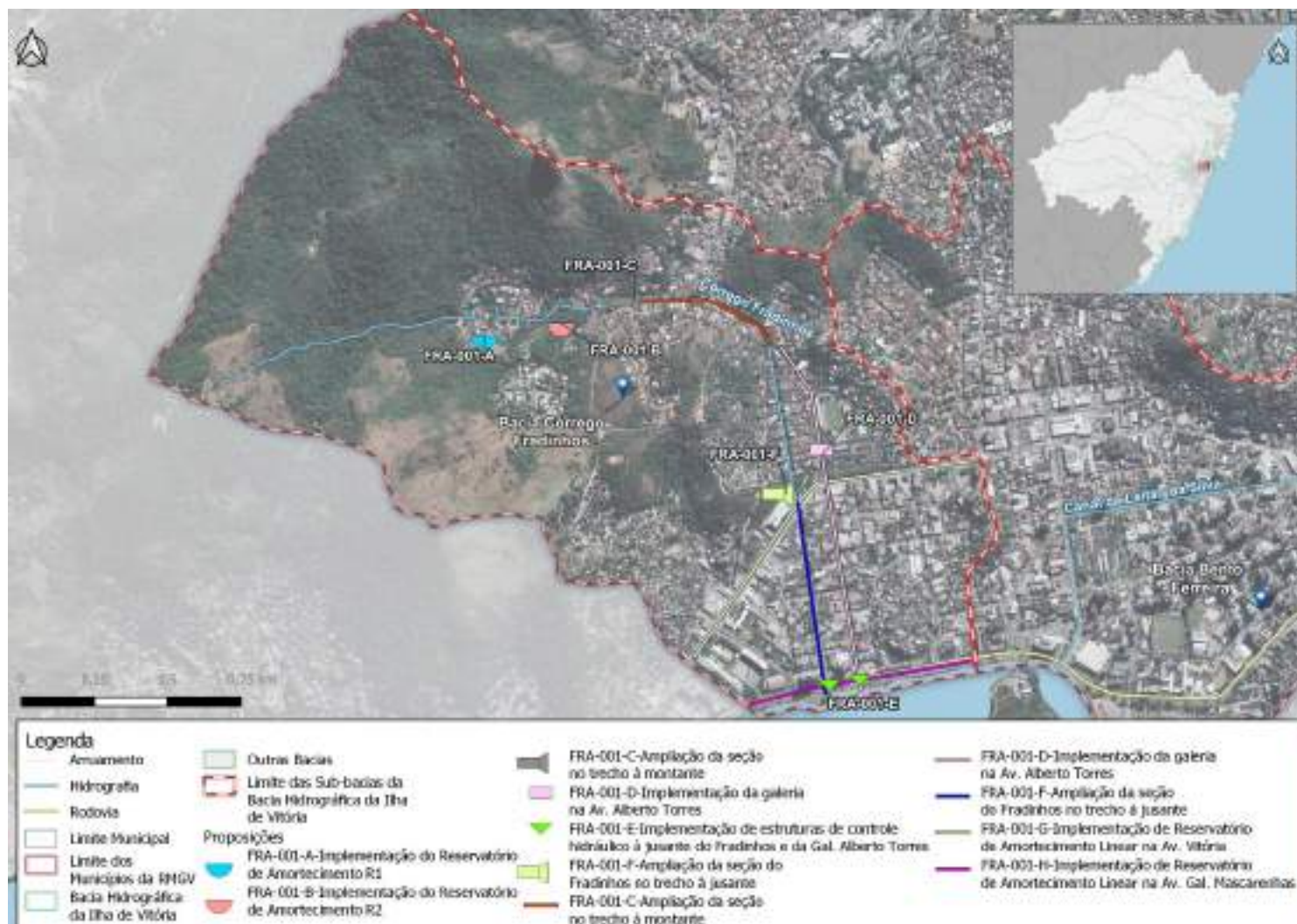


Figura 152 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica da Ilha de Vitória (zoom no Córrego Fradinhos) – ALTERNATIVA 01.

Alternativa 2

- FRA-002-A - Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)

Como apresentado nas bacias anteriores, as medidas de controle recomendadas atêm-se a adoção de instrumentos urbanísticos e à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade

A Tabela 81 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 81 – Resumo das proposições da intervenção FRA-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (146,0 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 153 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 para o Córrego Fradinhos. Por fim, a Figura 154 detalha a intervenção FRA-002-A.

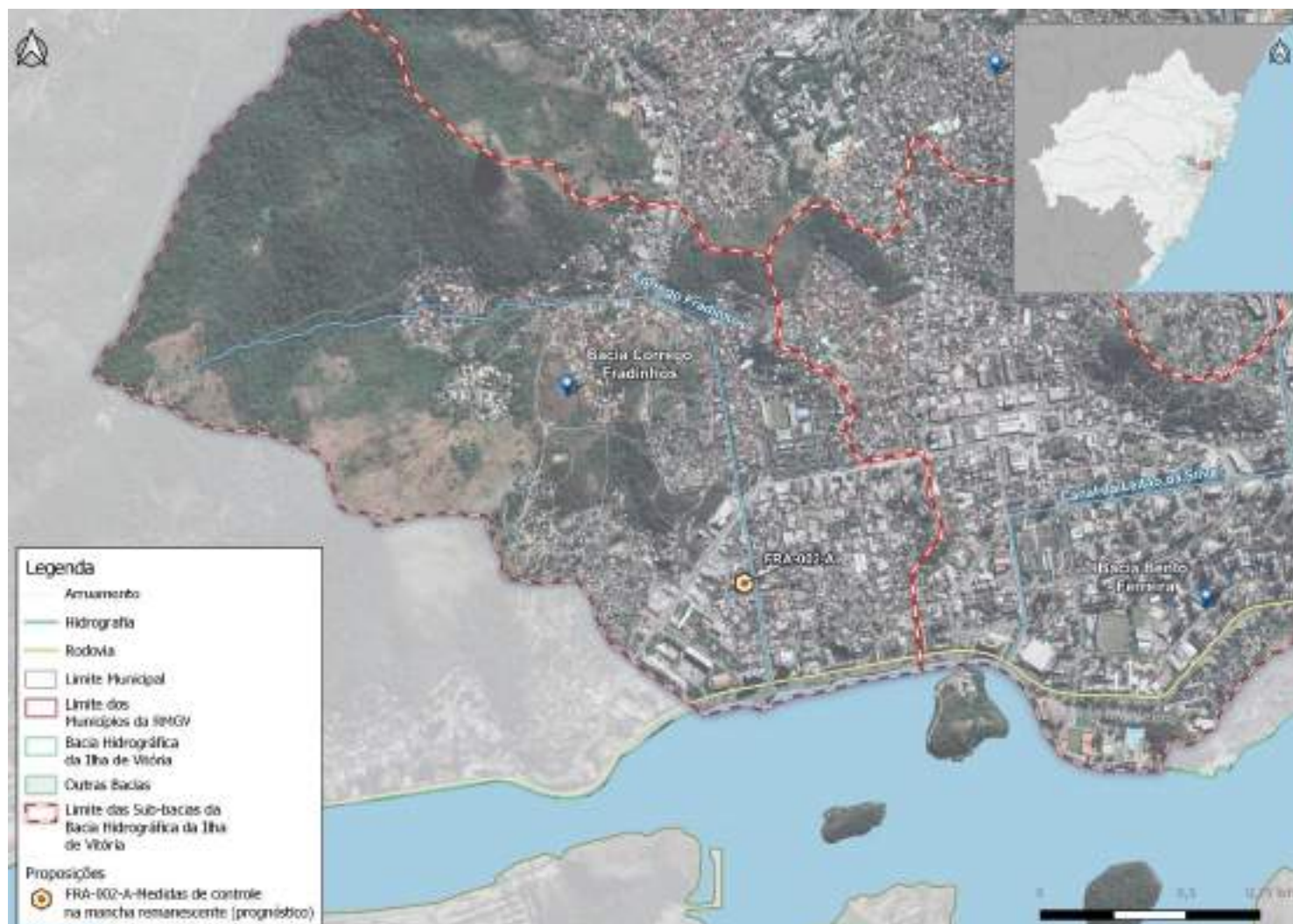


Figura 153 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica de Ilha de Vitória– ALTERNATIVA 02

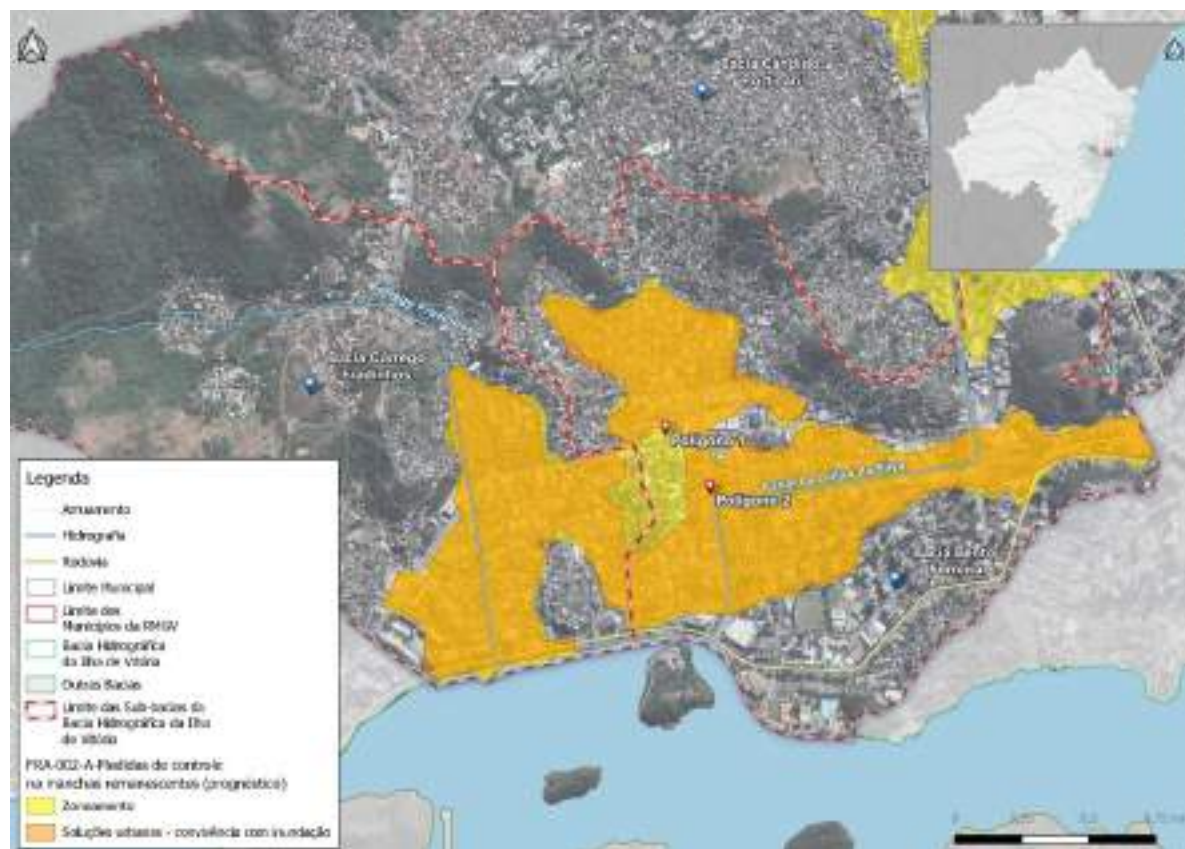


Figura 154 – Detalhe da intervenção FRA-002-A

Bacia Hidrográfica do Rio Una

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se que as populações ribeirinhas do Portal de Santa Mônica e Paturá são impactadas pelos eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040, sendo necessário portanto prever medidas estruturais ou não estruturais visando extinguir ou minimizar os impactos nessa área urbana.

A Figura 155 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Una.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.



Figura 155 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Una.

3.1.22 Rio Una

A Tabela 82 a seguir apresenta o resumo das alternativas consideradas para o rio Una.

Tabela 82 – Alternativas Rio Una

Alternativas	Código	Proposições
1	UNA-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060
	UNA-001-B	Consolidação de bueiro em estrutura de proteção hidráulica a montante da rodovia Manoel Loyola.
	UNA-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente
2	UNA-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Una com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 01

- Intervenção UNA-001-A - Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060

Essa medida estrutural tem por finalidade acumular o volume de escoamento da porção da bacia do Rio Una a montante da Rodovia do Sol (ES-060) através da implantação de um reservatório com túnel de descarga.

Características estimadas para o reservatório de amortecimento:

- Largura: 210,0 m;
- Cota da crista: 4,5 m;
- Diâmetro do Túnel de Descarga: 1,50 m;
- Cota de Fundo do Túnel de Descarga: 2,35 m;
- Área: 10.120.950,00 m²
- Volume Reservatório: 14.675.233,32 m³

A estrutura proposta possui as seguintes coordenadas aproximadas: 349345,31 m E e 7720099,81 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- Intervenção UNA-001-B - Consolidação de bueiro em estrutura de proteção hidráulica a montante da rodovia Manoel Loyola.

A função dessa medida é manter a capacidade hidráulica da seção da ponte da Rodovia Manoel Loyola (ES – 477), que restringe o escoamento do Rio Una, ocasionando acúmulo de água a montante da mesma e alagamento em algumas ruas urbanizadas, evitando que o volume acumulado seja transferido para jusante, aumentando assim as áreas urbanizadas atingidas.

A seção a ser consolidada tem as coordenadas aproximadas: 352251,75 m E e 7726758,62 m S (UTM24 SIRGAS 2000).

- UNA-001-C - Medidas de controle na mancha remanescente

A modelagem na bacia do rio Una mostra duas grandes manchas seccionadas pela ES-60 Rodovia do Sol.

A porção norte da mancha, para qual se propõe um reservatório de amortecimento, se desenvolve em um trecho médio do curso do rio Ponto Doce em direção à foz na praia de Santa Monica. Na porção norte da região em tela, antes da travessia da rodovia ES-60, a mancha se estende em uma área não urbanizada que mantém grandes extensões de áreas vegetadas (APPs) e algumas propriedades rurais.

Próximo a travessia da Rodovia do Sol a inundação irá atingir as bordas de um loteamento pouco ocupado. Parcialmente dotado de infraestrutura observa-se que, em praticamente todas as quadras houve a recuperação da cobertura vegetal que caracteriza as florestas secundárias, restando apenas os traçados das ruas em terra nua, sem pavimentação.

Nesse sentido, as áreas das manchas de inundação que atingem as bordas desse loteamento, aparentemente não ocupado e abandonado, foram classificadas como “áreas de convivência com as inundações”, passíveis de medidas adaptativas, porém não foram feitas recomendações para tais medidas. Considera-se necessário obter maiores informações sobre a população moradora e a situação fundiária desse loteamento.

Ao aproximar-se e após a travessia da Rodovia do Sol a mancha mostra uma redução mantendo alturas baixas, como efeito da implantação de infraestrutura intensiva. Contribui também para a redução e absorção de impactos a manutenção das APPs com extensões variáveis. Nesse sentido recomenda-se o controle e a fiscalização dessas para a consolidação dessas áreas.

Após a travessia da ES-60 observa-se na margem esquerda do corpo hídrico a ocupação da APP por um assentamento precário, ou um bairro, situado em cota abaixo do greide da ES-60, com poucas moradias térreas em alvenaria e parcialmente dotado de infraestrutura (observam-se postes de energia elétrica) de padrão baixo. Os

efeitos das inundações irão atingir boa parte dessa urbanização, porém amenizados pelas intervenções estruturais.

Para esse núcleo foram consideradas “Remoção parcial” em face das alturas das lâminas d’água, para redução de riscos e danos aos moradores e para recuperação de APP nas áreas desocupadas. No restante da área foi adotada “área de convivência com as inundações”.

Porém, considerando a precariedade do núcleo e das moradias é fundamental que, as demais infraestruturas sejam instaladas e que seja dada toda assistência técnica e financeira para que as moradias possam ser adaptadas para essa convivência. Nesse processo alguns elementos de infraestrutura verde podem ser utilizados em possíveis áreas livres existentes para reduzir ainda mais a altura das lâminas d’água.

Mais abaixo, nas bordas de um grande meandro do rio a mancha se amplia e atinge as bordas de áreas urbanizadas, tanto na margem esquerda como na direita. Na margem esquerda a urbanização segue o padrão descrito acima – infraestrutura parcial e moradias em alvenaria de padrão baixo. Na margem direita, no bairro Santa Monica, há um quadro de urbanização consolidada com infraestrutura e moradias e comércio de padrão médio que convivem com um quadro do mesmo padrão da margem esquerda quando da proximidade das APPs e das manchas de inundação.

Essas áreas, por estarem nas bordas das manchas apresentadas pela modelagem, foram classificadas como “áreas de convivência com as inundações”, para as quais recomendam-se medidas estruturais extensivas associadas ao complemento das infraestruturas e adaptações das edificações para padrões resistentes às inundações, além dos sistemas de alertas para toda a comunidade.

Mais próxima a foz do rio Una, a mancha de inundação nessa região estende-se em boa parte em áreas protegidas (APP) e/ou preservadas, sem ocupação e com vegetação, próximo ao Parque Estadual Paulo Cesar Vinha.

Entre essas áreas preservadas da bacia do rio Una e a ES-60 Rodovia do Sol existe um loteamento com traçado viário aberto e em terra e pouquíssima ocupação, especialmente nas áreas que se mostram atingidas pelas manchas de inundação nas modelagens.

Nesse sentido, poucas áreas foram demarcadas e classificadas como “áreas de convivência com as inundações” e em apenas um trecho relativamente curto da ES-447 Rodovia Manoel Loyola foi identificado risco de interrupção de tráfego. Porém exatamente nesse trecho temos três equipamentos públicos: a CEMEI Village do Sol, a EMEIF Thania Ahouagi Amaral Milo e a EMEF João Batista Celestino, sendo que a mancha de inundação que tem na rodovia um divisor de águas, atinge exatamente a quadra onde está situado prédio da EMEF.

Se por um lado a interrupção do tráfego nesse trecho talvez possa ser amenizada com a sinalização de um desvio pelas ruas adjacentes; já o impacto nas escolas tem que

ser enfrentado. Há a necessidade de ser implantar nesse trecho medidas estruturais que preservem a área da EMEF livre das inundações, além de medidas adaptativas na própria escola.

Em alguns trechos são propostas soluções adaptativas tanto na escala pública (infraestruturas) como na privada (edificações). Boa parte das áreas urbanizadas atingidas pelas inundações, dispõem de implantação parcial das infraestruturas (pavimentação, sistemas de drenagem superficial). Considerando o padrão baixo ou médio baixo como predominante nas edificações, é necessário se prever programas de apoio técnico e financeiro a essas adaptações, bem como programas de educação ambiental e comunicação social.

Há previsão de remoção parcial em APP ocupada e sujeita a inundações.

Trabalhar a Educação Ambiental como instrumento de ganho em qualidade de vida dos moradores locais, através de atividades com escolas, agentes de saúde, moradores do entorno, crianças e adolescentes, comitê de bacia e NUPDEC – Núcleo de Defesa Civil onde tiver. Tais ações serão detalhadas no Produto 08.

A metodologia de trabalho de EA envolvendo áreas com equipamentos será realizada através da educação formal e não formal: a) Processos e práticas pedagógicas de educação ambiental junto às escolas e professores na comunidade de referência para a área do empreendimento; b) Processos e práticas pedagógicas de educação ambiental junto a rede de apoio local (lideranças comunitárias formais e não formais), ao público interno do empreendimento (trabalhadores). O desenvolvimento do trabalho utilizará um dos conceitos centrais de análise de trabalho, visto como atividade humana socializadora, envolvendo cultura e linguagem, mediadora das relações que estabelecemos com o outro no mundo, propiciando a intervenção e a modificação objetiva da realidade (LOUREIRO, 2004).

Promover ações educativas para a apropriação das obras de intervenção pela comunidade com veiculação de informações com antecedência, caso seja necessário interdição de via, conforme descrito no Produto 08.

A Tabela 83 a seguir especifica essas medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 83 – Resumo das proposições da intervenção UNA-001-C

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,8 hectare) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (30 domicílios) + Parque Alagável (0,5 hectare) • Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (2,5 hectare) • Polígono 5 – 2B Soluções Adaptativas (4,3 hectare) • Polígono 6 – 2A Soluções Adaptativas (3,4 hectare) • Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (50 domicílios) + Parque Alagável (18,7 hectare)

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 8 – 2B Soluções Adaptativas (16,7 hectare)• Polígono 9 – 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios)• Polígono 10 – 2B Soluções Adaptativas (9,8 hectare)• Polígono 11 – 2B Soluções Adaptativas (1,3 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 156 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Jabuti. As Figura 157 e Figura 158 por outro lado, materializam a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, as Figura 159, Figura 160 e Figura 162 detalha a intervenção UNA-001-C, destacando as áreas de requalificação.



Figura 156 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Una – ALTERNATIVA 01

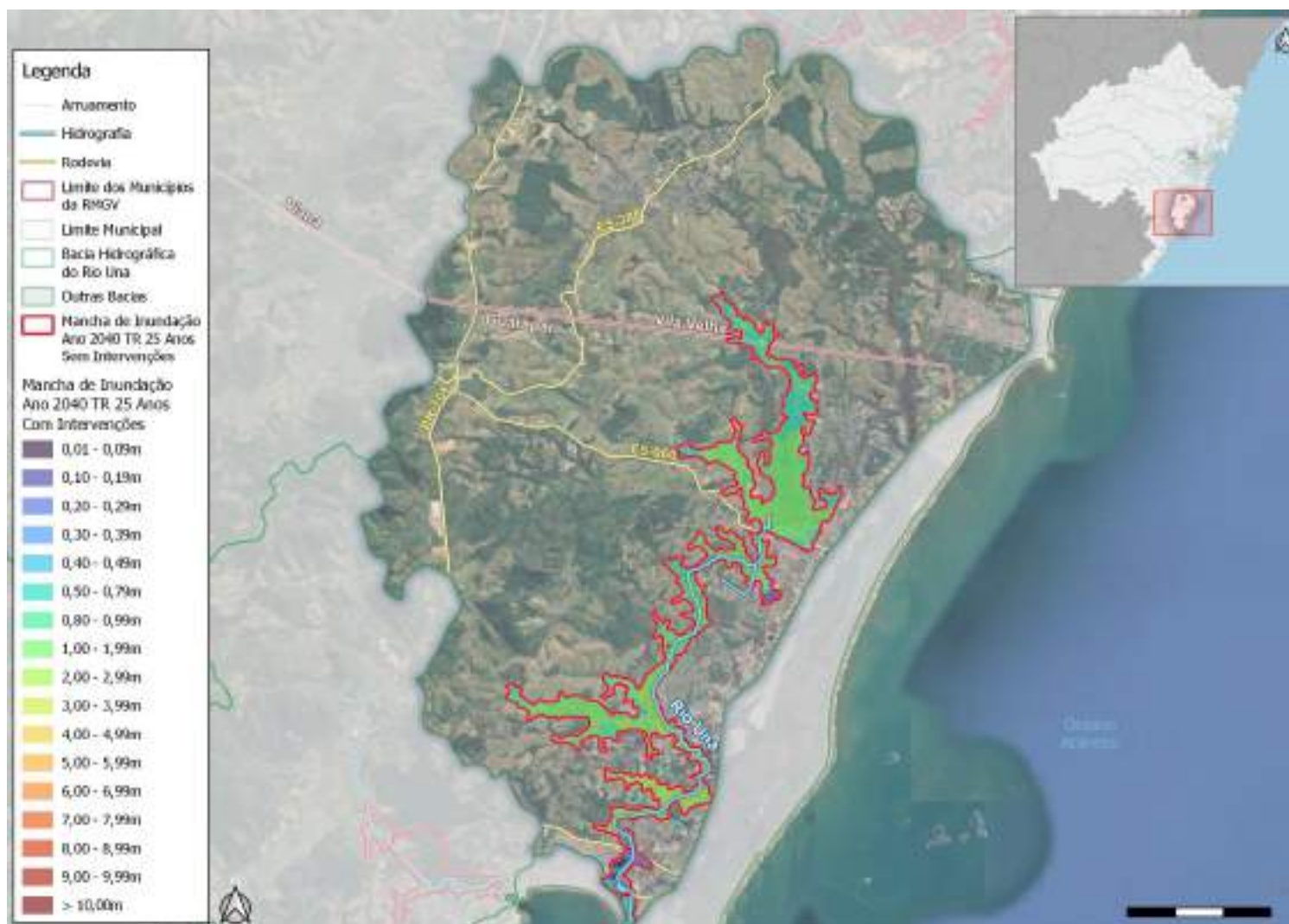


Figura 157 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Una – ALTERNATIVA 01.

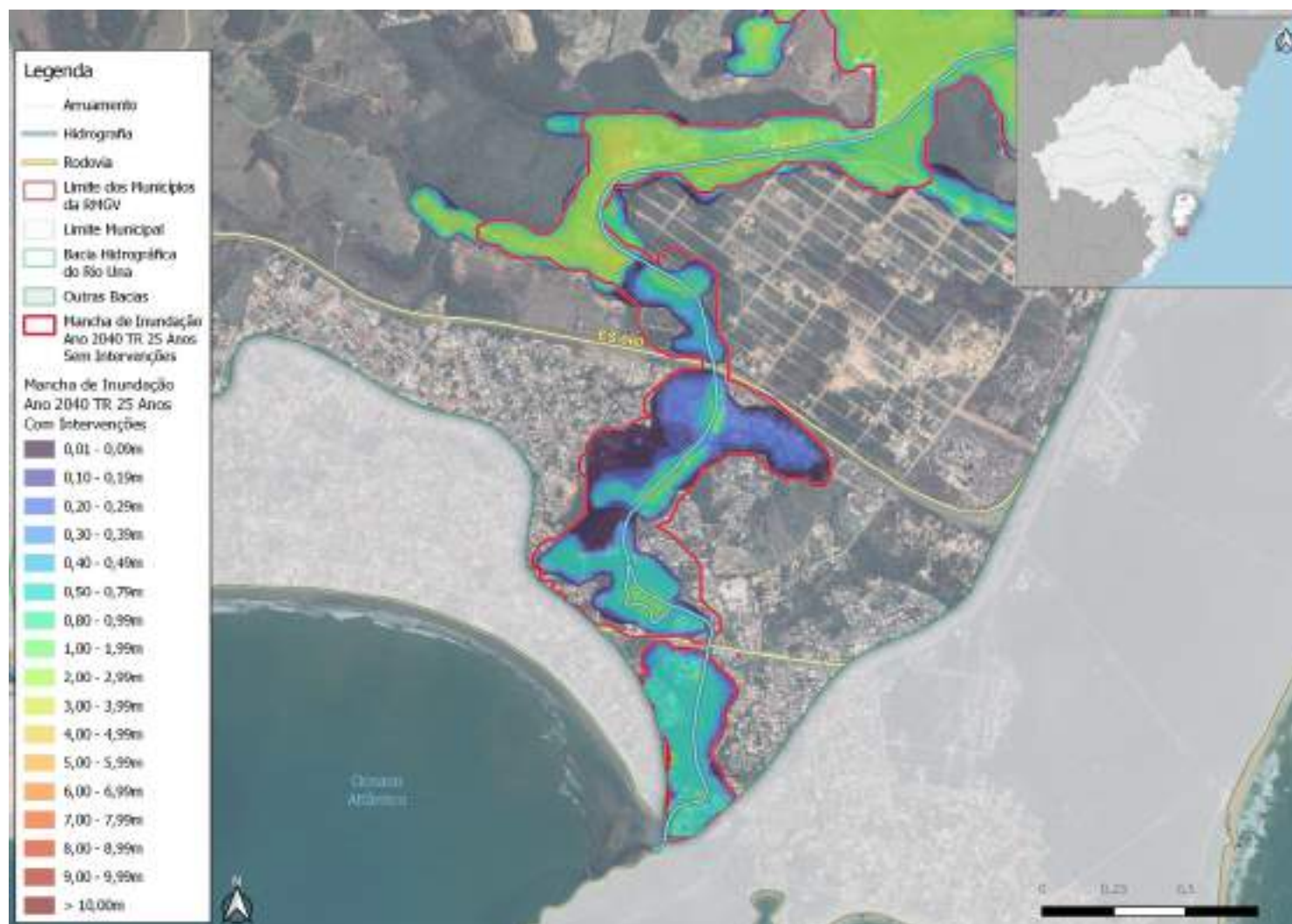


Figura 158 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia do rio Una – ALTERNATIVA 01 – ZOOM.



Figura 159 – Detalhe da intervenção UNA-001-C.

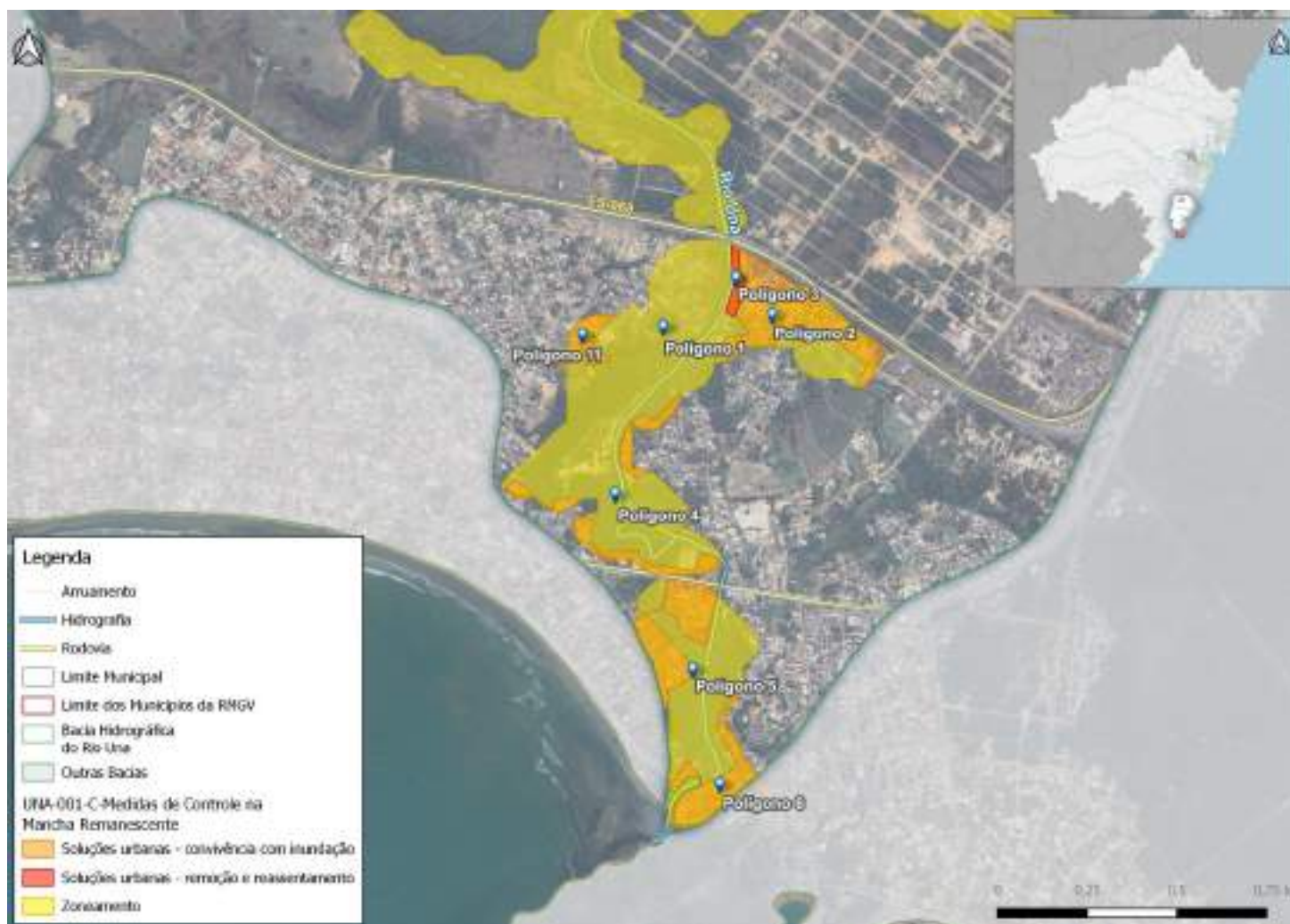


Figura 160 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (1/2).

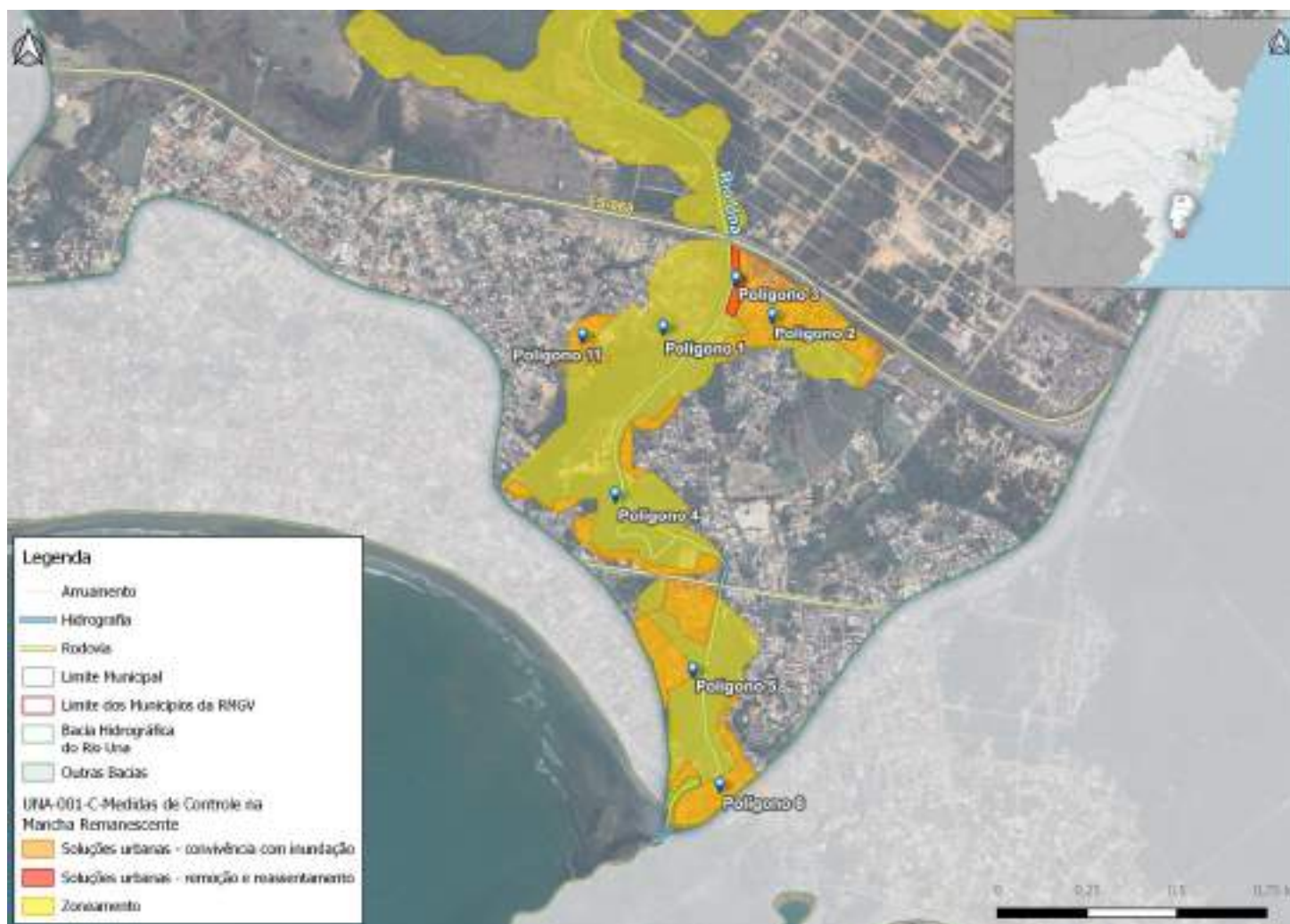


Figura 161 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (1/2) – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção

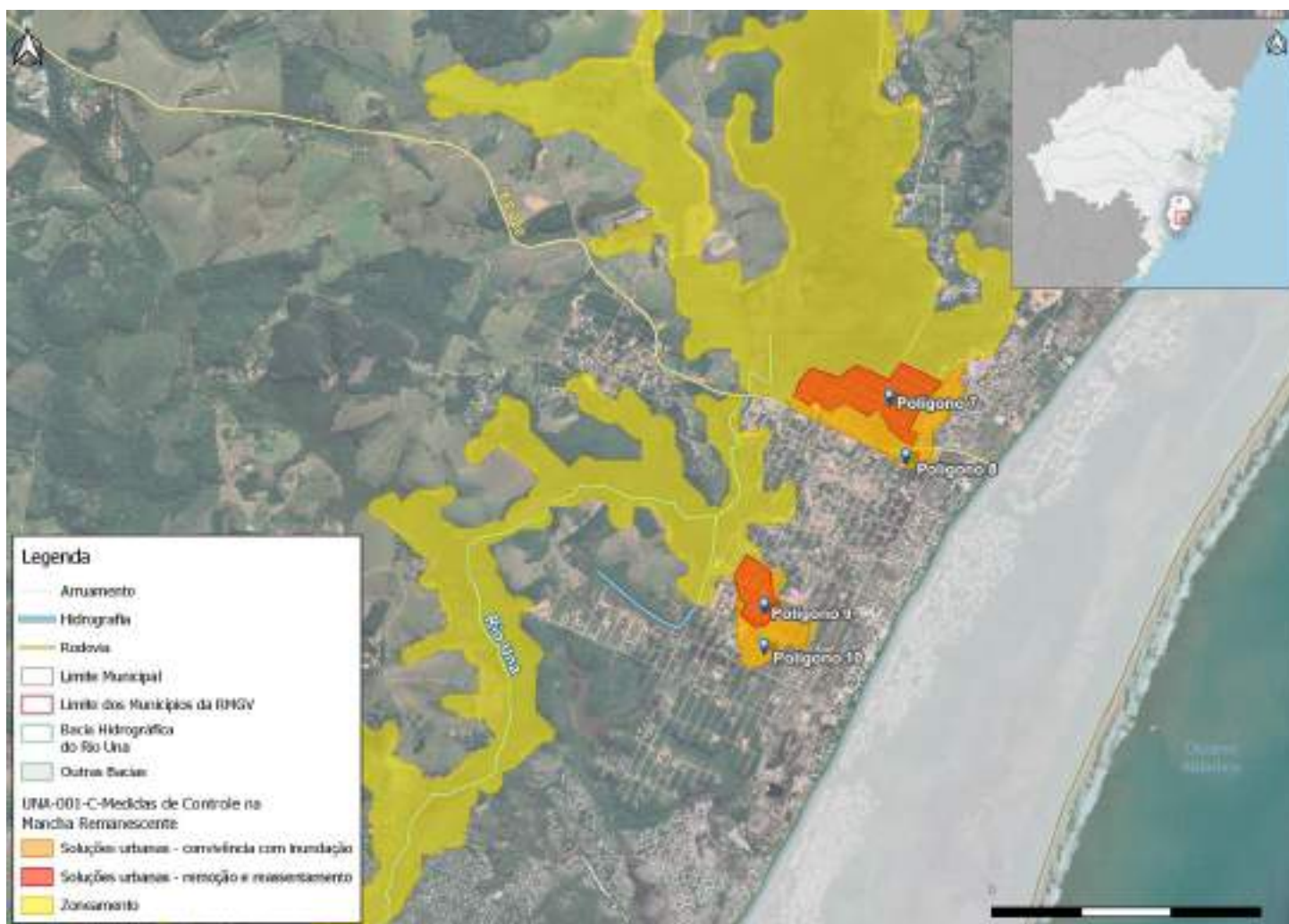


Figura 162 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (2/2).



Figura 163 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – ZOOM (2/2) – Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção

Alternativa 2

- UNA-002-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

As imagens da mancha remanescente elaboradas a partir da modelagem na alternativa 2 são parecidas com os resultados observados para a alternativa 1, porém com maior abrangência da lâmina d'água em dimensão espacial e em altura.

Também foram identificadas seis áreas de requalificação urbana que devem receber intervenções como alteração do zoneamento, soluções adaptativas e remoção e reassentamento.

As medidas de controle na mancha remanescente devem ser as mesmas adotadas para a alternativa 1. Vale observar que as áreas afetadas com maior intensidade já não apresentam ocupação urbana, provavelmente devido aos problemas intermitentes das inundações. Embora essas regiões apresentem infraestrutura urbana precária a requalificação para essas áreas requer um novo desenho urbano adaptado a sua topografia e respeitando as características da paisagem local. Uma requalificação urbana para a região que leve em conta questões como drenagem e preservação do meio ambiente podem qualificar a envoltória do Rio Una com zonas residências mais valorizadas.

Em alguns trechos são propostas soluções adaptativas tanto na escala pública (infraestruturas) como na privada (edificações). Boa parte das áreas urbanizadas atingidas pelas inundações, dispõem de implantação parcial das infraestruturas (pavimentação, sistemas de drenagem superficial). Considerando o padrão baixo ou médio baixo como predominante nas edificações, é necessário se prever programas de apoio técnico e financeiro a essas adaptações.

Há previsão de remoção parcial em APP ocupada e sujeita a inundações. São 3 áreas que apresentam essa necessidade sendo a área 2 nas franjas do rio a que apresenta maior gravidade com aproximadamente 25 edificações em risco.

A Tabela 84 específica às medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 84 – Resumo das proposições da intervenção UNA-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 –2E Zoneamento • Polígono 2 –2B Soluções Adaptativas (5,8 hectare) • Polígono 3 –1B Remoção e Reassentamento (30 domicílios) + Parque Alagável (0,5 hectare) • Polígono 4 –2B Soluções Adaptativas (8,4 hectare) • Polígono 5 –2B Soluções Adaptativas (4,3 hectare) • Polígono 6 –2A Soluções Adaptativas (3,4 hectare) • Polígono 7 –Tipo 1B Remoção e Reassentamento (50 domicílios) + Parque Alagável (18,7 hectare) • Polígono 8 –2B Soluções Adaptativas (16,7 hectare) • Polígono 9 –1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (8,8 hectare) • Polígono 10 –2B Soluções Adaptativas (9,9 hectare)

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 11 –2B Soluções Adaptativas (1,3 hectare)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 164 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 02 na bacia hidrográfica do rio Una. Por fim, a Figura 165, Figura 166 e Figura 167 detalha a intervenção UNA-002-A, destacando as áreas de requalificação.



Figura 164 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Una – ALTERNATIVA 02.



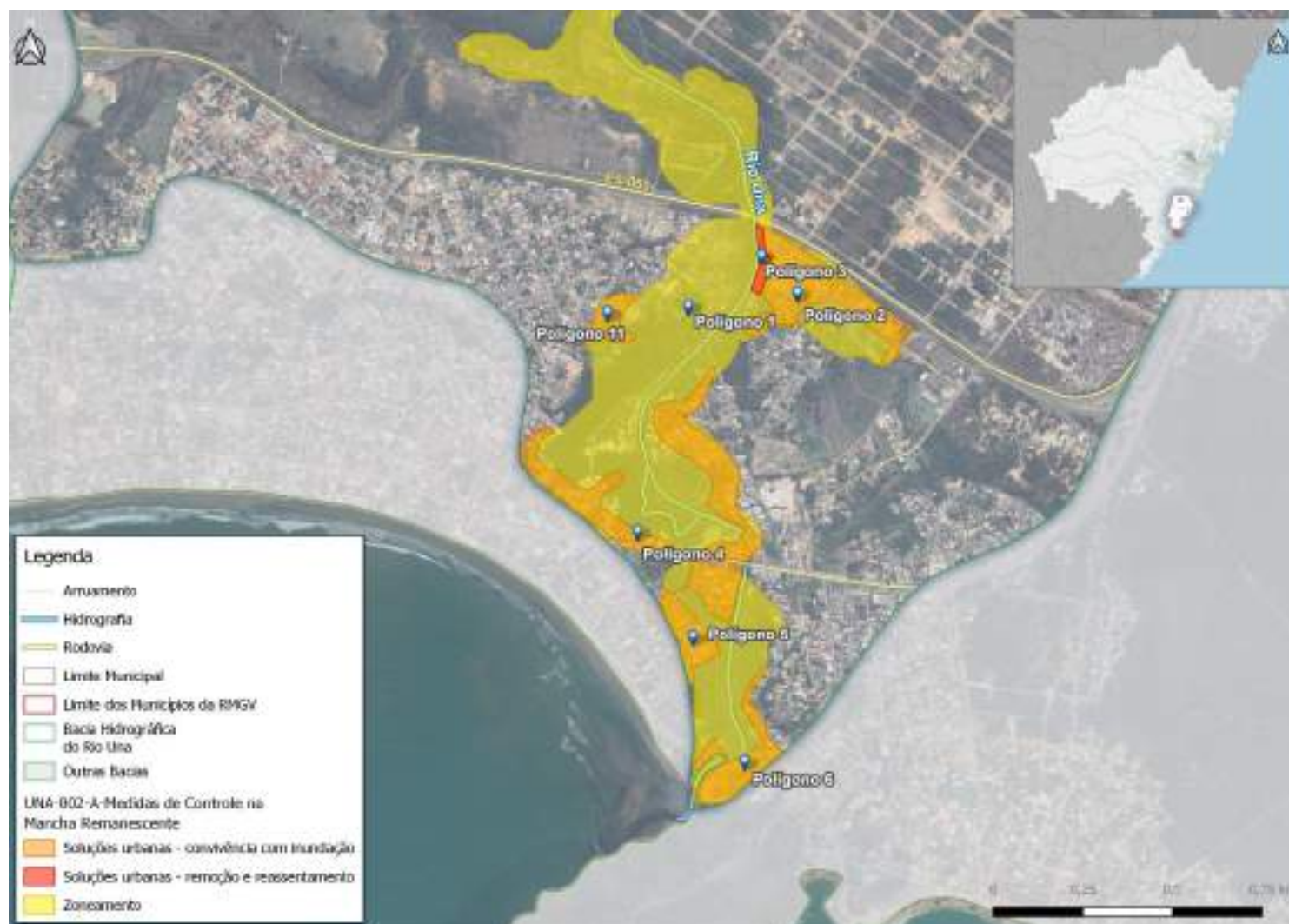


Figura 166 – Detalhe da intervenção UNA-002-A – ZOOM (1/2).

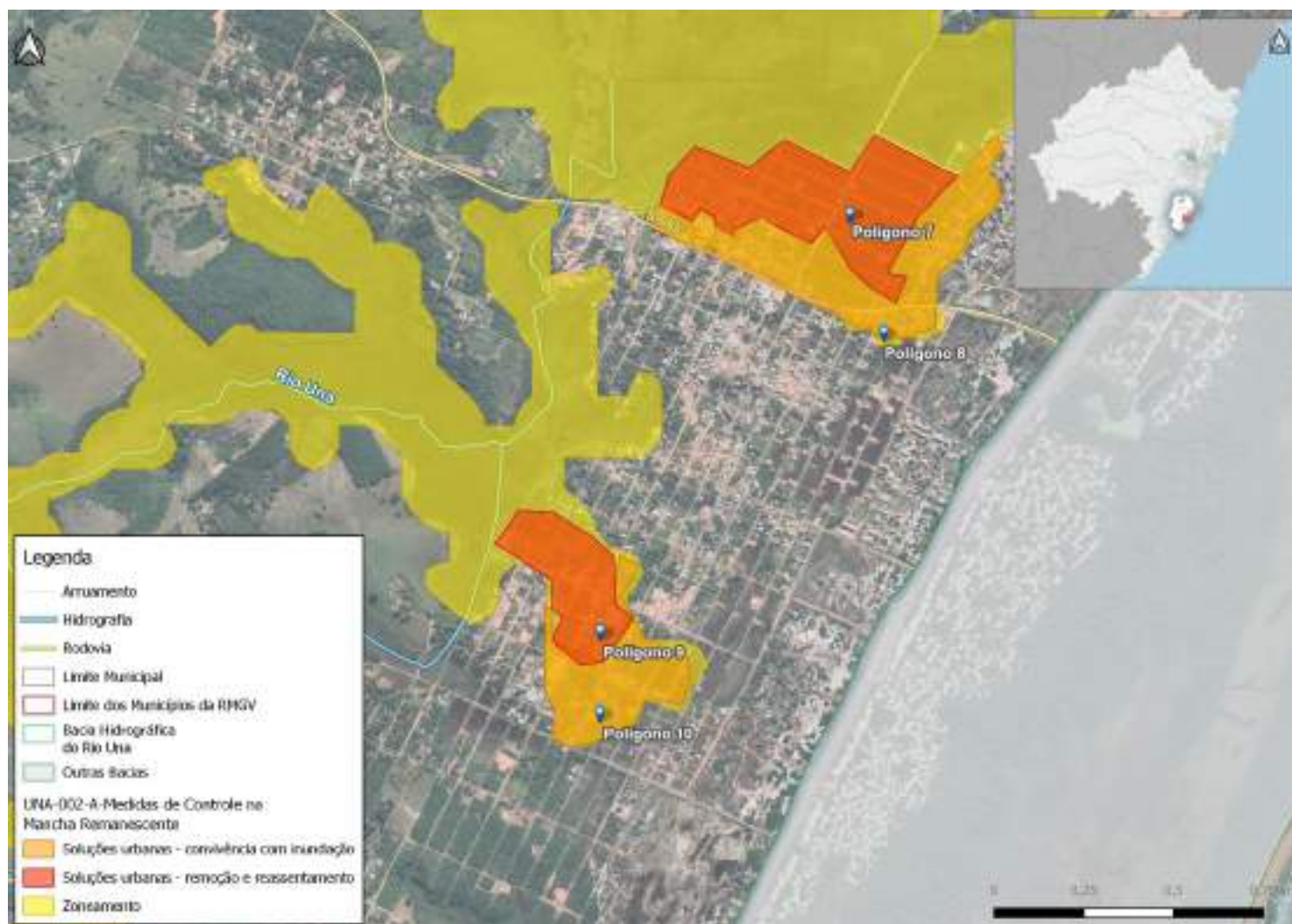


Figura 167 – Detalhe da intervenção UNA-002-A – ZOOM (2/2).

Bacia Hidrográfica do Rio Bubu

Conforme apresentado no relatório P4.2 – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica, verificou-se a que os eventos críticos de cheia de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 não impactam áreas urbanizadas ou infraestruturas relevantes para a região, sendo necessário portanto prever medidas de controle no uso e ocupação das áreas não ocupadas atualmente que possam vir a serem ocupadas.

A Figura 168 a seguir apresenta a mancha de inundação do evento de tempo de recorrência de 25 anos e uso e ocupação do solo de 2040 para o rio Bubu.

Na análise multicritério apresentada no capítulo 4 esta bacia hidrográfica foi dividida em 2 alternativas. A seguir, na apresentação das proposições, se destacam aquelas que compõem a alternativa selecionada.

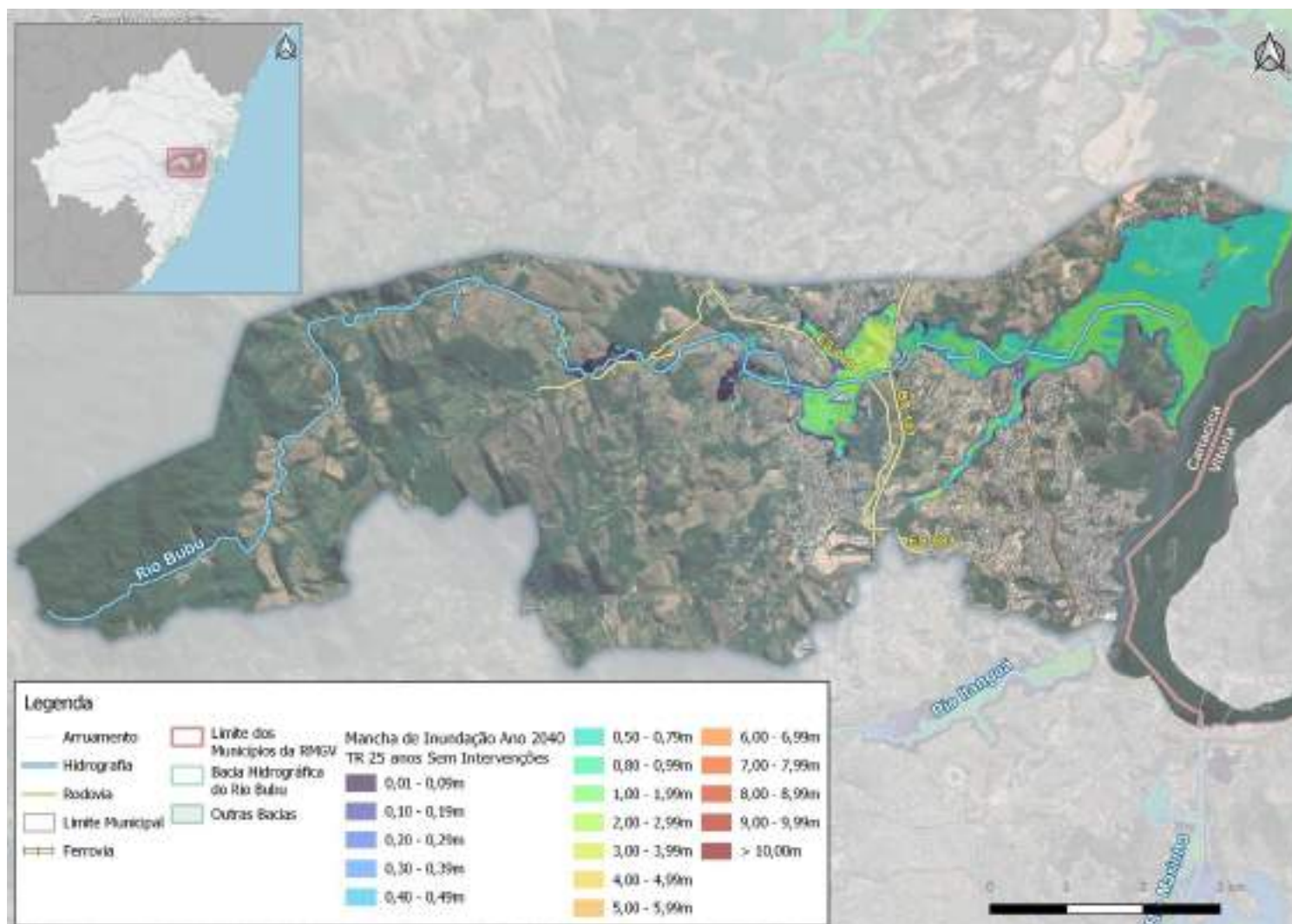


Figura 168 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para o Rio Bubu.

3.1.23 Rio Bubu

A Tabela 85 a seguir apresenta o resumo das alternativas para o rio Bubu.

Tabela 85 – Alternativas Rio Bubu

Alternativas	Código	Proposições
1	BUB-001-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano a montante da BR-101
	BUB-001-B	Implementação de estrutura de controle hidráulico
	BUB-001-C	Implementação de reservatório de amortecimento à montante do trecho urbano
	BUB-001-D	Medidas de controle na mancha remanescente
2	BUB-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir são descritas as alternativas do rio Bubu com as respectivas intervenções, sendo que a **alternativa 1** foi aquela selecionada pela análise multicritério.

Alternativa 1

- BUB-001-A - Aumento da condutividade da seção no trecho urbano a montante da BR-101

A função dessa medida é aumentar a capacidade hidráulica do rio Bubu, na região dos bairros Bubu, Santa Luzia, Morada do Porto e Campo Verde, do município de Cariacica. Essa intervenção tem o objetivo de evitar a inundação das áreas adjacentes ao corpo hídrico, as quais incluem vias públicas, áreas de povoamento e trecho da rodovia ES-080.

A intervenção proposta pelo PDAU se caracteriza pela limpeza e regularização de 1 km da calha do rio no trecho urbano de modo mais específico, entre a rua São Luís e a BR-101. Essa intervenção permite o aumento da capacidade hidráulica do rio ao facilitar o escoamento da água, prejudicado pelo assoreamento da calha e por irregularidades presentes na mesma. A intervenção proposta no trecho diminui sua rugosidade e, por conseguinte, o coeficiente de Manning associado ao trecho estudado. Após a intervenção, estima-se que o coeficiente de Manning do corpo hídrico no trecho citado passaria de 0,05 para 0,02, de acordo com a classificação de CHOW (1959).

Propõe-se a conformação da seção do canal, para o tipo Trapezoidal, com as seguintes dimensões:

H = 4,1 m de altura;

B = 16 m de largura na superfície;

b = 14 m de base.

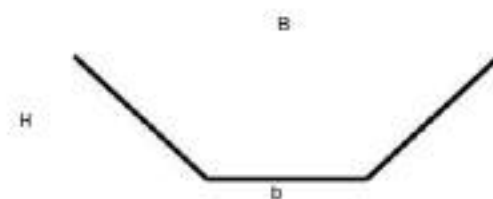


Figura 169 – Seção tipo da alternativa BUB-001-A.

A intervenção proposta está indicada na Figura 169, acima, e tem as coordenadas aproximadas (UTM24 SIRGAS 2000):

Início do trecho de intervenção: 353646.00 m E / 7756399.00 m S;

Término do trecho de intervenção: 354499.00 m E / 7756654.00 m S.

- BUB-001-B - Implantação de estrutura de controle hidráulico (próxima a BR-101)

A solução proposta tem o objetivo de promover o controle de vazão do corpo hídrico através de comportas, ou válvulas definidas em estudo posterior detalhado, permitindo o escoamento de montante para jusante e impedindo o remanso proveniente de maré ou outra situação. O sistema de comportas, ou equivalente, evita que durante eventos de elevação do nível do mar, haja comprometimento da capacidade hidráulica do rio por conta do remanso. Desse modo, é estabelecido um nível adicional de proteção contra inundação das regiões adjacentes ao rio Bubu, nos bairros à montante da estrutura de controle proposta. Prevê-se a implantação da estrutura na região das coordenadas 354499,00 m E; 7756654,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), próxima à BR-101.

- BUB-001-C - Implantação de reservatório de amortecimento em linha à montante do trecho urbano

Essa medida tem por finalidade reduzir os efeitos de cheia na região dos bairros Bubu, Santa Luzia, Morada do Porto e Campo Verde, do município de Cariacica. Prevê-se sua implantação à montante da área urbana do município, nas imediações das coordenadas 350796,00 m E; 7756790,00 m S (UTM24 SIRGAS 2000), ou no trecho à montante, respeitando as áreas designadas como unidades de conservação. As coordenadas informadas situam-se na região da intercessão entre a Estrada Wilson Manoel de Freitas e a Rua Vicente Santoro, em área com predominância de cobertura vegetal.

Salienta-se que a proposta considera um único reservatório a montante dos bairros citados. Entretanto, não se exclui a possibilidade alternativa de execução de múltiplos

reservatórios com menor volume, os quais poderiam ser usados, inclusive, para abastecimento público, beneficiando a população local e pequenos produtores.

- Volume Reservatório: 300.000 m³;

-Área: 120.211 m²;

-Profundidade média: 2,50 m;

-Cota: 34,0 m;

-Largura: 58,0 m.

As demais características do reservatório deverão ser caracterizadas em um projeto específico a partir de informações detalhadas de batimetria e topografia levantadas na região, bem como discretização e detalhamento da microdrenagem do entorno.

- BUB-001-D - Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)

Próxima a Avenida Visconde de Rio Branco, persiste uma mancha de inundação que demanda tanto soluções adaptativas quanto remoção e reassentamento da população. O critério de altura da lâmina d'água remanescente delimita os locais que serão objeto de cada tipo de solução.

Além disso, as medidas de controle recomendadas abrangem a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

A Tabela 86 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 86 – Resumo das proposições da intervenção BUB-001-D

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (8,6 hectares) • Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (22,9 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 170 a seguir, a localização das intervenções da alternativa 01 na bacia hidrográfica do rio Bubu. A Figura 171 por outro lado, materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e Tempo de Recorrência (TR) de 25 anos com e sem as intervenções propostas na alternativa 01. Por fim, a Figura 172 detalha a intervenção BUB-001-C.



Figura 170 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Bubú- ALTERNATIVA 01

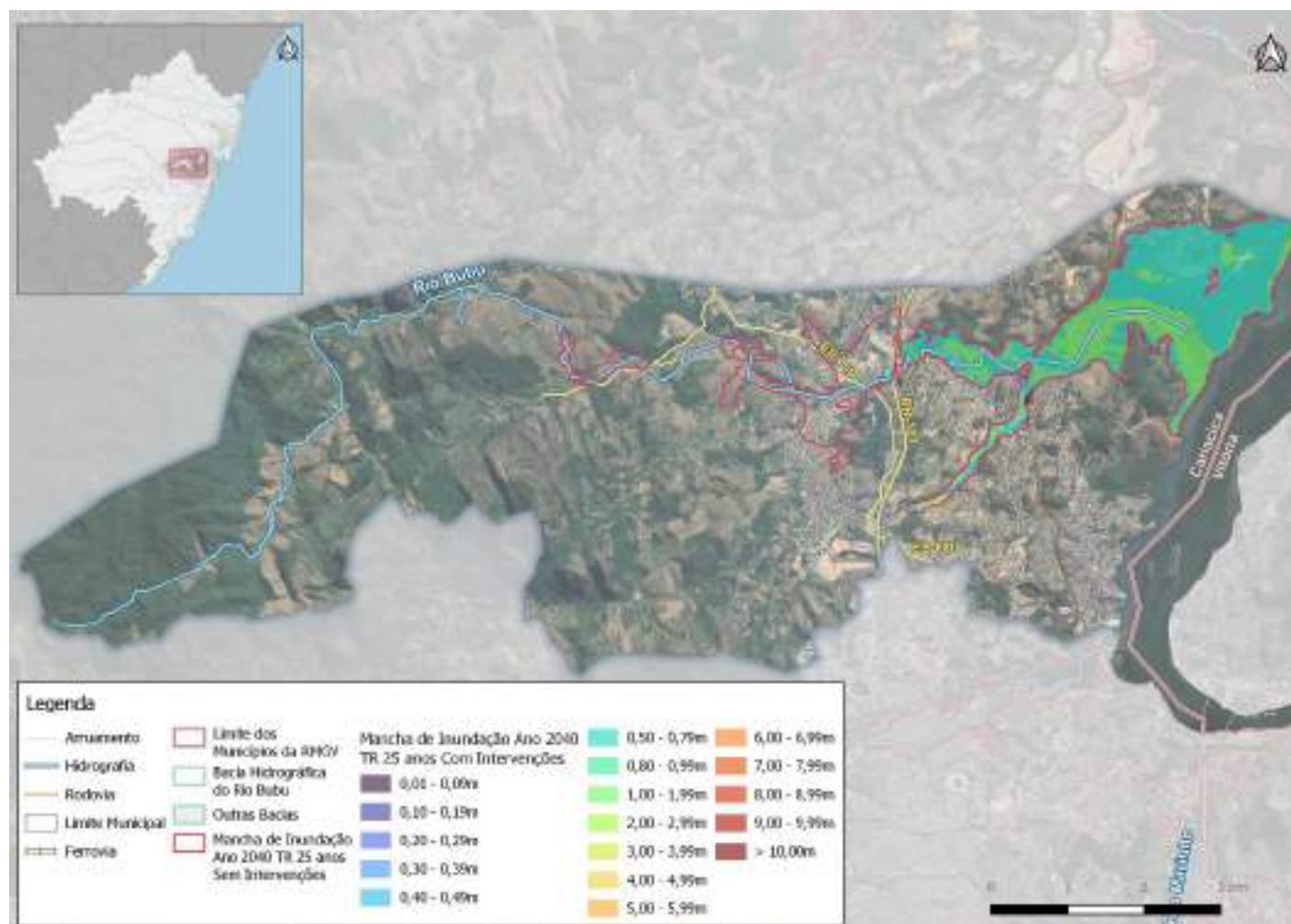


Figura 171 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a bacia hidrográfica do Bubu – ALTERNATIVA 01.

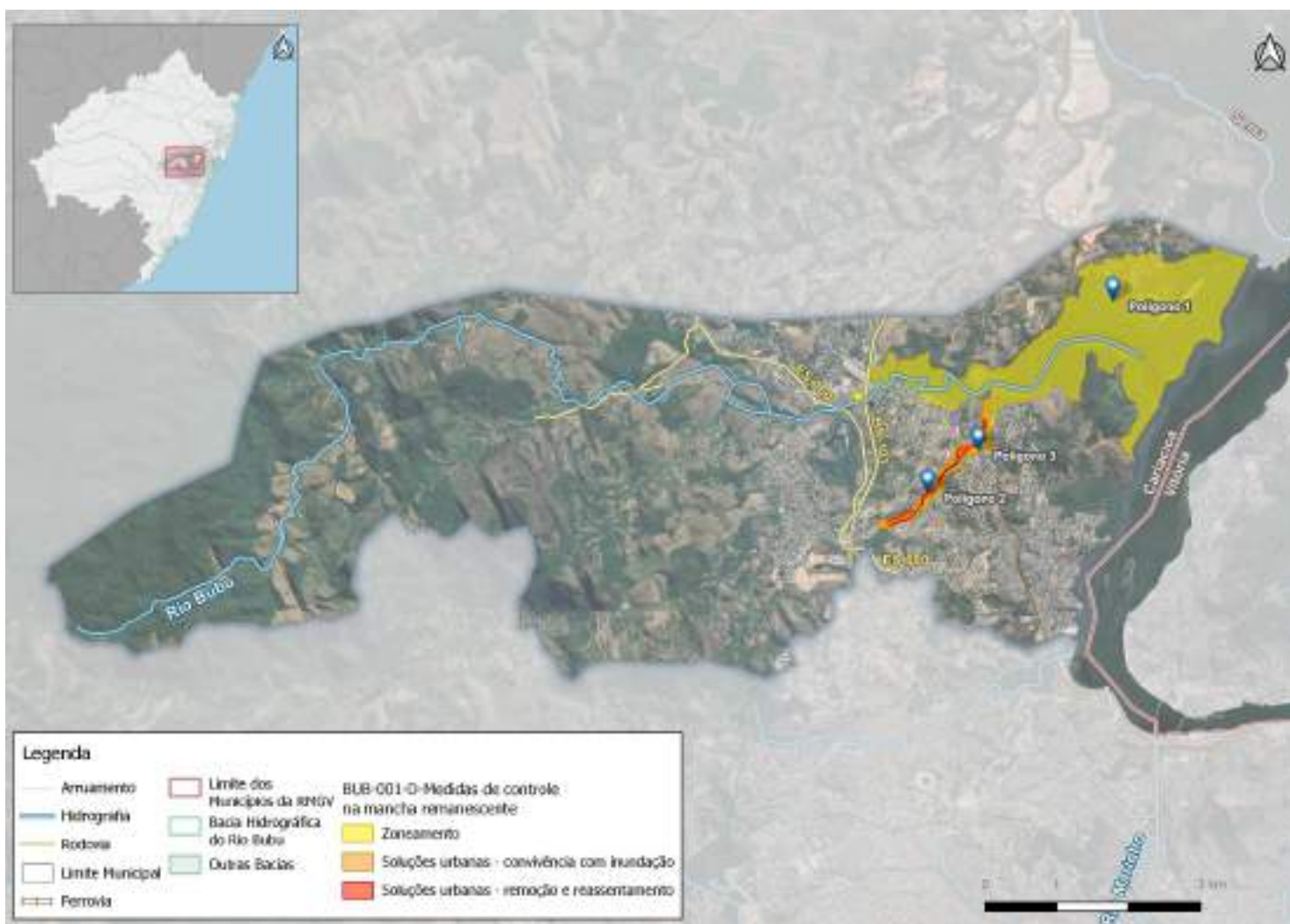


Figura 172 – Detalhamento da Intervenção BUB-001-D.



Figura 173 – Detalhamento da Intervenção BUB-001-D - Consolidação de Parque Alagável nas Áreas de Remoção.

Alternativa 2

- BUB-002-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)

A situação apresentada na alternativa 1 na região da Avenida Visconde de Rio Branco persiste, com a ocorrência de mancha de inundação que demanda tanto soluções adaptativas quanto remoção e reassentamento da população. O critério de altura da lâmina d'água remanescente delimita os locais que serão objeto de cada tipo de solução.

Porém, surgem dois novos locais que demandam esses dois tipo de intervenção. O primeiro é a região entre a Avenida Girassol e a Rodovia Governador José Henrique Sette. Mais ao sul, delimitada pela Rua Candido Fortunato e Rua Theólogo Barbosa, está a segunda região. Nesses dois casos nota-se uma quantidade elevada de edificações que demandam remoção e reassentamento, o que é condicionado pela ocorrência de situação de risco perante as inundações. Esse tipo de procedimento é detalhado no Produto 08 e deve seguir as diretrizes do Banco Mundial.

Além disso, as medidas de controle recomendadas abrangem a adoção de instrumentos urbanísticos específicos tais como: zoneamento de inundações; estímulo à adaptação e adequação de lotes e edificações existentes situadas em áreas de inundação; ampliação de áreas de permeabilidade e a implantação de medidas de reservação em unidades privadas; dentre outras, conforme propostas desenvolvidas por estudos de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que garantam uma melhor convivência entre as dinâmicas urbanas e os regimes hidrológicos.

Como também à adoção de medidas adaptativas tanto no âmbito dos espaços públicos (sistemas viários e infraestruturas de drenagem), como no âmbito privado com adequações das edificações para redução de escoamento e aumento de permeabilidade.

A Tabela 87 especifica as medidas de controle na mancha remanescente.

Tabela 87 – Resumo das proposições da intervenção BUB-002-A

Resumo das proposições
<ul style="list-style-type: none">• Polígono 1 – 2E Zoneamento• Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (8,6 hectares)• Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (22,9 hectares)• Polígono 4 - 1B Remoção e Reassentamento (310 domicílios) + Parque Alagável (17,7 hectares)• Polígono 5 - 1B Remoção e Reassentamento (350 domicílios) + Parque Alagável (18,7 hectares)• Polígono 6 – 2B Soluções Adaptativas (27,3 hectares)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 174, a intervenção BUB-002-A.

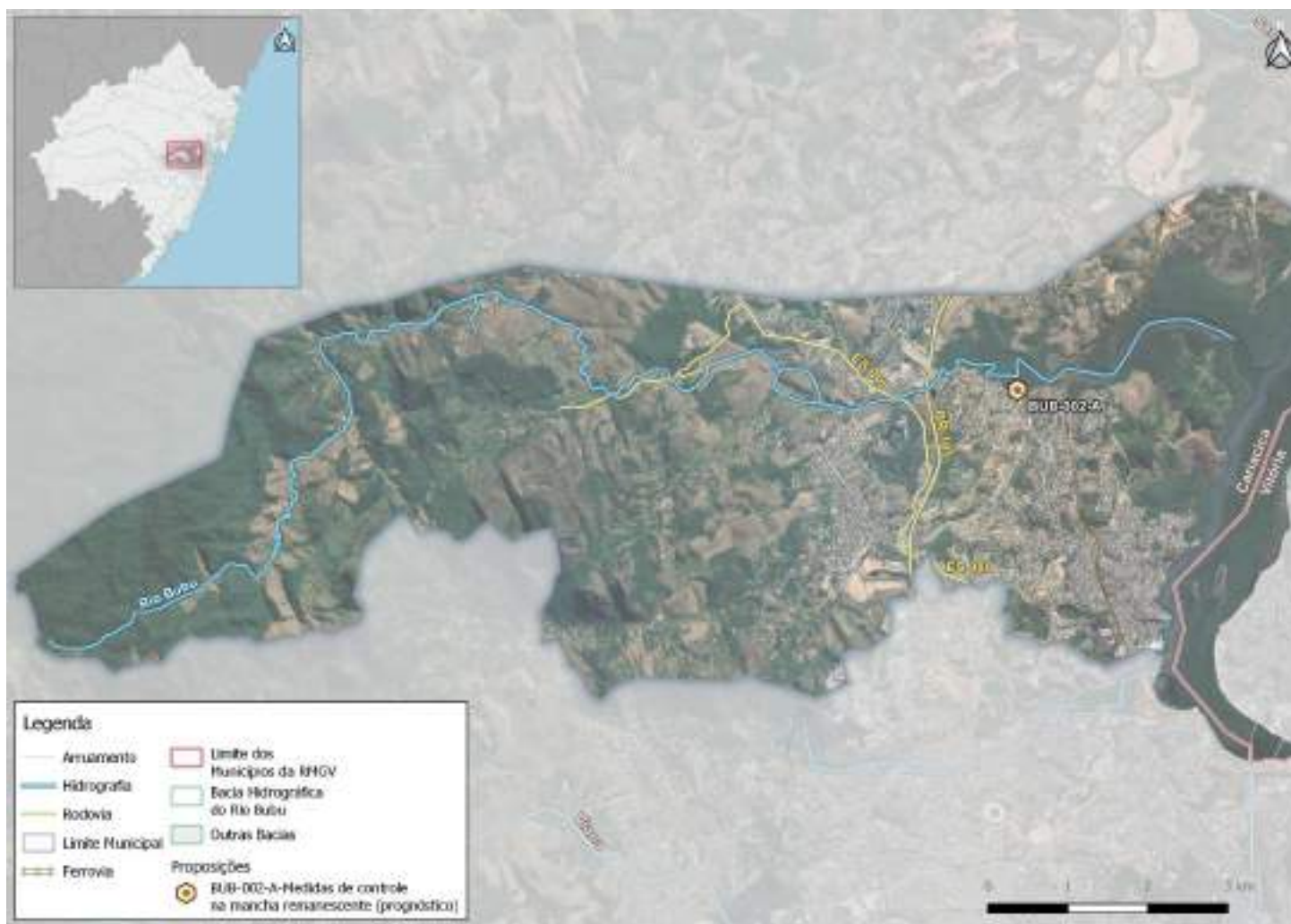


Figura 174 – Resumo das intervenções propostas para a bacia hidrográfica do Rio Bubú- ALTERNATIVA 02.

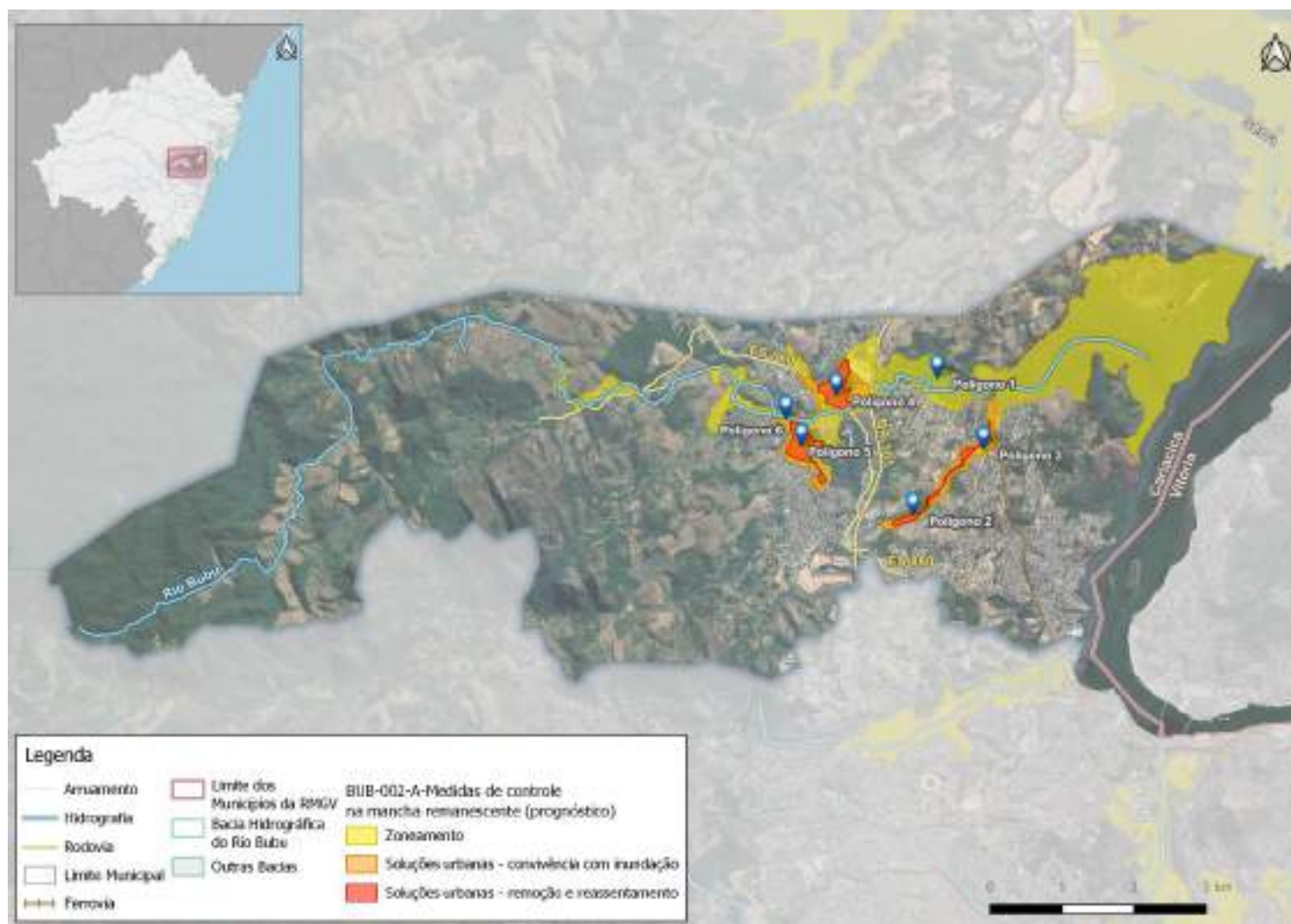


Figura 175 – Detalhamento da Intervenção BUB-002-A.

4 Análise Multicritério

O processo de análise multicritérios tem como finalidade a escolha da alternativa mais adequada entre as tantas apresentadas, para cada bacia hidrográfica. Trata-se de um processo participativo avalizado pelos órgãos de financiamento de obras públicas entre os quais o MDR e o Banco Mundial. Tem por princípio compartilhar a responsabilidade da definição das soluções com os interessados que acompanham o desenvolvimento do PDAU representados no Grupo de Sustentação (GS), instituído por iniciativa da CESAN logo no início do Plano. Portanto as alternativas que serão objeto do programa de ações (Produto 9) serão as selecionadas por meio da análise multicritério.

A análise multicritério aplicada na seleção das alternativas do PDAU contém as seguintes etapas:

1. Definição das alternativas (item 0)
2. Definição dos critérios, subcritérios e escalas de pontuação (item 0)
3. Atribuição dos pesos dos critérios e subcritérios (item 0)
4. Pontuação dos parâmetros de cada subcritério para cada alternativa (item 0)
5. Verificação do resultado da análise multicritério com definição da alternativa selecionada para cada bacia (item 0)

Nos itens a seguir essas etapas são devidamente explicadas e os resultados são apresentados.

Definição das Alternativas

A análise multicritérios espelha diretamente a forma como as proposições foram modeladas. Ou seja, adota a divisão territorial utilizada pela modelagem numérica hidrológica/hidrodinâmica (a bacia hidrográfica). Portanto, os corpos hídricos pertencentes a uma mesma bacia foram considerados em conjunto. Como apresentado no capítulo 3., o PDAU trabalha com 14 bacias hidrográficas

Dentro de cada bacia hidrográfica há pelo menos um corpo hídrico estudado (segundo critério estabelecido logo no início dos trabalhos com o GS). Para cada corpo hídrico da bacia, quando as manchas de inundação do Prognóstico atingem áreas urbanizadas, foram propostas medidas estruturais. O conjunto dessas medidas estruturais de cada corpo hídrico da mesma bacia foi modelado de forma integrada o que possibilitou verificar as interações entre os corpos hídricos e as medidas propostas. Cada eventual mancha remanescente é uma alternativa a ser avaliada pela análise multicritérios. Numa mesma bacia, podem ter sido simuladas variações de medidas estruturais que resultam em manchas remanescentes diferentes e, portanto, são alternativas distintas. Essas alternativas são comparadas por meio da

análise multicritérios. Além disso, o cenário base adotado para comparação e referência é a mancha do prognóstico apresentada no P4.2, que considera as chamadas “obras irreversíveis”. Ressalta-se que em alguns casos além do Prognóstico elaborado no Produto 4.2, se fez necessário a elaboração de uma atualização, denominada Prognóstico 2, elaborada nessa etapa de trabalho – relatório 6.2.

Ou seja, a análise multicritério compara cenários de manchas de inundação. Portanto, na aplicação dos seus critérios e subcritérios são considerados os efeitos das manchas de cada alternativa e também o conjunto de medidas estruturais e não estruturais que geraram aquele resultado.

Por princípio, para qualquer plano ou projeto, é sempre possível avaliar mais de uma alternativa para cada corpo hídrico. As reuniões que realizadas com o GS e com os municípios demonstraram que existem abordagens diversas que devem ser respeitadas e consideradas. O trabalho realizado anteriormente no PDAU englobou estudos, pesquisas, levantamentos e discussões que possibilitaram a formulação de alternativas de medidas estruturais e não estruturais. Estas alternativas foram validadas ao longo de meses de trabalho, então, em seguida, foram inseridas no modelo hidráulico-hidrológico para a verificação das manchas de inundação remanescentes.

Portanto, de modo geral, salvo exceções, na etapa 1 da análise multicritério foram formuladas pelo menos duas alternativas para cada corpo hídrico. Essas alternativas são compostas tanto de medidas estruturais quanto medidas não estruturais, ou seja, as intervenções específicas da alternativa. As intervenções analisadas para cada corpo hídrico são apresentadas no capítulo 3.

A Tabela 88 apresenta as alternativas consideradas para a análise multicritério.

Tabela 88 – Alternativas das Bacias Hidrográficas consideradas na Análise Multicritério

Alternativas Bacias Hidrográficas				
BH	Alternativa BH	ID	Corpo Hídrico - Alternativa	Proposições Compiladas
1 - BH Preto	BH-Preto-1	1	Rio Preto – PRE-001	PRE-001-A, PRE-001-B e PRE-001-C
	BH-Preto-2	2	Rio Preto – PRE-002	PRE-001-A
2 - BH Reis Magos	BH-Reis-Magos-1	3	Rio Fundão - FUN-001	FUN-001-A, FUN-001-B, FUN-001-C
			Rio Sauanha - SAU-001	REI-001-A
			Rio Reis Magos - REI-001	SAU-001-A
	BH-Reis-Magos-2	4	Rio Fundão - FUN-002	FUN-002-A, FUN-002-B e FUN-002-C
			Rio Sauanha - SAU-001	REI-001-A
			Rio Reis Magos - REI-001	SAU-001-A
	BH-Reis-Magos-3	5	Rio Fundão - FUN-003	FUN-003-A, FUN-003-B, FUN-003-C e FUN-003-D

Alternativas Bacias Hidrográficas				
BH	Alternativa BH	ID	Corpo Hídrico - Alternativa	Proposições Compiladas
			Rio Sauanha - SAU-001	REI-001-A
			Rio Reis Magos - REI-001	SAU-001-A
3 - BH Joãozinho	BH-Joaozinho-1	6	Rio Joãozinho - JOA-001	JOA-001-A, JOA-001-B e JOA-001-C
	BH-Joaozinho-2	7	Rio Joãozinho - JOA-002	JOA-002-A
4 - BH Juara Jacuném	BH-Juara-Jacunem-1	8	Lagoa Juara - JUA-001	JUA-001-A, JUA-001-B e JUA-001-C
			Lagoa Jacuném - JAC-001	JAC-001-A
			Córrego Robson - ROB-001	ROB-001-A e ROB-001-B
	BH-Juara-Jacunem-2	9	Lagoa Juara - JUA-002	JUA-002-A
			Lagoa Jacuném - JAC-001	JAC-001-A
			Córrego Robson - ROB-002	ROB-002-A
5 - BH Manguinhos - Maringá	BH-Mang-Maringa-1	10	Córrego Manguinhos - MAN-001	MAN-001-A, MAN-001-B e MAN-001-C
			Córrego Maringá - MAR-001	MAR-001-A
	BH-Mang-Maringa-2	11	Córrego Manguinhos - MAN-002	MAN-002-A
			Córrego Maringá - MAR-001	MAR-001-A
6 - BH Jucu Marinho	SUB1-001	12	Medidas de controle Sub1 - Alt 1	SUB1-001-A
	SUB1-002	13	Rio da Draga - DRA-002	DRA-002-A e DRA-002-B
			Medidas de controle Sub1 - Alt 2	SUB1-002-A
	SUB2-001	14	Córrego Bigoissi - BIG-001	BIG-001-A e BIG-001-B
			Canal da Costa - COS-001	COS-001-A
			Medidas de controle Sub2 - Alt 1	SUB2-001-A
	SUB2-002	15	Córrego Bigoissi - BIG-002	BIG-002-A, BIG-002-B e BIG-002-C
			Canal da Costa - COS-002	COS-002-A, COS-002-B e COS-002-C
			Medidas de controle Sub2 - Alt 2	SUB2-002-A
	SUB3-001	16	Rio Marinho - MARIN-001	MARIN-001-A e MARIN-001-B
			Rio Aribiri - ARI-001	ARI-001-A, ARI-001-B, ARI-001-C e ARI-001-D
			Canal Cobilândia - COB-001	COB-001-A
			Canal Guaranhuns - GUA-001	GUA-001-A e GUA-001-B
			Canal do Dique - DIQ-001	DIQ-001-A, DIQ-001-B, DIQ-001-C, DIQ-001-D, DIQ-001-E e DIQ-001-F
			Medidas de controle Sub3 - Alt 1	SUB3-001-A
	SUB3-002	17	Rio Marinho - MARIN-002	MARIN-002-A, MARIN-002-B e MARIN-002-C
			Canal Cobilândia - COB-002	COB-002-A e COB-002-B

Alternativas Bacias Hidrográficas				
BH	Alternativa BH	ID	Corpo Hídrico - Alternativa	Proposições Compiladas
			Medidas de controle Sub3 - Alt 2	SUB3-002-A
	SUB4-001	18	Rio Formate - FOR-001	FOR-001-A e FOR-001-B
			Medidas de controle Sub4 - Alt 1	SUB4-001-A
	SUB5-001	19	Córrego Ribeira - RIB-001	RIB-001-A, RIB-001-B e RIB-001-C
			Ribeirão Santo Agostinho - AGO-001	AGO-001-A e AGO-001-B
			Medidas de controle Sub5 - Alt 1	SUB5-001-A
7 - BH Rio Perocão	BH-Perocao-1	20	Rio Perocão - PER-001	PER-001-A, PER-001-B, PER-001-C e PER-001-D
	BH-Perocao-2	21	Rio Perocão - PER-002	PER-002-A
8 - BH Rio Jabuti	BH-Jabuti-1	22	Rio Jabuti - JAB-001	JAB-001-A e JAB-001-B
	BH-Jabuti-2	23	Rio Jabuti - JAB-003	JAB-002-A
9 - BH Rio Meaípe	BH-Meaípe-1	24	Rio Meaípe - MEA-001	MEA-001-A
10 - BH Santa Maria da Vitória	-	25	-	-
11 - BH Itanguá	BH-Itangua-1	26	Rio Itanguá - ITA-001	ITA-001-A, ITA-001-B, ITA-001-C e ITA-001-D
	BH-Itangua-2	27	Rio Itanguá - ITA-002	ITA-002-A
12 - BH Ilha da Vitória	BH-Ilha-Vitoria-1	28	Bacia Portinaria - POR-001	POR-001
			Bacia Bento Ferreira - BEN-001	BEN-001-A, BEN-001-B e BEN-001-C
			Cr. Fradinhos - FRA-001	FRA-001-A, FRA-001-B, FRA-001-C, FRA-001-D, FRA-001-E, FRA-001-F, FRA-001-G e FRA-001-H
	BH-Ilha-Vitoria-3	29	Bacia Portinaria - POR-003	POR-003-A
			Bacia Bento Ferreira - BEN-003	BEN-003-A
			Cr. Fradinhos - FRA-003	FRA-003-A
13 - BH Rio Una	BH-Una-1	30	Rio Una - UNA-001	UNA-001-A, UNA-001-B e UNA-001-C
	BH-Una-2	31	Rio Una - UNA-002	UNA-002-A
14 - Rio Bubu	BH-Bubu-1	32	Rio Bubu - BUB-001	BUB-001-A, BUB-001-B, BUB-001-C e BUB-001-D
	BH-Bubu-2	33	Rio Bubu - BUB-002	BUB-002-A

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

As bacias listadas a seguir exigiram ajustes:

- 6 BH Jucu – a mancha do prognóstico, elaborada no Produto 4.2, foi atualizada,

sendo incluídas informações sobre obras da SEDURB, portanto, a mancha do prognóstico é diferente das demais bacias. Além disso, devido à sua extensão, a bacia está dividida em cinco sub-bacias para a aplicação da análise multicritério. Para as sub-bacias 4 – Formate e 5 – Formate não será aplicada a análise multicritério pois há apenas uma alternativa.

- 9 BH Meaípe – apenas uma alternativa, portanto sem aplicação da análise multicritério
- 10 BH Santa Maria da Vitória – como justificado no item 0, o PDAU apontou possíveis proposições, que exigem maior detalhamento. Sendo assim, essas não foram simuladas e consequentemente não há manchas remanescentes, não sendo aplicável à análise multicritério.

Definição dos Critérios, Subcritérios e Escalas de Pontuação

Na etapa 2, foram definidos os aspectos relevantes que impactam na tomada de decisão sobre as alternativas mais adequadas para a redução do impacto das inundações. A formulação dos critérios e subcritérios incorporou a experiência dos participantes do GS e dos especialistas do Consórcio, se referenciando também em outros instrumentos de planejamento e em referências técnicas.

Com isso foram estabelecidos cinco critérios: 1. Eficiência Alternativa, 2. Socioterritorial, 3. Ambiental, 4. Técnico-econômico e 5. Repercussão Política. Consistem em categorias de análise que englobam subcritérios específicos que mantêm entre si uma proximidade de conteúdo e que permitem uma análise mais específica de determinados elementos. A Tabela 89 a seguir apresenta os critérios e subcritérios adotados.

Tabela 89 – Descrição dos subcritérios adotados para a análise multicritério

Critério	Subcritério
1. Eficiência da Alternativa	1.1. Redução percentual da extensão da mancha de inundação em áreas urbanas
	1.2. Redução percentual da altura média da mancha remanescente em áreas urbanas
	1.3. Resiliência
	1.4. Prejuízos materiais
2. Socioterritorial	2.1. Remoção e reassentamento de população
	2.2 Impacto da mancha remanescente sobre a mobilidade urbana
	2.3. Alinhamento com instrumentos urbanos
	2.4. Valorização da área
	2.5. Sensação de segurança da população
	2.6. Presença de equipamentos públicos e comunitários
3. Ambiental	3.1. Magnitude dos impactos ambientais negativos
	3.2. Recuperação ambiental das águas e da paisagem
	4.1. Custo de implantação (CAPEX)

Critério	Subcritério
4. Técnico econômico	4.2. Custo de manutenção e operação (OPEX)
	4.3. Implantação por etapas
	4.4. Tempo de implantação
5. Repercussão Política	5.1. Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos
	5.2. Nível de Consenso

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Nos subitens abaixo se apresenta cada um dos subcritérios, sendo detalhados quatro aspectos:

- Justificativa – explicação da relevância do subcritério;
- Tipo de análise – análise objetiva ou subjetiva;
- Responsável – equipe com a atribuição de estabelecer os pontos para esses subcritérios. Para os casos de subcritérios subjetivos, o GS foi consultado.
- Método de cálculo – definição da fórmula / padrão para pontuação do subcritério.

4.1.1 Critério 1 – Eficiência da Alternativa

Este critério objetiva analisar a capacidade das intervenções mitigarem os efeitos negativos da mancha de inundação.

Subcritério 1.1. – Redução Percentual da Extensão da Mancha de Inundação em Áreas Urbanas

Justificativa: O PDAU, assim como todo projeto de drenagem, trabalha com “riscos de inundação”. No caso, o risco mensurado nesta análise equivale às chuvas e marés de 25 anos de recorrência para o cenário de 2040. A redução percentual compara essa linha de base com a extensão da mancha remanescente após implantação das proposições da alternativa em questão.

O subcritério concentra a análise nas áreas urbanas e não engloba a variação de extensão da mancha nas áreas rurais. Assim, a análise multicritério visa selecionar a alternativa com maior redução percentual de mancha remanescente em área urbana.

Tipo de análise: Objetiva

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Comparação com ferramentas de geoprocessamento da redução da mancha de inundação em áreas urbanas. A linha de base é a mancha remanescente para chuva e maré de 25 anos para o ano de 2040. A escala de classificação considera o percentual de redução da mancha de inundação em relação a linha de base. A base cartográfica adotada para delimitar a mancha urbana considera o cenário de 2040. A escala de pontuação define 5 pontos para 100% de

redução, e a pontuação das alternativas é proporcional a redução, conforme a equação (I) a seguir:

Tabela 90 – Escala de pontuação – Subcritério 1.1.

Escala de classificação	Escala de pontuação
100% de redução	5 pontos
Percentual de redução	$(I) = \frac{4 * \text{Percentual de redução}}{100} + 1$

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 1.2. – Redução Percentual da Altura Média da Mancha de Inundação Remanescente em Áreas Urbanas

Justificativa: Complementarmente ao subcritério 1.1., as manchas de inundação também podem ser qualificadas a partir da altura da lâmina d'água. É um fator que demonstra o maior ou menor impacto da mancha sobre uma determinada região, que pode resultar em inconvenientes de grau variados, gerando soluções que variam da mudança de zoneamento, a instalação de soluções adaptativas ou em casos mais graves a necessidade de remoção e reassentamento. Portanto, a análise multicritério visa selecionar a alternativa que resulta numa maior redução da altura da mancha de inundação.

Tipo de análise: Objetiva

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Comparação com ferramentas de geoprocessamento da redução da mancha de inundação em áreas urbanas. A linha de base é a mancha remanescente para chuva e maré de 25 anos para o ano de 2040. A escala de classificação considera o percentual de redução da altura da mancha de inundação em relação a linha de base. A base cartográfica adotada para delimitar a mancha urbana considera o cenário de 2040. A escala de pontuação define 5 pontos para 100% de redução, e a pontuação das alternativas é proporcional a redução, conforme a equação (II) a seguir:

Tabela 91 – Escala de pontuação – Subcritério 1.2.

Escala de classificação	Escala de pontuação
100% de redução	5 pontos
Percentual de redução	$(II) = \frac{4 * \text{Percentual de redução}}{100} + 1$

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 1.3. – Resiliência

Justificativa: A resiliência pode ser entendida como a capacidade da vida voltar ao normal após uma inundação. Por exemplo: se uma inundação interromper o transporte público e ele voltar a operar rapidamente, a resiliência do transporte para aquele evento é alta. Se a chuva destruir uma via importante e sua recuperação demorar dias, a resiliência é baixa. A análise multicritério busca selecionar a alternativa mais resiliente.

Tipo de análise: Subjetiva

Responsável: Grupo de Sustentação

Método de cálculo: Por envolver uma percepção subjetiva da capacidade do sistema durante/após um evento de inundação, não é possível estabelecer uma equação matemática para este subcritério. A definição da classificação e respectiva pontuação será conduzida a partir das experiências dos representantes do grupo de sustentação considerando a seguinte escala:

Tabela 92 – Escala de pontuação – Subcritério 1.3.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Alta resiliência	5 pontos
Média resiliência	3 pontos
Baixa resiliência	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 1.4. – Prejuízos materiais

Justificativa: A redução dos prejuízos e ônus materiais visa estimar os benefícios gerados pelas alternativas propostas à população e à administração pública. A análise multicritério busca selecionar a alternativa que gere a maior redução dos prejuízos materiais.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Considerando a mitigação da mancha de inundação em áreas com ocupação humana resultante das alternativas propostas, calcula-se o percentual de redução em relação à linha de base. A redução dos prejuízos à população e à administração pública é estimada comparando-se o valor base (em R\$/km²) com o valor referente à mancha de inundação proveniente da modelagem das alternativas propostas. A escala de classificação toma como base a comparação da redução entre as alternativas. A alternativa com maior redução recebe 5 pontos e as demais recebem pontos proporcionais conforme indica a equação (III) abaixo.

Tabela 93 – Escala de pontuação – Subcritério 1.4.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Percentual da alternativa com a maior redução de prejuízos materiais	5 pontos
Percentual da(s) outra(s) alternativa(s)	$(III) = \frac{4 * \text{Percentual da(s) outra(s) alternativa(s)}o}{\text{Percentual da alternativa com maior redução}} + 1$

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.**4.1.2 Critério 2 - Socioterritorial**

Este critério objetiva verificar a aderência das intervenções aos elementos sociais e territoriais.

Subcritério 2.1. – Remoção e reassentamento de população

Justificativa: Este subcritério verifica a necessidade de remoção e reassentamento da população devido as intervenções (ou ausência de intervenções hidráulicas). A análise multicritério busca selecionar a alternativa que minimize a necessidade de remoção / reassentamento e/ou desapropriação.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Na formulação das alternativas, são indicadas as áreas com necessidade de remoção e reassentamento e/ou desapropriação de população. Para esses locais, a quantidade de domicílios afetados por essa intervenção é estimada através da metodologia apresenta no item 0.

Tabela 94 – Escala de pontuação – Subcritério 2.1.

Escala de classificação	Escala de pontuação
0 domicílios	5 pontos
0 – 50 domicílios	4 pontos
51 – 100 domicílios	3 pontos
101 – 200 domicílios	2 pontos
+ 200 domicílios	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.**Subcritério 2.2. – Impacto da mancha remanescente sobre a mobilidade urbana**

Justificativa: A mobilidade urbana é afetada pelas inundações numa perspectiva

abrangente. As diferentes vias têm sua classificação viária e uma inundação pode afetar vias de maior ou menor importância, ou então a inundação também pode impactar múltiplas vias de classificações variadas. Determinados locais afetados podem ser mais vulneráveis por apresentarem equipamentos públicos, como um hospital ou uma escola. Este subcritério visa selecionar a alternativa cuja mancha remanescente produza o menor impacto na mobilidade urbana.

Tipo de análise: Subjetivo

Responsável: Grupo de Sustentação

Método de cálculo: Por envolver um conjunto de fatores de difícil mensuração, não é possível estabelecer uma equação matemática para este subcritério. A definição da classificação e respectiva pontuação será conduzida a partir das experiências dos representantes do grupo de sustentação considerando a seguinte escala:

Tabela 95 – Escala de pontuação – Subcritério 2.2.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Baixo impacto sobre a mobilidade urbana	5 pontos
Médio impacto sobre a mobilidade urbana	3 pontos
Alto impacto sobre a mobilidade urbana	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 2.3. – Alinhamento com instrumentos urbanos

Justificativa: Dentro da RMGV e de cada município, existem diversos instrumentos urbanos que condicionam a dinâmica territorial, como o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da RMGV, o Plano Diretor Municipal e a Lei de Uso e Ocupação do Solo. A análise multicritério visa selecionar a alternativa alinhada com esses instrumentos de planejamento.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: as proposições de cada alternativas serão comparadas com as delimitações impostas pelos instrumentos de planejamento, especialmente o Plano Diretor Municipal, sendo cada alternativa pontuada com a seguinte escala:

Tabela 96 – Escala de pontuação – Subcritério 2.3.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Alinhamento total	5 pontos
Alinhamento parcial	3 pontos
Não alinhamento.	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 2.4. – Valorização da área

Justificativa: A redução da mancha de eliminação que afeta áreas urbanizadas valoriza as áreas previamente afetadas. Essa valorização não depende apenas dessa redução, pois envolve aspectos urbanísticos, por exemplo, o tipo de ocupação da área e sua localização. A análise multicritério visa selecionar a alternativa que resulte na maior valorização da área previamente afetada pelas inundações. O aspecto ambiental e da paisagem da valorização está abarcado no subcritério 3.2. Recuperação ambiental das águas e da paisagem.

Tipo de análise: Subjetivo

Responsável: Grupo de Sustentação

Método de cálculo: Devido à dificuldade em se mensurar a valorização da área, não é possível estabelecer um método objetivo para este subcritério. A definição da classificação e respectiva pontuação será conduzida a partir das experiências dos representantes do grupo de sustentação considerando a seguinte escala:

Tabela 97 – Escala de pontuação – Subcritério 2.4.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Alta valorização	5 pontos
Média valorização	3 pontos
Baixa valorização	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 2.5. – Sensação de Segurança da População

Justificativa: O risco de ocorrência de eventos de inundação altera a dinâmica de vida da população afetada. A capacidade das intervenções aumentarem a sensação de segurança é um fator de difícil tangibilidade, mas que deve ser analisado, considerando o benefício disto para o aumento da qualidade de vida da população. Portanto, a análise multicritério visa selecionar a alternativa cuja mancha remanescente de inundação gere a maior sensação de segurança para a população afetada.

Tipo de análise: Subjetivo

Responsável: Grupo de Sustentação

Método de cálculo: Devido à dificuldade em se mensurar a sensação de segurança da população, não é possível estabelecer uma equação matemática para este subcritério. A definição da classificação e respectiva pontuação será conduzida a partir das experiências dos representantes do grupo de sustentação considerando a seguinte escala:

Tabela 98 – Escala de pontuação – Subcritério 2.5.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Alta sensação de segurança	5 pontos
Média sensação de segurança	3 pontos
Baixa sensação de segurança	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 2.6. – Presença de equipamentos públicos e comunitários (capital social)

Justificativa: A presença e atuação de presença de equipamentos públicos e comunitários (capital social), abrange o critério de organização comunitária que parte de um princípio subjetivo para alcançar dados objetivos e que podem viabilizar a sustentabilidade da intervenção. São considerados equipamentos públicos e comunitários: escolas, hospitais, ONGs entre outros equipamentos que desempenhem atividades comunitárias e/ou de assistência.

Tipo de análise: Objetiva

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Número de equipamentos públicos e comunitários no local de estudo que sejam afetados pela mancha de inundação remanescente, conforme escala a seguir:

Tabela 99 – Escala de pontuação – Subcritério 2.6.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Um ou abaixo de um equipamento público e comunitário	5 pontos
Dois equipamentos públicos e comunitários	4 pontos
Três equipamentos públicos e comunitários	3 pontos
Quatro equipamentos públicos e comunitários	2 pontos
Cinco equipamentos públicos e comunitários	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

4.1.3 Critério 3 – Ambiental

Este critério objetiva verificar a compatibilidade das intervenções com o meio ambiente.

Subcritério 3.1. – Magnitude dos Impactos Ambientais Negativos

Justificativa: Este subcritério visa analisar a magnitude dos impactos ambientais negativos das intervenções propostas para a alternativa.

Tipo de análise: Objetiva

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: a Instrução Normativa nº 15/2020 do IEMA estabelece o enquadramento das atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente com obrigatoriedade de licenciamento ambiental. O enquadramento considera três critérios: porte (pequeno, médio ou grande), potencial poluidor e/ou degradador (PPD) (baixo, médio ou alto) e tipo de atividade (industrial ou não industrial).

A determinação das classes (I, II, III e IV) é realizada a partir da matriz de enquadramento apresentada no Anexo I da Instrução Normativa:

MATRIZ DE ENQUADRAMENTO				
		POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR (PPD)		
		Baixo	Médio	Alto
PORTE	Pequeno	I	I	II
	Médio	I	II	III
	Grande	II	III	IV

Figura 176 – Anexo I da Instrução Normativa nº 15/2020

Fonte: IEMA (2020).

Para a determinação do porte e potencial poluidor/ degradador (PPD) de cada intervenção, o Anexo II fornece uma listagem de atividades divididas em 29 tipologias. As diversas intervenções de uma mesma alternativa são consideradas nesta análise, prevalecendo aquela com enquadramento numa classe maior.

A partir dessa classificação se define a seguinte escala de pontuação:

Tabela 100 – Escala de pontuação – Subcritério 3.1.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Classe I (PPD Baixo x Porte Pequeno)	5 pontos
Classe I (Excluindo PPD Baixo x Porte Pequeno)	4 pontos
Classe II	3 pontos
Classe III	2 pontos
Classe IV ou Apenas Medidas de Controle	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 3.2. – Recuperação ambiental das águas e da paisagem

Justificativa: Historicamente as soluções para a problemática das águas urbanas priorizaram medidas de aceleração e afastamento do escoamento, compondo um

arcabouço higienista, que se mostrou insuficiente para resolver esses desafios. As diretrizes atuais apontam a necessidade do desenvolvimento de soluções integradas, que contribuam também para a conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida. Nesse sentido, a análise multicritério busca selecionar alternativas alinhadas com estes preceitos de desenvolvimento sustentável. O aspecto urbanístico da recuperação está abarcado no subcritério 2.4. Valorização da área.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: as alternativas serão analisadas mediante a contribuição para a recuperação ambiental das águas e da paisagem. Isto será avaliado a partir dos tipos de intervenções propostos na alternativa. A escala de pontuação considera o nível de alinhamento das proposições com as diretrizes que norteiam a formulação de Soluções baseadas na Natureza (SbNs).

Tabela 101 – Escala de pontuação – Subcritério 3.2.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Favorecimento à recuperação das águas e da paisagem (medidas compensatórias e SbNs)	5 pontos
Favorecimento parcial à recuperação das águas e da paisagem (conjunto proposições das outras duas classes)	3 pontos
Favorecimento ínfimo ou não favorecimento à recuperação das águas e da paisagem (medidas estruturais convencionais)	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

4.1.4 Critério 4 – Técnico-econômico

Este critério objetiva contabilizar a influência dos custos das intervenções.

Subcritério 4.1. – Custo de implantação (CAPEX)

Justificativa: Este subcritério tem como objetivo subsidiar a tomada de decisão acerca da alocação dos recursos financeiros disponíveis para o plano, de acordo com a escala de classificação apresentada a seguir. Os custos considerados como de implantação do projeto são referentes às medidas estruturais, isto é, os custos de contratação de projetos, obras e/ou estudos previstos, e não estruturais, como remoção ou reassentamento de população. Os custos não considerados como de implantação do projeto são aqueles que se referem a questões de zoneamento, convivência com inundação e reurbanização. A análise visa selecionar a alternativa com menor CAPEX.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: No ciclo de vida de um projeto, desde os estudos iniciais até o *start-up* e dentro do contexto do desenvolvimento da engenharia, a etapa de Engenharia Baseada em Índices ou Ordem de Magnitude – FEL 1 (*Front-end loading*) consiste na coleta e organização dos dados disponíveis relativos a um determinado projeto. Trata-se de uma fase em que as informações, tempo e esforços de engenharia aplicados ainda são relativamente limitados, o que conduz a uma estimativa com uma faixa de variação de precisão e acurácia mais aberta do que as demais etapas. Comumente utilizam-se métodos probabilísticos ou paramétricos para se estimar os valores envolvidos, destacando-se avaliações comparativas ou análogas de curvas de capacidade / custo, escalas de produção, ou literaturas específicas ou banco de dados de situações semelhantes. A escala de classificação toma como base a comparação dos custos de implantação das alternativas e pontuação proporcional. A alternativa menos custosa receberá 5 pontos. As demais recebem pontos proporcionais conforme indica a equação (III) abaixo.

Tabela 102 – Escala de pontuação – Subcritério 4.1.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Custo da alternativa menos custosa	5 pontos
Custo da outra(s) alternativa(s)	$(III) = \frac{4 * \text{Custo da outra(s) alternativa(s)}}{\text{Custo da alternativa menos custosa}} + 1$

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 4.2. – Custo de manutenção e operação (OPEX)

Justificativa: Da mesma forma que os custos de implantação (CAPEX), o subcritério Custo de manutenção e operação (OPEX) tem como objetivo subsidiar a tomada de decisão acerca da alocação dos recursos financeiros disponíveis para o plano, de acordo com a escala de classificação apresentada na sequência. Os custos considerados como de manutenção e operação do projeto são referentes às medidas estruturais, isto é, os custos de contratação de projetos, obras e/ou estudos previstos. Os custos não considerados como de manutenção e operação do projeto são aqueles que se referem a questões de zoneamento, convivência com inundação, reurbanização e remoção ou reassentamento de população. A análise visa selecionar a alternativa com menor OPEX.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Semelhantemente aos custos de implantação (CAPEX), a mitigação dos riscos e a confiabilidade da estimativa dos custos de manutenção e operação (OPEX) do projeto será balizada pela Engenharia Baseada em Índices ou

Ordem de Magnitude – FEL 1 (*Front-end loading*), por meio de métodos probabilísticos ou paramétricos para se estimar os valores envolvidos, destacando-se avaliações comparativas ou análogas de curvas de capacidade / custo, escalas de produção, ou literaturas específicas ou banco de dados de situações semelhantes. A escala de classificação baseia-se na comparação dos custos de operação e manutenção das alternativas e pontuação proporcional. A alternativa menos custosa receberá 5 pontos. As demais recebem pontos proporcionais, conforme indica a equação (IV) abaixo.

Tabela 103 – Escala de pontuação – Subcritério 4.2.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Custo da alternativa menos custosa	5 pontos
Custo da outra(s) alternativa(s)	$(III) = \frac{4 * \text{Custo da outra(s) alternativa(s)}}{\text{Custo da alternativa menos custosa}} + 1$

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 4.3. – Implantação por etapas

Justificativa: A possibilidade de implantação por etapas e das consequentes melhorias paulatinas é um fator positivo que deve ser considerado pois permite a aplicação gradual de recursos com benefícios também graduais e perceptíveis. É um fator que contribui para a viabilização das intervenções e com o planejamento financeiro do poder público. Portanto, a análise multicritério visa selecionar as alternativas que possam ser implantadas em mais de uma etapa.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: a partir da experiência dos especialistas e das práticas observadas no setor, os diferentes tipos de intervenção foram analisados resultando num apontamento sobre a viabilidade da sua divisão e consequentemente da possibilidade da implantação em etapas. O subcritério utiliza a seguinte escala de classificação:

Tabela 104 – Escala de pontuação – Subcritério 4.3.

Escala de classificação	Escala de pontuação
+2 de duas etapas	5 pontos
2 etapas ou solução apenas com medidas de controle na mancha remanescente	3 pontos
1 etapa	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 4.4. – Tempo de implantação

Justificativa: Quanto menor o tempo de implantação de uma alternativa, mais prontamente os benefícios pretendidos são alcançados. Ou seja, menor é o tempo em que a população afetada persiste numa condição de risco alto. Portanto, este subcritério visa selecionar a alternativa implantada num prazo mais curto.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: a partir da experiência dos especialistas e das práticas observadas no setor, se estimou o tempo de implantação para cada um dos tipos de intervenção considerados na análise das alternativas. O subcritério utiliza a seguinte escala de classificação:

Tabela 105 – Escala de pontuação – Subcritério 4.4.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Menos de 1 ano	5 pontos
Entre 1 ano e 2 anos ou solução apenas com medidas de controle na mancha remanescente	3 pontos
Acima de 2 anos	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

4.1.5 Critério 5 – Repercussão Política

Este critério objetiva verificar a influência de componentes políticos e de percepção pública para cada uma das alternativas.

Subcritério 5.1. – Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos

Justificativa: Os tipos de intervenção costumam ocasionar repercussões específicas que afetam a imagem da Prefeitura / Ente Público responsável pela ação. É fato que algumas soluções contribuem para a boa imagem da administração pública, como é o caso da construção de parques ou wetlands, que possam ser utilizados pela população para lazer e contemplação. Geralmente as Soluções baseadas na Natureza (SbNs) geram uma repercussão positiva. Por outro lado, alguns tipos de medidas estruturais, como obras enterradas, embora reduzam risco de inundação são menos perceptíveis pela população. Este subcritério procura selecionar a alternativa cujas intervenções ocasionem a maior repercussão positiva para a imagem dos órgãos públicos.

Tipo de análise: Subjetivo

Responsável: Grupo de Sustentação

Método de cálculo: Devido à dificuldade em se mensurar a repercussão da implantação das intervenções, não é possível estabelecer uma equação matemática

para este subcritério. A definição da classificação e respectiva pontuação será conduzida a partir das experiências dos representantes do grupo de sustentação considerando a seguinte escala:

Tabela 106 – Escala de pontuação – Subcritério 5.1.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Alta repercussão positiva	5 pontos
Média repercussão positiva	3 pontos
Baixa repercussão positiva	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Subcritério 5.2. – Nível de Consenso

Justificativa: No processo de tomada de decisão a existência de consenso favorece a implantação das soluções. Este consenso é medido através desta análise multicritério, especificamente ao se analisar os subcritérios do tipo subjetivo cuja pontuação foi realizada pelos representantes do grupo de sustentação.

Os seguintes subcritérios são subjetivos: 1.2. Resiliência da Solução / 2.2. Impacto sobre Mobilidade Urbana / 2.4. Valorização da Área / 2.5. Sensação de Segurança da População / 5.1. Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos.

Considerando a subjetividade da pontuação desses cinco subcritérios, esta análise multicritério visa selecionar a alternativa de maior consenso, ou seja, a alternativa com a menor variação da pontuação desses subcritérios em conjunto.

Importante se destacar que este subcritério seleciona a alternativa cujos subcritérios subjetivos foram preenchidos mais uniformemente pelo grupo de sustentação. Este método de cálculo não diferencia se a análise uniforme é benéfica ou maléfica. Por exemplo: uma alternativa julgada uniformemente como negativa receberá a mesma pontuação que uma alternativa julgada uniformemente como positiva. Assim, o subcritério seleciona a alternativa com maior consenso, seja ele positivo ou negativo. Essa discrepância potencial deve ser objeto de análise no momento de apontamento dos pesos dos critérios e subcritérios.

Tipo de análise: Objetivo

Responsável: Consórcio

Método de cálculo: Para uma determinada alternativa, se calcula a variância de cada um dos subcritérios subjetivos. Esta variância dos subcritérios subjetivos é calculada individualmente a partir da pontuação estabelecida pelos representantes do grupo de sustentação. Em seguida se calcula a média das variâncias a partir dessas cinco variâncias calculadas. Quanto menor a média das variâncias, menor a variação na pontuação dos subcritérios e, portanto, maior o consenso.

Tabela 107 – Escala de pontuação – Subcritério 5.2.

Escala de classificação	Escala de pontuação
Média Variância = 0	5 pontos
0 < Média Variância < 1,5	3 pontos
Média Variância >= 1,5	1 ponto

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Atribuição dos Pesos dos Critérios e Subcritérios

Na etapa 3, o GS foi convidado a preencher os pesos para os critérios e subcritérios conforme suas experiências e leituras técnicas. Como orientação para preenchimento das notas, a soma das notas dos subcritérios de um mesmo critério deve totalizar 1 ponto e as notas dos critérios deveria ser entre 1 e 5 pontos (apenas números inteiros). As respostas dos membros foram sistematizadas, preservando que cada instituição tenha um peso equivalente, o que resultou na pontuação apresentada na Tabela 108 a seguir. De modo a preservar a uniformidade da análise e da metodologia, os pesos finais resultantes dessa consulta foram adotados em todas as análises multicritérios das bacias, não havendo distinção de pesos para bacias diferentes.

Tabela 108 – Pesos adotados para os critérios e subcritérios

Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Peso Critério
1. Eficiência da Alternativa	1.1. Redução percentual da extensão da mancha de inundação em áreas urbanas	0,4	5
	1.2. Redução percentual da altura média da mancha de inundação em áreas urbanas	0,3	
	1.3. Resiliência	0,2	
	1.4. Prejuízos materiais	0,1	
2. Socioterritorial	2.1. Remoção e reassentamento de população	0,2	4
	2.2 Impacto da mancha remanescente sobre a mobilidade urbana	0,2	
	2.3. Alinhamento com instrumentos urbanos	0,2	
	2.4. Valorização da área	0,1	
	2.5. Sensação de segurança da população	0,1	
	2.6. Presença de equipamentos públicos e comunitários (capital social)	0,2	
3. Ambientais	3.1. Magnitude dos impactos ambientais negativos	0,5	4

Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Peso Critério
	3.2. Recuperação ambiental das águas e da paisagem	0,5	
4. Técnico-econômico	4.1. Custo de implantação (CAPEX)	0,3	4
	4.2. Custo de manutenção e operação (OPEX)	0,3	
	4.3. Implantação por etapas	0,2	
	4.4. Tempo de implantação	0,2	
5. Repercussão Política	5.1. Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos	0,5	3
	5.2. Nível de Consenso	0,5	

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Pontuação dos parâmetros

Na etapa 4 foi realizado o preenchimento das pontuações dos subcritérios para cada alternativa de cada corpo hídrico. Destaca-se duas questões nesta etapa: a consulta ao GS e a faixa de pontuação adotada para cada subcritério.

Quanto a primeira questão, os subcritérios objetivos foram analisados e pontuados pelos especialistas da equipe do Consórcio considerando a metodologia definida no item 0. Por sua vez, os subcritérios subjetivos foram preenchidos a partir de consulta aos grupo de sustentação e especialistas do Consórcio através de formulário específico. Os subcritérios subjetivos objeto dessa consulta foram os seguintes: 1.3. Resiliência, 2.3. Impacto da mancha remanescente sobre a mobilidade urbana, 2.4. Valorização da área, 2.5. Sensação de segurança da população e 5.1. Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos. O resultado dessa consulta foi sistematizado resultando num valor final para cada um desses subcritérios para cada alternativa considerada. A pontuação considerou que cada ator institucional participante do GS com peso 1 sendo então realizada uma média para se chegar ao valor final da pontuação de cada um dos subcritérios.

Em relação a segunda questão, a faixa de pontuação dos subcritérios varia conforme a metodologia de seu cálculo. Para alguns subcritérios foi estabelecida uma escala de cinco pontos (1, 2, 3, 4 ou 5), enquanto outros tem uma escala de apenas três pontos (1, 3 ou 5) e ainda aqueles calculados por proporção, em que se convencionou utilizar somente a primeira casa decimal. Essa variação respeita a regra que a pontuação mínima é 1 e a pontuação máxima é 5.

O resultado dessa análise está sistematizado no Anexo 2.

Resultados da Análise Multicritério

Considerando os pesos dos critérios e dos subcritérios assim como a pontuação dos subcritérios de cada alternativa, se obtém a pontuação final para cada alternativa.

Com isso, as alternativas com maior pontuação foram as seguintes:

- 1 - BH Rio Preto – Alternativa 1
- 2 – BH Reis Magos – Alternativa 2
- 3 – BH Joãozinho – Alternativa 1
- 4 – BH Juara-Jacuném – Alternativa 1
- 5 – BH Manguinhos Maringá – Alternativa 1
- 6 – BH Jucu
 - Sub-bacia 1 – Draga – Alternativa 2
 - Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa – Alternativa 2
 - Sub-bacia 3 – Complexo Jucu – Alternativa 2
- 7 – BH Perocão – Alternativa 1
- 8 – BH Jabuti – Alternativa 1
- 11 – BH Itanguá – Alternativa 1
- 12 – BH Ilha de Vitória – Alternativa 1
- 13 – BH Una – Alternativa 1
- 14 – BH Bubu – Alternativa 1

O resultado da análise multicritério com a pontuação finais das alternativas é apresentada na Tabela 109 em formato resumido e, em maior detalhe, no Anexo 2.

Tabela 109 – Resultado da Análise Multicritério (com destaque em amarelo para as alternativas selecionadas)

ID	Alternativa	Pontos Critério 1 Eficiência da Alternativa	Pontos Critério 2 Socio territorial	Pontos Critério 3 Ambiental	Pontos Critério 4 Técnico Econômico	Pontos Critério 5 Repercussão Política	Critérios Pontos Total
1	BH-Preto-1	23,0	12,8	2,0	10,1	6,0	53,9
2	BH-Preto-2	7,0	8,8	8,0	16,8	6,0	46,6
1 - BH Preto							
3	BH-Reis-Magos-1	18,8	13,6	2,0	14,7	6,0	55,0
4	BH-Reis-Magos-2	21,0	12	8,0	11,7	6,0	58,7
5	BH-Reis-Magos-3	7,0	8	8,0	14,0	6,0	43,0
2 - BH Reis Magos							
6	BH-Joaozinho-1	23,0	14,4	2,0	7,2	6,0	52,6
7	BH-Joaozinho-2	5,0	11,2	8,0	16,8	6,0	47,0
3 - BH Joãozinho							
8	BH-Juara-Jacunem-1	22,4	10,4	8,0	11,0	6,0	57,8
9	BH-Juara-Jacunem-2	7,0	10,4	8,0	20,0	9,0	54,4
4 - BH Juara Jacunem							
10	BH-Mang-Maringa-1	23,0	14,4	2,0	8,0	6,0	53,4
11	BH-Mang-Maringa-2	5,0	11,2	2,0	16,8	6,0	41,0
5 - BH Mang Maringa							
12	SUB1-001	7,0	12,8	8,0	12,4	9,0	49,2
13	SUB1-002	23,0	12,8	2,0	20,0	6,0	63,8
6 - BH Jucu Marinho - SUB1							
14	SUB2-001	7,0	13,6	8,0	20,0	9,0	57,6
15	SUB2-002	25,0	17,6	2,0	15,9	12,0	72,5
6 - BH Jucu Marinho - SUB2							
16	SUB3-001	7,0	11,2	8,0	20,0	9,0	55,2
17	SUB3-002	23,0	16	2,0	10,0	9,0	60,0

6 - BH Jucu Marinho - SUB3							
18	SUB4-001						
6 - BH Jucu Marinho - SUB4							
19	SUB5-001						
6 - BH Jucu Marinho - SUB5							
20	BH-Perocao-1	23,0	13,6	12,0	7,3	9,0	64,9
21	BH-Perocao-2	7,0	12,8	8,0	16,8	9,0	53,6
7 - BH Rio Perocão							
22	BH-Jabuti-1	23,0	15,2	12,0	13,6	9,0	72,8
23	BH-Jabuti-2	7,0	15,2	8,0	8,1	6,0	44,3
8 - BH Rio Jabuti							
24	BH-Meaipe-1						
9 - BH Rio Meaípe							
25							
10 - BH Sta Maria Vitória							
26	BH-Itangua-1	23,0	14,4	8,0	13,0	6,0	64,4
27	BH-Itangua-2	7,0	8	2,0	16,8	6,0	39,8
11 - BH Itanguá							
28	BH-Ilha-Vitoria-1	25,0	17,6	8,0	11,2	9,0	70,8
29	BH-Ilha-Vitoria-2	5,0	12,8	4,0	16,8	6,0	44,6
12 - BH Ilha Vitória							
30	BH-Una-1	23,0	12	2,0	11,6	6,0	54,6
31	BH-Una-2	7,0	12	8,0	16,8	9,0	52,8
13 - BH Rio Una							
32	BH-Bubu-1	23,0	12,8	2,0	9,3	6,0	53,1
33	BH-Bubu-2	5,0	9,6	2,0	16,8	6,0	39,4
14 - BH Rio Bubu							

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

5 Procedimentos para a Execução das Proposições

Tendo sido apresentadas no capítulo 3 as alternativas de solução para as bacias hidrográficas, e após a seleção realizada no capítulo 0 através da análise multicritério, este capítulo sistematiza os estudos complementares que deverão ser realizados para cada tipo de intervenção. Esse detalhamento complementar depende da tipologia da solução selecionada e dos requisitos legais tanto quanto das boas práticas às quais o PDAU está submetido, principalmente das normativas específicas do Banco Mundial.

As seções a seguir detalham quatro aspectos gerais que deverão ser considerados na efetivação das propostas:

- Item 0 - Orientações estabelecidas pelo Banco Mundial, que direcionam as ações do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem, ao qual o PDAU é vinculado;
- Item 0 - Critérios e requisitos ambientais principalmente em termos de licenciamento ambiental;
- Item 0 - Critérios e requisitos de avaliação social, com destaque para as atividades de mobilização social e casos de remoção involuntária da população;
- Item 0 - Critérios e requisitos referentes à segurança das barragens;

Em cada uma dessas seções são apresentadas as normativas/ legislações e definidos os tipos de estudos a serem conduzidos. Ao final, no item 0, para as alternativas selecionadas de cada uma das bacias hidrográficas são definidas quais são requisitos a serem observados no detalhamento dos estudos, tanto em termos de salvaguardas a serem atendidas quanto os tipos de estudos que deverão ser conduzidos.

Quadro Ambiental e Social do Banco Mundial

O Quadro Ambiental e Social do Banco Mundial estabelece o compromisso do Banco com o desenvolvimento sustentável por meio de uma política própria e um conjunto de normas ambientais e sociais destinadas a apoiar os projetos, com o objetivo de erradicar a pobreza extrema e promover a prosperidade compartilhada. O presente quadro contém:

- Uma Visão para o Desenvolvimento Sustentável, que estabelece as aspirações do Banco quanto à sustentabilidade socioambiental;
- A Política Ambiental e Social do Banco Mundial para o Financiamento de Projetos de Investimento, que estabelece os requisitos obrigatórios aplicáveis ao Banco;

- As Normas Ambientais e Sociais, que, juntamente com os seus anexos, estabelecem os requisitos obrigatórios aplicáveis ao Mutuário e aos seus projetos.

A Política Ambiental e Social do Banco Mundial para o Financiamento de Projetos de Investimento estabelece os requisitos que o Banco deve cumprir em relação aos projetos que apoia por meio do Financiamento de Projetos de Investimento.

As Normas Ambientais e Sociais (NAS) estabelecem os requisitos a serem cumpridas pelos Mutuários no que diz respeito à identificação e avaliação de riscos e impactos socioambientais associados com os projetos que o Banco apoia por meio do Financiamento de Projetos de Investimento. Esse quadro revoga as Políticas Operacionais (PO) e procedimentos do Banco (PB), tais quais os previstos no Termo de Referência do PDAU: OP 4.01 Avaliação ambiental, OP 4.04 Habitat Natural, OP 4.09 Gestão de Pragas, OP 4.11 Recursos Físico-culturais, OP 4.12 Reassentamento involuntário, OP 4.36 Atividades florestais e OP 4.37 Segurança de Barragens (Banco Mundial, 2017). Ao todo são dez NAS, conforme listadas a seguir:

- Norma Ambiental e Social 1 – Avaliação e Gestão de Riscos e Impactos Socioambientais;
- Norma Ambiental e Social 2 – Mão de Obra e Condições de Trabalho;
- Norma Ambiental e Social 3 – Eficiência de Recursos e Prevenção e Gestão da Poluição;
- Norma Ambiental e Social 4 – Saúde e Segurança Comunitárias;
- Norma Ambiental e Social 5 – Aquisição de Terras, Restrições ao Uso de Terras e Reassentamento Involuntário;
- Norma Ambiental e Social 6 – Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável de Recursos Naturais Vivos;
- Norma Ambiental e Social 7 – Povos Indígenas/ Comunidades Locais Tradicionais Historicamente Desfavorecidas da África Subsaariana;
- Norma Ambiental e Social 8 – Patrimônio Cultural;
- Norma Ambiental e Social 9 – Intermediários Financeiros;
- Norma Ambiental e Social 10 – Envolvimento das Partes Interessadas e Divulgação das Informações;

A relação entre alternativas selecionadas para as bacias hidrográficas e a relevância de cada NAS é apresentada no item 0 .

Diretrizes para a Avaliação ambiental

A avaliação ambiental das propostas deve se orientar pelas normativas estabelecidas pela política ambiental. O principal instrumento de gestão previsto na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 1981) é o Licenciamento Ambiental, que consiste em um ato no qual a administração pública exerce controle sobre empreendimentos e atividades potencialmente ou efetivamente poluidoras com vistas a assegurar o direito fundamental previsto na Constituição Federal de acesso a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), entidade com funções reguladoras criada no âmbito da Lei 6.938/1981, regulamentou o tema do licenciamento através da Resolução nº 237 dando a este instrumento a seguinte definição:

“procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso” (Resolução CONAMA nº 237/1997).

5.1.1 Competência para licenciar

Em relação a competência para licenciar, esta é desenvolvida por entes federativos de diferentes esferas, uma vez que a Constituição Federal de 1988 em seu art. 23, VI e VII, estabelece que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” como também “preservar as florestas, a fauna e a flora”.

No âmbito da União, o Licenciamento Ambiental é realizado pelo IBAMA, devendo este ser pleiteado para os empreendimento e atividades nas seguintes situações:

- “Localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União”;
- “Localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados”;
- “Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados”;

Em âmbito estadual, cabe ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) executar o Licenciamento Ambiental. O IEMA, criado pela Lei Complementar Estadual nº 248, de 2002, é uma entidade autárquica vinculada à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) e possui autonomia técnica, financeira e administrativa. As atividades sujeitas ao Licenciamento Estadual

com o seu respectivo enquadramento estão previstas na Instrução Normativa nº015/2020 e suas modificações posteriores.

Dentre as atividades previstas na referida instrução, ganham destaque no âmbito do PDAU, em face das proposições do capítulo 3, as seguintes:

- Microdrenagem - Implantação de Redes de drenagem de águas pluviais e seus componentes/dispositivos, com diâmetro total de tubulação inferior a 2.000 mm, sem necessidade de intervenção em corpos hídricos (desassoreamento, dragagens, canalização e/ou retificações, dentre outros), não incluindo implantação de canais de drenagem e Elevatória de Bombeamento de Águas Pluviais (EBAP);
- Macrodrenagem - Conjunto de obras de drenagem e seus componentes/dispositivos (redes, coletor, boca-de-lobo, EBAP, dentre outros), canalização, canais de drenagem, e outras ações incluídas no Plano Municipal de Saneamento, inclusive com a necessidade de intervenção em corpos hídricos (desassoreamento, dragagens, canalização e/ou retificações, dentre outros);
- Elevatória de Bombeamento de Águas Pluviais (EBAP) vinculada a projeto e/ou estudo de macrodrenagem;
- Implantação de galeria de drenagem pluvial com diâmetro total de tubulação igual ou superior a 2.000 mm, vinculada a projeto e/ou estudo de macrodrenagem, exceto para canalização de corpo d'água;
- Limpeza / desassoreamento de estruturas de drenagem implantadas, exceto canais abertos;
- Área de disposição temporária de resíduos provenientes de limpeza e desassoreamento de canais e estruturas de drenagem, respeitado o ente responsável pelo licenciamento da atividade de limpeza e desassoreamento à qual se vincula.

Importante salientar que o IEMA constituiu a Coordenação de Saneamento (CSAN), vinculada à Gerência de Qualidade Ambiental (GQA), direcionada a gestão ambiental e de licenciamento das atividades de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais urbanas (Macrodrenagem), devidamente previstas em planos e projetos municipais e estaduais.

Ainda em nível estadual, o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) e a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) também executam procedimentos de processos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental (MMA, 2016).

Vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG), o IDAF possui competência de controle, fiscalização, normatização e execução

de atividades relacionadas do licenciamento ambiental da construção, reforma, ampliação ou funcionamento de barragens para fins agropecuários e/ou usos múltiplos, conforme Decreto Estadual nº 4.139-R/2017.

A AGERH, vinculada também a SEAMA, é o órgão responsável pela análise e emissão de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para os corpos hídricos do estado do Espírito Santo. O art. 18 da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 10.179/2014) indica que a estão sujeitos a outorga os seguintes usos de água de domínio do Estado:

I - acumulação, derivação, ou captação de parcela da água existente em um corpo de água, para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento de efluentes, para diluição, transporte ou disposição final em corpo hídrico;

IV - o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - qualquer outro uso existente, que altere o regime, a qualidade ou quantidade dos recursos hídricos em um corpo de água.

Parágrafo único. Independem de outorga, as derivações, captações, acumulações e lançamentos considerados usos insignificantes, podendo o CERH estabelecê-lo até que sejam definidos pelos Planos de Bacia ou Regiões Hidrográficas (art. 18 da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 10.179/2014).

O Licenciamento Ambiental deverá ser de competência municipal em casos que não se enquadrem nos itens acima e quando delegado pelo Estado. O Conselho Estadual de Meio Ambiente editou a Resolução CONSEMA nº1/2022, que é a normatização mais recente a definir a tipologia das atividades ou dos empreendimentos considerados de impacto ambiental local, e a normatizar aspectos do licenciamento ambiental de atividades de impacto local no Estado. Dentre estas atividades salienta-se a seguinte:

- Microdrenagem (Redes de drenagem de águas pluviais com diâmetro de tubulação requerido menor que 1.000 mm e seus dispositivos de drenagem), sem necessidade de intervenção em corpos hídricos (dragagens, canalização e/ou retificações, dentre outros). Não inclui canais de drenagem.

No geral em relação as medidas propostas no capítulo 3 que se submetem ao Licenciamento Ambiental, o procedimento deverá ser realizado junto ao IEMA, por serem de macrodrenagem.

5.1.2 Tipos de licenças e autorizações

Conforme o art. 8º da Resolução CONAMA nº 237/1997, o Poder Público, no exercício

da sua competência expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (art. 8º da Resolução CONAMA nº237/1997).

Além dessas, o art. 10 dessa resolução indica que o CONAMA definirá licenças ambientais específicas.

Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) realizou um estudo sobre os procedimentos para o licenciamento ambiental desenvolvidos pelos órgãos estaduais, do Distrito Federal e do órgão federal (MMA, 2016). O intuito desse trabalho foi contribuir na modernização do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA), plataforma de divulgação das etapas do licenciamento ambiental, que integra o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). Nesse estudo, o mapeamento realizado para o Espírito Santo apontou que existiam um conjunto de modalidades de licenciamento e autorizações ambientais conforme a Tabela 110 a seguir.

Tabela 110 – Instrumentos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental no estado do Espírito Santo

Instrumento	Descrição
Consulta Prévia Ambiental (CPA)	Protocolada pelo empreendedor para esclarecimentos de dúvidas referentes à necessidade e/ou viabilidade de licenciamento ambiental de sua atividade ou empreendimento
Autorização Ambiental (AA)	Emitida em caráter precário e com limite temporal, mediante o qual o IEMA estabelece as condições de realização ou operação de empreendimentos, atividades, pesquisas e serviços de caráter temporário ou para execução de obras que não caracterizem instalações permanentes e obras emergenciais de interesse público, transporte de produtos e resíduos perigosos ou, ainda, para avaliar a eficiência das medidas adotadas pelo empreendimento ou atividade
Autorização para Supressão de Vegetação	Concedida pelo IDAF autorizando a intervenção florestal

Instrumento		Descrição
Licenciamento Simplificado	Licença Simplificada (LS)	Expedida apenas uma licença que consiste em todas as fases do licenciamento, estabelecendo as condições, restrições e medidas de controle ambiental que devem ser obedecidas pelo empreendedor para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimento ou atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas de baixo impacto ambiental e que se enquadrem na Classe Simplificada, constantes de instruções normativas e resoluções do CONSEMA
Licenciamento Ambiental	Licença Prévia (LP)	Expedida na fase inicial do planejamento da atividade, especificando as condições básicas a serem atendidas durante a instalação e funcionamento do equipamento ou atividade poluidora, observando os aspectos locacionais, tecnologia utilizada e concepção do sistema de controle ambiental proposto
	Licença de Instalação (LI)	Expedida autorizando o início da implantação da atividade potencial ou efetivamente poluidora, subordinando-a às condições de construção, operação e outras expressamente especificadas
	Licença de Operação (LO)	Expedida autorizando a operação da atividade e/ou empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação
	Licença de Operação de Pesquisa (LOP)	Expedida exclusivamente para empreendimentos ou atividades que desenvolvem estudos/pesquisas sobre a viabilidade econômica da exploração de recursos minerais
	Licença de Regularização (LAR)	Expedida mediante celebração prévia de Termo de Compromisso Ambiental, sendo emitida uma única licença, que consiste em todas as fases do licenciamento, para empreendimento ou atividade que já esteja em funcionamento, ou em fase de implantação, estabelecendo as condições, restrições e medidas de controle ambiental, adequando o empreendimento às normas ambientais vigentes
	Licença Única (LU)	Autoriza a operação de atividades e empreendimentos que não se enquadram nas hipóteses de AA, LS, LP, LI ou LO. Também é aplicável a empreendimentos, ainda que de pequeno porte, que envolvam relação com produtos perigosos, segundo entendimento do IEMA
Dispensa de Licença Ambiental		Concedida aos empreendimentos e atividades que não estejam sujeitos ao licenciamento ambiental, conforme disposto na Instrução Normativa IEMA nº 12/2008 e em instruções normativas específicas.
Outorga de direito de uso dos recursos hídricos		Ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante faculta ao outorgado o direito de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo
Outorga preventiva		Não confere direito de uso de recursos hídricos, destinando-se a reservar a vazão passível de outorga para que o empreendedor possa planejar seu empreendimento
Renovação/ prorrogação de licenças		Renova/prorroga as seguintes licenças ambientais: LS, LP, LI, LO, LAR e LU

Fonte: Adaptado de MMA (2016).

Além dessas licenças, também devem ser obtidas autorização do órgão gestor da unidade de conservação em que a intervenção está planejada e também a autorização do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Natural (IPHAN), quando aplicável.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) elaborou o Guia de Orientação para Licenciamento Ambiental (CBIC, 2017) o qual define o seguinte passo a passo do licenciamento ambiental:

1. Identificar o órgão ambiental competente para a licença ambiental;
2. Identificar o tipo de licença a ser requerida;
3. Formulário de Requerimento ao Órgão Licenciador;
4. Requerimento da licença/ autorização e abertura de processo;
5. Apresentação de estudos e demais documentos que forem solicitados pelo órgão ambiental;
6. Análise do processo pelo órgão ambiental;
7. Concessão da licença ambiental pelo órgão ambiental competente;

Ainda nesse guia (CBIC, 2017), são apresentados quais são geralmente os estudos solicitados pelo órgão ambiental competente, como detalhado abaixo:

- Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) – exigido para as atividades capazes de gerar significativa degradação ambiental, contendo pelo menos o seguinte conteúdo: alternativas locacionais e tecnológicas, identificação dos impactos gerados nas fases de implantação e operação, determinação da abrangência territorial dos impactos diretos e indiretos, compatibilização com planos e programas governamentais, impactos sociais e humanos da atividade e inventário ambiental (meio físico, biótico e socioeconômico). Pode ser convocada uma realização de audiência pública para debate sobre seu conteúdo.
- Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) – concessão de licenças e autorizações de construção, ampliação ou funcionamento de empreendimentos ou atividades que possam afetar a qualidade de vida da população residente na sua área de influência. Analisa pelo menos o seguinte conteúdo: adensamento populacional, uso e ocupação do solo, geração de tráfego e demanda por transporte público, equipamentos urbanos e comunitários, valorização imobiliária, ventilação e iluminação, paisagem urbana e patrimônio cultural, geração de ruídos e emissão de resíduos e conservação do meio ambiente natural.
- Relatório de Caracterização Ambiental (RCA) – documento técnico apresentado pelo empreendedor ao requerer a licença ou autorização

ambiental.

- Plano de Controle Ambiental (PCA) – documento que contém as ações de minimização dos impactos ambientais.

Por fim, o guia (CBIC, 2017) aponta que os principais custos do empreendedor no processo de licenciamento se referem a: pagamento de taxas, coleta de informações, elaboração de estudos ambientais, implantação de medidas preventivas ou corretivas, acompanhamento e monitoramento dos impactos, realização de reuniões ou audiências públicas e publicações das licenças.

Retomando o estudo realizado pelo MMA para o PNLA, as Figura 177 e Figura 178 a seguir apresentam o macrofluxo do processo de licenciamento ambiental para o estado do Espírito Santo. Nota-se o estudo foi realizado em 2016 então cabem ajustes eventuais conforme as modificações legais acontecidas desde essa data.



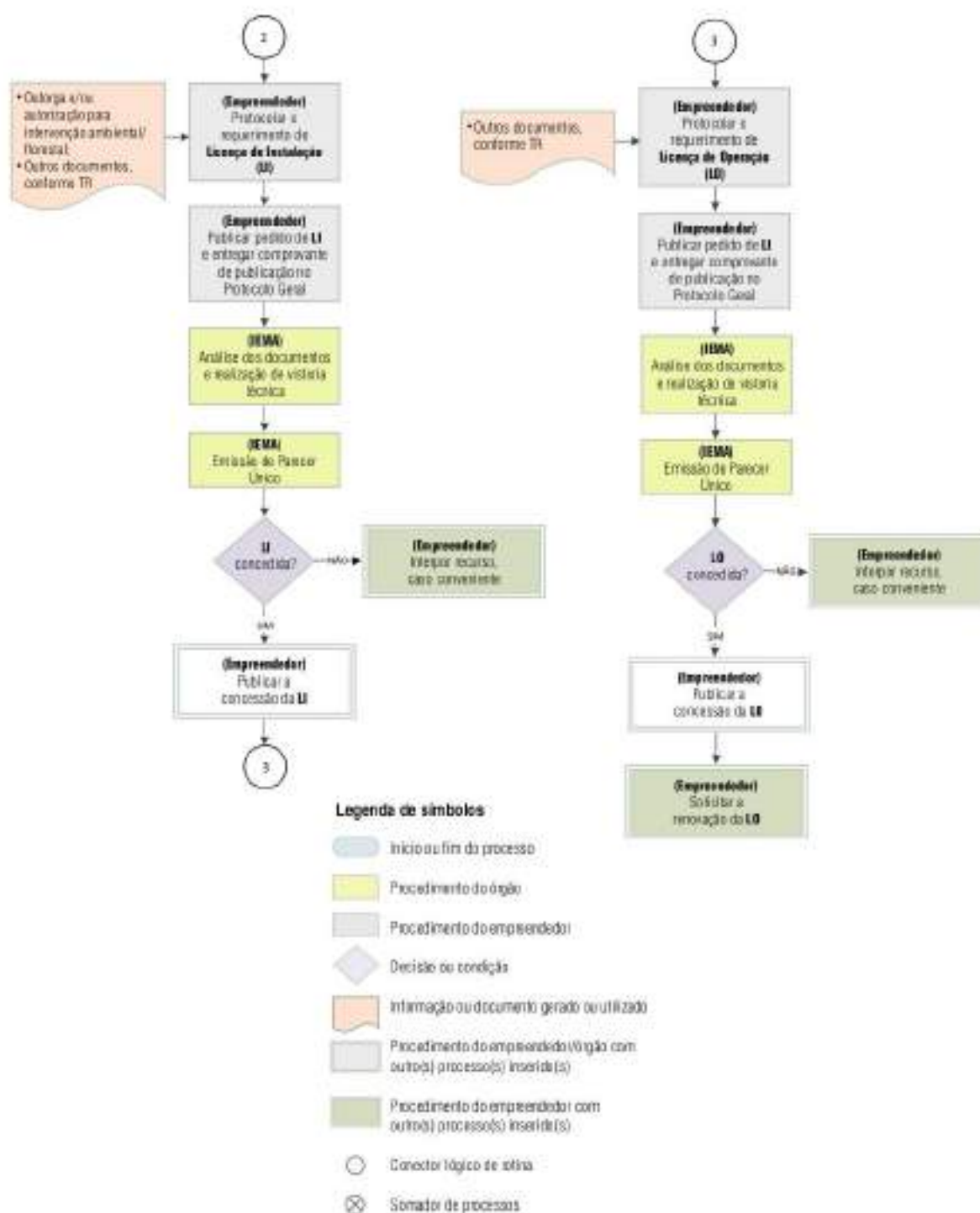


Figura 178 – Macrofluxo do processo de licenciamento (parte 2 de 2)

Fonte: MMA (2016).

Considerando o exposto, na compilação de requisitos do item 0 se indica quais são as alternativas que deverão realizar o processo de licenciamento ambiental composto

pelas fases LP, LI e LO. A relação das demais licenças e autorizações por alternativa deverá ser objeto de estudos posteriores ao PDAU, a partir do detalhamento das intervenções.

Diretrizes para a Avaliação social

Por Avaliação Social entende-se a realização de diagnóstico social, prognósticos dos possíveis impactos permanentes / transitórios e planos em função de intervenções propostas para determinadas áreas. A consultoria buscou trabalhar à luz da concepção do autor Augusto Boal, onde os atores sociais, comunidade em geral, sejam em seminários virtuais, audiências públicas, pesquisa qualitativa ou em reuniões comunitárias explicitam os “diversos olhares”, percepção sobre um mesmo território.

O trabalho de avaliação está fundamentado na Diretriz Operacional do Banco Mundial (BM), em trabalhos análogos e bibliografia sobre o trabalho social em obras de grande porte com as principais diretrizes:

- Participação da comunidade através de canais de queixa e diálogos;
- Abordagem integrada e interdisciplinar do território;
- O (re)conhecimento do saber local.

Seguindo as premissas estabelecidas ainda no Plano de Trabalho, a avaliação social do PDAU foi pautada como um processo conforme pode ser visto nos relatórios dos seminários e das audiências ocorridas até o momento, relatórios dos Produtos 10.

Os eventos se pautaram não só na apresentação dos resultados de um produto técnico, mas num processo ativo e inclusivo de diálogo com a sociedade civil e demais stakeholders¹⁰. Seu planejamento foi cuidadosamente construído e alinhado com os anseios e determinações do grupo de sustentação do trabalho, de modo que sua estratégia de mobilização empregou um amplo e transparente processo de divulgação que objetivou sensibilizar os atores mapeados e garantir uma participação ainda maior, como pode ser visto nas figuras abaixo:

¹⁰ O termo stakeholders se refere a “parte interessada” ou “grupos de interesse” em determinado assunto.



Figura 179 – Imagem (print-screen) relativa ao momento de apresentação da programação do Seminário Virtual de Vitória, em 11/05/2021

Fonte: PDAU-RMGV (2022).



Figura 180 – Imagem (print-screen) relativa ao momento de apresentação de explicação da etapa de Escuta Comunitária do Seminário Virtual de Vila Velha, em 18/05/2021

Fonte: PDAU-RMGV (2022).

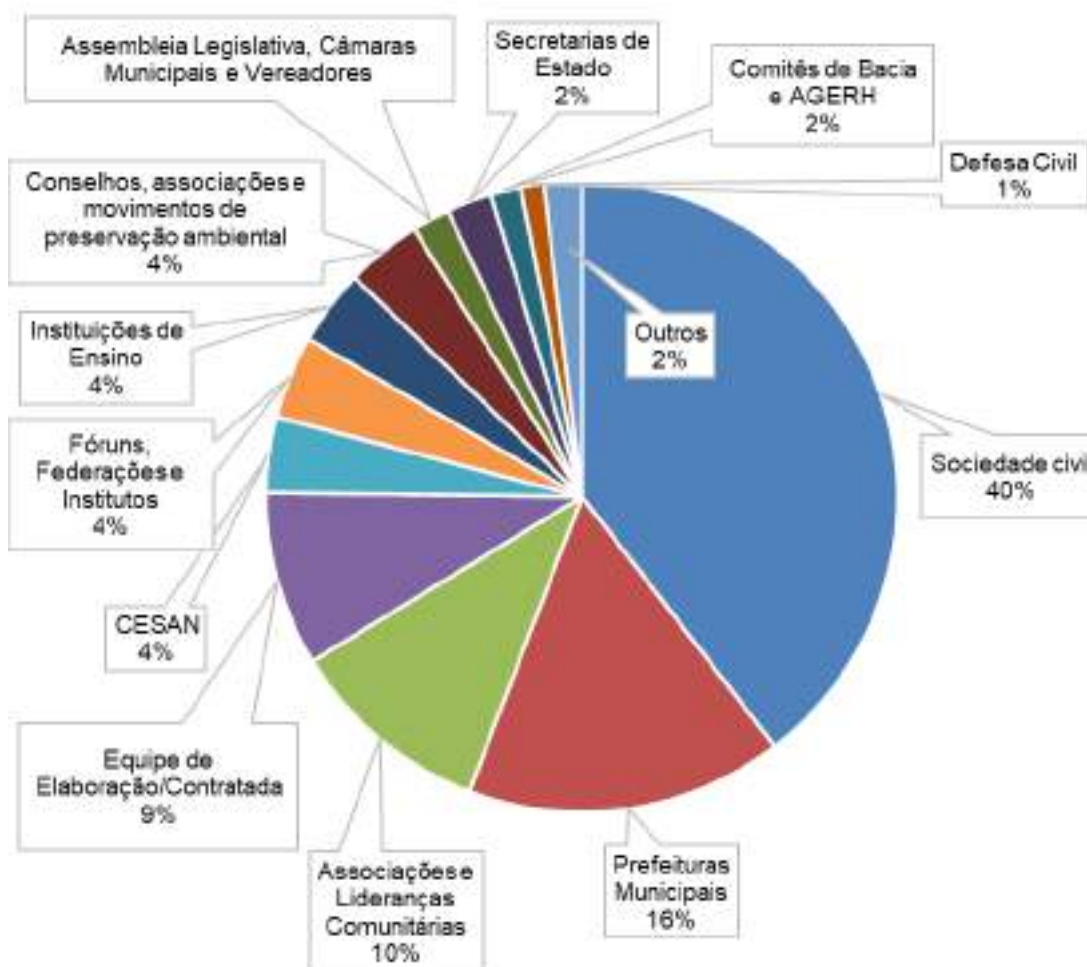


Figura 181 – Percentual da representação das 254 presenças únicas do primeiro ciclo de Seminários Virtuais

Fonte: PDAU-RMGV (2022).

Isso mostra a importância da participação da população da Região Metropolitana da Grande Vitória nas Audiências Públicas agendadas para o desenvolvimento do trabalho. Todos estes eventos têm como objetivo apresentar à sociedade os resultados dos estudos realizados pelo PDAU, assim como ouvir as vivências e os anseios locais da sociedade. Deste modo, é importante que você faça o download prévio do material para melhor avaliar o conteúdo a ser apresentado e sugerir melhorias, soluções e análises à equipe, além, é claro, de verificar se o que foi especificado está de acordo com seus anseios e dentro das suas realidades.

Faça o download do Diagnóstico Técnico-Participativo Preliminar:

- [Tomo 1: Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica \(1\)](#)
- [Tomo 2: Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica \(2\)](#)
- [Tomo 3: Qualidade da Água](#)
- [Tomo 4: Levantamento dos Prejuízos e Ônus Causados à População e Adm. Pública](#)
- [Tomo 5: Áreas Livres e Análise Integrada](#)

Perguntas e Comentários

Antes de deixar sua contribuição, aqui você deverá registrar o Tomo e a página onde está o conteúdo que motivou sua pergunta e/ou comentário. Repita o processo quantas vezes quiser.

Sobre qual Tomo do Diagnóstico Preliminar você gostaria de registrar sua pergunta ou comentário? *

- ☐ Tomo 1: Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica (1)
- ☐ Tomo 2: Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica (2)
- ☐ Tomo 3: Qualidade da Água
- ☐ Tomo 4: Levantamento dos Prejuízos e Ônus Causados à População e Adm. Pública
- ☐ Tomo 5: Áreas Livres e Análise Integrada

Digite o número da página em que está o conteúdo que lhe chamou atenção. *

Sua resposta _____

Deixe sua pergunta ou comentário sobre o conteúdo destacado. *

Sua resposta _____

Figura 182 – Formulários de consulta

Fonte: PDAU-RMGV (2022).

Como pode ser visto no capítulo 3, a abrangência ao trabalho social não recai somente onde a intervenção física ocorre (a microárea), mas inclui também a macroárea, onde

se dá a integração territorial da população, visando assegurar a *“inserção sócio relacional e produtiva dos moradores e fortalecer o sentido de pertencimento à cidade”* (CARVALHO in BRASIL, 2014).

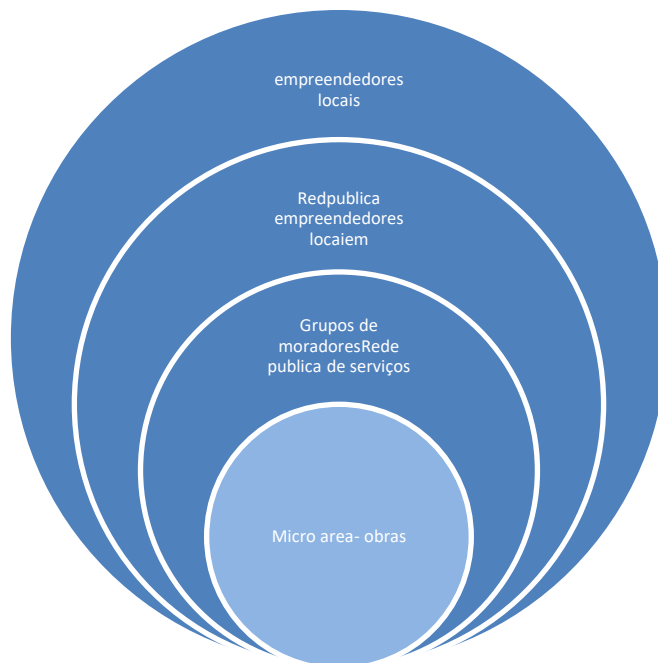


Figura 183 – Macro área: trabalho social

Fonte: PDAU-RMGV (2022).

Essa perspectiva demanda um conhecimento mais aprofundado da população e da macroárea, o que dá um caráter prioritário ao diagnóstico, entendido como estudos integrados e participativos do território, compreendendo as dimensões: social, econômica, produtiva, ambiental e político institucional do território e da população beneficiária (CARVALHO in BRASIL, 2014). Assim, o diagnóstico é condição primeira no processo de intervenção, uma vez que ações e estratégias de execução deverão ser definidas a partir dos resultados obtidos pelo diagnóstico sócio territorial da macro área.

5.1.3 Estudos complementares

A avaliação social tal qual a avaliação ambiental perpassa as variadas etapas do PDAU, contribuindo desde a fase de diagnóstico até as proposições e direcionamentos futuros. Nesse sentido, as medidas de controle estabelecidas pelo PDAU deverão realizar estudos complementares e projetos executivos previamente a implantação das obras. Esses estudos são realizados em consonância com o licenciamento ambiental previsto no item 0. Para tanto, o item 0 indicará quais as alternativas de cada bacia deverão elaborar os seguintes estudos complementares:

- Plano de Remoção e Reassentamento – diretrizes para a áreas urbanas

ocupadas por população e que deverão ser removidas e reassentadas devido à persistência de situação de risco, mesmo após as proposições do PDAU. Estão identificadas nas proposições do capítulo 3, como as soluções-tipo 1A Desapropriação / Indenização e 1B Remoção e Reassentamento

- O Plano de Desapropriação se trata da aquisição de terras para a implantação de medidas estruturais, por exemplo, reservatórios. Difere das áreas previstas no Plano de Remoção e Reassentamento em que a condicionante para o remanejamento da população é a persistência do risco de inundação.
- Quando a aquisição de terras ou as restrições ao uso das terras são inevitáveis, o Mutuário, como parte da avaliação ambiental e social, deverá realizar um censo para identificar os indivíduos que serão afetados pelo projeto, a fim de estabelecer um inventário das terras e ativos que serão afetados e determinar quem será elegível para a compensação e assistência, e evitar a reivindicação de benefícios por parte de indivíduos inelegíveis, tais como invasores oportunistas. A avaliação social também abordará as reivindicações das comunidades ou grupos que, por razões válidas, possam não estar presentes na área do projeto durante o momento do censo, como utentes sazonais de recursos. Em conjunto com o censo, o Mutuário estabelecerá uma data-limite para a elegibilidade, o que chamamos de congelamento da área da poligonal a ser removida ou desapropriada. As informações sobre a data-limite serão bem documentadas e divulgadas em toda a área do projeto em intervalos regulares de forma escrita e (conforme apropriado) não escritas e em idiomas locais relevantes. Isso incluirá a publicação de anúncios informando que pessoas que se encontrarem na área do projeto após a data-limite podem estar sujeitas à remoção.
- Alguns procedimentos administrativos e jurídicos são vitais conforme descrito nas Salvaguardas do banco, entre eles viabilização da área Livre e de posse do executor da obra. O documento deve analisar os acordos obtidos em relação à estratégia do processo com as jurisdições administrativas relevantes e os ministérios (incluindo definição clara das responsabilidades administrativas e financeiras do projeto). O documento deve analisar os acordos para a monitorização participativa das atividades do projeto em relação aos impactos (positivos e negativos) sobre os indivíduos dentro das áreas de impacto do projeto, e para a monitorização da eficácia das medidas tomadas para melhorar (ou ao menos restaurar) os rendimentos, os meios de subsistência e os padrões de vida conforme será detalhado no produto 08.

Segurança de barragens

As barragens, compreendendo barramento, estruturas associadas e reservatório, são obras importantes para uma adequada gestão dos recursos hídricos e contenção de

rejeitos de mineração ou de resíduos industriais. Sua construção e operação podem, no entanto, envolver danos potenciais para as populações e os bens materiais e ambientais existentes no entorno.

A segurança de barragens é um aspecto fundamental para todas as entidades envolvidas, como as autoridades legais e os empreendedores, bem como os agentes que lhes dão apoio técnico nas atividades, relativas à concepção, ao projeto, à construção, ao comissionamento, à operação e, por fim, ao descomissionamento (desativação), as quais devem ser proporcionais ao tipo, dimensão e risco envolvido.

Para garantir as necessárias condições de segurança das barragens ao longo da sua vida útil, devem ser adotadas medidas de prevenção e controle dessas condições. Essas medidas, se devidamente implementadas, asseguram uma probabilidade de ocorrência de acidente reduzida ou praticamente nula, mas devem, apesar disso, ser complementadas com medidas de defesa civil para minorar as consequências de uma possível ocorrência de acidente, especialmente em casos em que se associam danos potenciais mais altos.

As condições de segurança das barragens devem ser periodicamente revisadas, levando em consideração eventuais alterações resultantes do envelhecimento e deterioração das estruturas ou de outros fatores, como o aumento da ocupação nos vales a jusante.

A Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, conhecida como Lei de Segurança de Barragens, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), considerando os aspectos referidos, além de outros, e definiu atribuições e formas de controle necessárias para assegurar as condições de segurança das barragens. No art. 1º a PNSB indica que é aplicável a:

Parágrafo único. Esta Lei aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características:

I - altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros;

II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos);

III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;

IV - categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 7º desta Lei;

V - categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador, conforme definido no art. 7º desta Lei (art. 1º da Lei Federal nº12.334/2010).

A Tabela 111 apresenta as atuais barragens da RMGV que são reguladas pela PNSB.

Tabela 111 – Barragens da RMGV reguladas pela PNSB

Município	Uso Principal	Categoria de Risco	Dano Potencial Associado	Nome Curso D'Água	Possui PSB?
Serra	Dessedentação Animal	Médio	Alto	Córrego São Domingos	Não
Serra	Irrigação	Alto	Alto	Córrego São Domingos	Não
Serra	Dessedentação Animal	Médio	Alto	Córrego São Domingos	Não
Guarapari	Irrigação	Alto	Médio	SEM NOME	Não
Cariacica	Aquicultura	Alto	Médio	Rio Formate	Não
Viana	Abastecimento humano	Baixo	Alto	Rio Jucu Braço Norte	Não
Guarapari	Abastecimento humano	Médio	Médio	Rio Conceição	Não
Cariacica	Abastecimento humano	Alto	Alto	Rio Duas Bocas	Não
Vila Velha	Abastecimento humano	Médio	Baixo	Canal Camboapina	Não
Guarapari	Recreação	Alto	Médio	Rio Una	Não

Fonte: SNISB (2022).

Essa legislação atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade obrigatória por desenvolver e implementar o Plano de Segurança da Barragem (PSB), de acordo com metodologias e procedimentos adequados para garantir as condições de segurança necessárias.

O Plano de Segurança de Barragens pode ser considerado como sendo um arquivo, sistema ou até mesmo um programa de gerenciamento que contempla e abrange diversos documentos relativos a uma determinada barragem. Tais documentos abrangem desde a concepção do projeto construtivo, passando pelas características e objetivos da estrutura de contenção. Tal plano deve contemplar manuais e protocolos de procedimentos a serem adotados visando a minimização de riscos de uma dada estrutura além do registro de verificações quando das inspeções regulares, especiais, relatório e revisões. O PSB contempla também um Plano de Ação de Emergências (PAE), a ser acionado em condições de anormalidade, com risco iminente ou não de ruptura.

O PSB é um instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), previsto no art. 6º, inciso II, da Lei nº 12.334/2010, de implementação obrigatória pelo empreendedor (de barragem inserida no escopo da lei), cujo objetivo é auxiliá-lo na gestão da segurança. Deve conter dados técnicos da barragem, de construção, operação, manutenção e o panorama do estado atual da segurança por meio das

inspeções realizadas, devendo, principalmente, servir como uma ferramenta de planejamento de gestão da segurança da barragem.

O PSB serve, principalmente, para auxiliar o empreendedor na gestão da segurança da barragem, auxiliando também as entidades fiscalizadoras de segurança de barragem na verificação do cumprimento das normas atinentes ao tema.

O principal documento de referência deste capítulo é o Manual do Empreendedor Sobre Segurança de Barragens, publicado pela ANA em 2016. De acordo com a Lei nº12.334/2010, o Plano de Segurança da Barragem deve compreender, no mínimo, as informações indicadas na Tabela 112.

Tabela 112 – Conteúdo mínimo de um Plano de Segurança da Barragem (PSB)

Conteúdo mínimo de um Plano de Segurança da Barragem (PSB)
1 – Identificação do empreendedor.
2 - Dados técnicos da implantação do empreendimento, inclusive projeto “as built” projetos relevantes à operação e manutenção da barragem.
3 - Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais envolvidos na área de segurança da barragem.
4 - Guia de Inspeções, manuais de procedimentos e roteiros de inspeções de segurança, de monitoramento e relatórios de segurança da barragem.
5 - Regras operacionais dos dispositivos de descarga da barragem.
6 – Caracterização da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção e à operação da barragem.
7 - Relatórios das Inspeções de Segurança.
8 - Revisões Periódicas de Segurança.
9 - Plano de Ação de Emergência (PAE).

Fonte: Lei Federal nº 12.334/2010.

O Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens apresenta como sugestão de estrutura e organização do PSB uma série de volumes e tomos que detalham os conteúdos listados na tabela anterior. O objetivo é servir de inspiração para que os profissionais especializados elaborem seus respectivos planos. A relação dos tomos, títulos e conteúdos sugeridos está detalhada na Tabela 113 a seguir.

Tabela 113 – Organização sugerida de um Plano de Segurança da Barragem

Volume	Título	Conteúdo tomo
Volume I	Tomo 1: Informações Gerais e Declaração de Classificação da Barragem quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial	Apresenta a barragem em suas especificações técnicas. Apresenta-se a denominação oficial, classificação de risco (alta, média ou baixa) e dano potencial associado (alto, médio ou baixo). A partir das informações iniciais cadastradas, o PSB estabelece as ações a serem executadas para manter a integridade física da barragem e procedimentos em emergências.
	Tomo 2: Documentação Técnica do Empreendimento	Contém toda a documentação de projeto citada no Tomo 1 e de relevância para a elaboração do PSB, como projeto básico, projeto executivo, projeto as built, memoriais descritivos e de cálculo, sondagens, estudos hidrológicos, estudos ambientais, etc.).
Volume II	Planos e Procedimentos	Este volume compreende diretrizes gerais de elaboração do Plano de Operação, do Plano de Manutenção das Estruturas e dos Equipamentos e do Plano de Monitoramento e Instrumentação de Segurança, elementos integrantes do Plano de Segurança da Barragem. Também são abordados tópicos relacionados às inspeções de seguranças e revisão periódica de segurança.
Volume III	Registros e Controles	Este volume complementa o volume anterior, Planos e Procedimentos, apresentando os dados e registros de eventos coletados e disponibilizados em formato de relatório. Entre outros registros, as fichas de inspeção preenchidas em momento de inspeção, devem constar neste Volume. É importante arquivar os registros mais antigos para que possam ser consultados oportunamente no futuro.
Volume IV	Plano de Ação de Emergência (PAE)	Este é um documento que as barragens devem dispor caso o dano potencial associado for considerado alto. O PAE é um documento elaborado pelo empreendedor em que se estabelecem ações a serem executadas por esse em situações de emergência, bem como identificados os agentes a serem notificados de tal ocorrência.
Volume V	Tomo 1: Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB)	Este volume contém os estudos de segurança de barragem na íntegra, conforme a Resolução ANA nº 91/2012). A revisão periódica da barragem tem o objetivo de verificar o estado geral da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos, geológico-geotécnicos, sismológicos e as alterações das condições a montante e a jusante da barragem. A revisão periódica, portanto, é um amplo procedimento de segurança de barragem exigido pela Lei que deve ter uma periodicidade e conteúdo estabelecidos pelas entidades fiscalizadoras, destinada a empreendedores públicos e privados responsáveis pela barragem. Também devem ser realizadas reavaliações das condições estruturais e de fundações da barragem, bem como suas estruturas acessórias, como descarregadores de fundo e extravasores, e dos procedimentos de manutenção, operação, instrumentação e monitoramento. A revisão periódica inclui relatório conclusivo sobre o estado geral da barragem e de suas condições de segurança, bem como recomendações para

Volume	Título	Conteúdo tomo
		atualização dos critérios de projeto adotados e a correção de eventuais anomalias encontradas.
	Tomo 2: Resumo Executivo.	Este tomo deve apresentar o resumo executivo do Plano de Segurança de Barragens, o qual deve incluir informações simplificadas referentes aos seguintes aspectos: Identificação da barragem e de seu empreendedor; Identificação do Responsável Técnico pela Revisão Periódica; Período de realização do trabalho; Listagem dos estudos realizados; Conclusões; Recomendações sobre as melhorias a implementar e sobre o respectivo plano de ação.

Fonte: Lei Federal nº 12.334/2010.

Considerando as determinantes da PNSB, o item 0 apresentará as proposições do PDAU que deverão obedecer a essa política contando com a elaboração de PSB.

Compilação dos Requisitos

Considerando o detalhamento realizado nos itens anteriores, a Tabela 114 e a Tabela 115 a seguir apresentam a aplicabilidade das salvaguardas do Banco Mundial e a relação das licenças/ estudos necessários para cada alternativa escolhida, respectivamente.

Tabela 114 – Relevância das Normas Ambientais e Sociais para o projeto

Bacia	Alternativa Selecionada	ESS1 Avaliação Ambiental e Social	ESS2 Condições de Trabalho	ESS3 Eficiência, Recursos, Poluição	ESS4 Saúde e Segurança	ESS5 Aquisição de Terras e Reassentamento	ESS6 Biodiversidade Uso Sustentável	ESS7 Povos Indígenas	ESS8 Patrimônio Cultural	ESS9 Financiamento Intermediário	ESS10 Envolvimento Partes Interessadas
1 – BH Rio Preto	BH-Preto-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
2 – BH Reis Magos	BH-Reis-Magos-2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
3 – BH Córrego Joãozinho	BH-Joaozinho-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
4 – BH Juara-Jacuném	BH-Juara-Jacunem-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
5 – BH Manguinhos Maringá	BH-Mang-Maringa-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
6 - BH Jucu Marinho - SB 1 Draga	SUB1-002	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
6 - BH Jucu Marinho - SB 2 Bigossi Costa	SUB2-002	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
6 - BH Jucu Marinho - SB 3	SUB3-002	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
6 - BH Jucu Marinho - SB 4 Formate	SUB4-001	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
6 - BH Jucu Marinho - SB 5 Ribeira – Santo Agostinho	SUB5-001	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
7 – BH Rio Perocão	BH-Perocao-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
8 – BH Rio Jabuti	BH-Jabuti-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
9 – BH Meaípe	BH-Meaípe-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim

Bacia	Alternativa Selecionada	ESS1 Avaliação Ambiental e Social	ESS2 Condições de Trabalho	ESS3 Eficiência, Recursos, Poluição	ESS4 Saúde e Segurança	ESS5 Aquisição de Terras e Reassentamento	ESS6 Biodiversidade Uso Sustentável	ESS7 Povos Indígenas	ESS8 Patrimônio Cultural	ESS9 Financiamento Intermediário	ESS10 Envolvimento Partes Interessadas
10 – BH Rio Santa Maria da Vitória	-	-	-	-	-	-	Sim	Não	Não	Não	Sim
11 – BH Rio Itanguá	BH-Itangua-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
12 – BH Ilha de Vitória	BH-Ilha-Vitoria-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
13 – BH Rio Uma	BH-Una-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
14 – BH Rio Bubu	BH-Bubu-1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 115 – Relação de licenças e autorizações por alternativa selecionada

Bacia	Alternativa Selecionada	Licenciamento ambiental (LP + LI + LO)	Plano de Reassentamento Involuntário	Plano de Desapropriação	Plano de Segurança de Barragens
1 – BH Rio Preto	BH-Preto-1	Sim	Sim	Sim	Não
2 – BH Reis Magos	BH-Reis-Magos-2	Sim	Não	Sim	Sim
3 – BH Córrego Joãozinho	BH-Joaozinho-1	Sim	Não	Não	Não
4 – BH Juara-Jacuném	BH-Juara-Jacunem-1	Sim	Sim	Não	Não
5 – BH Manguinhos Maringá	BH-Mang-Maringa-1	Sim	Não	Não	Não
6 - BH Jucu Marinho - SB 1 Draga	SUB1-002	Sim	Sim	Não	Não
6 - BH Jucu Marinho - SB 2 Bigossi Costa	SUB2-002	Sim	Não	Não	Não
6 - BH Jucu Marinho - SB 3	SUB3-002	Sim	Sim	Sim	Não
6 - BH Jucu Marinho - SB 4 Formate	SUB4-001	Não	Sim	Não	Não
6 - BH Jucu Marinho - SB 5 Ribeira – Santo Agostinho	SUB5-001	Não	Não	Não	Não
7 – BH Rio Perocão	BH-Perocao-1	Sim	Não	Sim	Sim

Bacia	Alternativa Selecionada	Licenciamento ambiental (LP + LI + LO)	Plano de Reassentamento Involuntário	Plano de Desapropriação	Plano de Segurança de Barragens
8 – BH Rio Jabuti	BH-Jabuti-1	Sim	Não	Não	Não
9 – BH Meaípe	BH-Meaípe-1	Não	Não	Não	Não
10 – BH Rio Santa Maria da Vitória	-	-	-	-	-
11 – BH Rio Itanguá	BH-Itangua-1	Sim	Não	Sim	Não
12 – BH Ilha de Vitória	BH-Ilha-Vitoria-1	Sim	Não	Não	Não
13 – BH Rio Uma	BH-Una-1	Sim	Sim	Sim	Sim
14 – BH Rio Bubu	BH-Bubu-1	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

6 Estimativa de custo

Uma vez consolidadas as propostas de medidas para cada bacia hidrográfica urbana da RMGV, com a determinação, quantificações e detalhamentos das ações a serem realizadas, procede-se à estimativa dos custos de contratação de estudos, projetos e/ou obras previstos. A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada e os resultados obtidos para as alternativas propostas no capítulo 3.

Metodologia

Os modelos utilizados para a estimativa de custos e orçamentação são a estimativa paramétrica e a estimativa *bottom-up*, ambas baseadas no Project Management Body of Knowledge – PMBoK (PMI, 2021), que utiliza relações estatísticas para estimar custo e duração das atividades com base em dados históricos, valores de referência e parâmetros do projeto. Os procedimentos buscam atender uma acurácia de $\pm 30\%$, correspondente à fase de proposição e delimitação de escopo das medidas estruturais e de controle. Cabe ressaltar que os valores estabelecidos consistem em uma ordem de grandeza de custos das medidas propostas, com nível de acurácia considerado baixo.

A parametrização consiste em correlacionar, por aproximação, os serviços e preços dos principais itens da construção, com base em banco de dados elaborado de projetos passados, desde que se saiba extrair e reter as informações adequadamente. As parametrizações aplicam-se às quantidades e custos e podem ser realizadas mesmo com poucas informações disponíveis nas fases iniciais do projeto (Gonçalves & Ceotto, 2014).

Os preços referenciais utilizados para a elaboração de orçamentos das medidas propostas foram obtidos majoritariamente com a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB/ES. Na ausência de preços para item ou serviço dispostos nas tabelas disponibilizadas pela SEDURB, foram adotadas composições provenientes de outros sistemas mantidos por órgãos e entidades públicas ou privadas com aplicação da abordagem *bottom-up*.

As seguintes premissas econômico-financeiras foram utilizadas para estimativa de custos:

- O modelo econômico é elaborado em fluxo monetário real e os valores são apresentados a preços constantes de 2022;
- Utiliza-se como índice de inflação para correções monetárias o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), produzido pelo Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor – SNIPC (IBGE, 2022);
- Determina-se como data-base adotada o dia 30 de junho de 2022.

Resultados

A seguir são apresentados os resultados das estimativas de custos para cada tipo de intervenção proposta, categorizadas em medidas estruturais e alternativas de medidas de controle.

6.1.1 Medidas estruturais

A Tabela 116 apresenta o resumo dos valores de referência utilizados para a estimativa de investimentos (Capital Expenditure – CAPEX) das medidas estruturais propostas.

Tabela 116 – Valores de referência utilizados para a estimativa de investimentos (CAPEX) das medidas estruturais

Medida	Custo	Unidade	Data-base	Referência
Reservatório de amortecimento - linear ou escavado	R\$388	R\$/m ³	junho/2022	SINAPI (2018)
Reservatório de amortecimento - Barragem	R\$5,31	R\$/m ³		CESAN (2018)
Alargamento de seção de canal	R\$1.057.717	R\$/m		SEDURB-ES (2021)
Limpeza e regularização da calha do rio	R\$284.082	R\$/km		SEDURB-ES (2021)
Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia	R\$47.999.959	R\$/dispositivo		SINAPI (2018)
Bueiro	R\$73.183	R\$/unidade		(Araçaí, 2017)
Galeria	R\$7.689	R\$/m		SEDURB-ES (2020, 2021, 2022)

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Para todos os tipos de medidas adotadas, os gastos operacionais (Operational Expenditure – OPEX) anuais são estimados em 2% dos investimentos (CAPEX).

A seguir, apresenta-se a pormenorização da estimativa dos valores de referência adotados, para cada tipo de medida estrutural proposta.

Reservatório de amortecimento

Para as medidas que propõem a implantação de reservatórios de amortecimento, são considerados dois tipos de intervenção:

- Reservatório linear ou escavado

Para as medidas que propõem a implantação de reservatórios lineares ou escavados, utilizou-se como referência o estudo de Feitosa (2018), que apresenta o orçamento de implementação de 9 reservatórios de retenção, em que se adotou serviços presentes no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI/CAIXA e SINAPI/IBGE. Com base no custo de implementação e no volume de amortecimento de cada reservatório, alcançou-se o valor médio paramétrico de R\$ 387,88 por m³, a preços de junho de 2022.

- Barragem

Para as alternativas em que adotou a nomenclatura "reservatório de amortecimento" de forma genérica, conforme recomendações nas reuniões do grupo de sustentação, mas que se tratam da implementação de uma barragem, utilizou-se como parâmetro a construção da Barragem dos Imigrantes, no Rio Jucu, cujo investimento foi da ordem de R\$ 96,5 milhões e capacidade de armazenamento de 23 bilhões de litros (CESAN, 2018). Com base no custo de implementação e no volume de armazenamento da barragem, alcançou-se o valor médio paramétrico de R\$ 5,31 por m³, a preços de junho de 2022.

Aumento da condutividade hidráulica do canal

Para as medidas definidas como aumento da condutividade hidráulica do canal, são considerados dois tipos de intervenção:

- Alargamento de seção de canal

Para as medidas que preveem o alargamento de seção de canal, tomou-se como base para estimativa de custos a obra de drenagem e urbanização do Canal Guaranhuns (SEDURB-ES, 2021), a qual permitiu a determinação de um custo médio de execução de R\$ 1.057.717,48 por metro de canal, a preços de junho de 2022.

- Limpeza e regularização da calha do rio

Para as medidas indicadas como limpeza e regularização ou conformação da calha de rios, utilizou-se como referência o custo de Contratação de Empresa para Prestação de Serviços de Desassoreamento e Limpeza de Canais, Córregos, Rios e Galerias de Drenagem Situados no Estado do Espírito Santo, Incluindo Transporte para Aterro Sanitário (SEDURB-ES, 2021), e calculou-se o custo do serviço na ordem de R\$ 284.082,22 por quilômetro, a preços de junho de 2022.

Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia

Conforme definido no capítulo 3, dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos compreendem a combinação de pavimentos permeáveis, jardins de chuvas, valas de infiltração, poços de infiltração, reservatórios lineares e reservatórios

pontuais. Em função da estimativa do volume total a ser amortecido, aferiu-se a área equivalente de jardins de chuva, ou a extensão de pavimentos permeáveis (com largura de 8,00 m) ou a extensão de reservatórios lineares (com largura de 5,5 m e profundidade de 1,5 m). Optou-se pelos reservatórios lineares para fins de estimativa de custos, por ser uma solução de menor custo em comparação às outras duas. Dessa forma, o valor médio adotado como parâmetro para a estimativa foi de R\$ 387,88 por m³, a preços de junho de 2022 (Feitosa, 2018).

Bueiro

Nas medidas em que se propõe a instalação de múltiplos bueiros, a referência orçamentária utilizada foi a tomada de preços para contratação de empresa especializada para prestar serviços de engenharia: instalação de dois bueiros em tubo armco da Prefeitura de Araçá-MG (Araçá, 2017). O custo unitário de instalação de um bueiro considerado é de R\$ 73.183,18, a preços de junho de 2022.

Galeria

Para as medidas definidas como implantação de galeria, tomou-se como base para estimativa de custos o valor médio, em R\$/m, de implementação de galerias de 3 composições de preços de obras disponibilizadas pela SEDURB. São elas:

- GALERIAS GUARANHUNS 3 e 4 - AVENIDA AMAZONAS E RUA SÃO PAULO, BAIRRO JOCKEY DE ITAPARICA (SEDURB-ES, 2020);
- GALERIAS JARDIM DE ALAH 2 E 3 (RUA LUIZ LAMEIRO, RUA GETÚLIO BONELLY, RUA DEZESSEIS E RUA MOACIR RIBEIRO) (SEDURB-ES, 2020);
- Galerias contrato 08 - Galeria Aribiri e Galeria Ernesto Guimarães, no município de Vila Velha/ES (SEDURB-ES, 2021).

Com base no custo de implementação e na extensão de cada galeria, alcançou-se o valor médio paramétrico de R\$ 7.689,19 por m, a preços de junho de 2022.

6.1.2 Alternativas de medidas de controle

A Tabela 117 apresenta o resumo dos valores de referência utilizados para a estimativa de custos das medidas de controles propostas.

Tabela 117 –Valores de referência utilizados para a estimativa de custos das medidas de controle

Medida	CAPEX	Unid.	CAPEX	Unid.	Data-base	Referência
Desapropriação e Indenização	R\$96.628	R\$/processo	R\$465.199 *	R\$/ha	junho /2022	CESAN (2021) e C2M HILL (2001)
Remoção e Reassentamento	R\$104.579	R\$/imóvel				Teresina (2019) e C2M HILL (2001)
Soluções Adaptativas - Sistema de esgotamento sanitário	R\$80.792	R\$/ha	-	-		IOPES (2020)
Soluções Adaptativas - Drenagem urbana	R\$43.750	R\$/ha	-	-		IOPES (2022)
Soluções Adaptativas - Pavimentação de vias e passeios	R\$464.235	R\$/ha	-	-		IOPES (2018)

*** Custo de implantação de parque na área remanescente**

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A seguir, apresenta-se a pormenorização da estimativa dos valores de referência adotados, para cada tipo de medida de controle proposta.

Desapropriação / Indenização

Dentro das Soluções Urbanas de Remoção / Reassentamento (Situação Tipo 1), a estimativa de investimentos da medida 1A, definida como Desapropriação / Indenização, tomou como referência o Plano Abreviado de Reassentamento Balneário Ponta da Fruta (CESAN, 2021). O plano previu o pagamento de créditos indenizatórios de desapropriação e servidão administrativa, com como provisão de despesas judiciais e perícia judicial. O valor de investimento médio adotado como parâmetro para a estimativa foi de R\$ 96.628,15 por processo, a preços de junho de 2022.

No caso específico das medidas estruturais definidas como “reservatório de amortecimento”, prevê-se os custos de desapropriação de propriedades privadas nas áreas de implementação de alguns deles. A Tabela 118, apresenta um resumo das proposições definidas como reservatório de amortecimento e a área de

desapropriação considerada em cada uma delas.

Tabela 118 – Reservatórios de amortecimento e áreas de desapropriação considerada

Código	Proposições	Classificação	Sobreposição com Medida de controle?	Área de Desapropriação (hectares)	Observação
FUN-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento no afluente	Barragem	Não	23,42	Área rural privada.
FUN-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento no afluente	Barragem	Não	23,42	Área rural privada.
FUN-002-C	Implantação de reservatório de amortecimento no afluente	Barragem	Não	20,48	Considerado valor médio de 40% da área do reservatório.
BUB-001-C	Implantação de reservatório de amortecimento em linha à montante do trecho urbano	Barragem	Não	4,78	Área rural privada.
ITA-001-C	Implantação de reservatório de amortecimento à montante da BR-101	Barragem	Não	4,56	Área rural privada.
FRA-001-G	Implantação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Vitória	Reservatório linear	Não	0,00	Embaixo de uma avenida. Não há desapropriação.
FRA-001-H	Implantação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Gal. Mascarenhas	Reservatório linear	Não	0,00	Embaixo de uma avenida. Não há desapropriação.
COS-002-B	Implantação de reservatório de amortecimento linear	Reservatório linear	Sim	0,00	Não há desapropriação.
BIG-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento linear	Reservatório linear	Sim	0,00	Não há desapropriação.
MARIN-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento em linha	Escavado	Não	26,32	Área rural privada.
PRE-001-B	Implantação de Reservatório de Amortecimento em linha à montante da ES-010	Escavado	Sim	4,94	Diferença entre a área do reservatório e a área de desapropriação considerada nas soluções adaptativas.
PER-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento inline	Escavado	Sim	25,48	Área rural privada.

Código	Proposições	Classificação	Sobreposição com Medida de controle?	Área de Desapropriação (hectares)	Observação
PER-001 -C	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060	Barragem	Não	187,00	Área rural privada.
UNA-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060	Barragem	Sim	377,00	Área rural privada.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Além dos custos de desapropriação/indenização, de modo a garantir a não ocupação do local, faz-se necessário incluir o custo da implantação de parque na área remanescente. Para tal, considerou-se o custo de implementação por hectare de um parque alagável (wetland) da ordem de R\$ 465.198,54 (a preços de junho de 2022), tomando-se como referência o Projeto Conceitual de Wetlands para o Rio Iguaçu e Visão Geral da Tecnologia Aplicada (CH2M HILL, 2001) preparado para a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, órgão do Governo do Estado do Paraná.

Os gastos operacionais (OPEX) anuais são estimados em 2% dos investimentos (CAPEX).

Remoção e Reassentamento

Ainda nas Soluções Urbanas de Remoção / Reassentamento (Situação Tipo 1), a estimativa de custos da medida 1B, definida como Remoção e Reassentamento, baseou-se no Plano de Reassentamento Involuntário – PRI da Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (Teresina, 2019). O plano calcula o pagamento de créditos indenizatórios por afetação parcial e total, bem como referentes ao auxílio moradia. considera também custos relacionados a aluguel social, construção de residenciais, manutenção da UPS (6 meses), serviço de transporte para mudança das famílias e serviço de monitoramento de avaliação ex-post. O valor de investimento médio adotado como parâmetro para a estimativa foi de R\$ 104.578,97 por imóvel desapropriado, a preços de junho de 2022.

Tal qual para o caso de desapropriações, além dos custos de remoção e reassentamento, inclui-se o custo da implantação de parque na área remanescente, de modo a garantir a não ocupação do local. Para tal, considerou-se o custo de implementação por hectare de um parque alagável (wetland) da ordem de R\$ 465.198,54 (a preços de junho de 2022), tomando-se como referência o Projeto Conceitual de Wetlands para o Rio Iguaçu e Visão Geral da Tecnologia Aplicada (CH2M HILL, 2001) preparado para a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, órgão do Governo do Estado do Paraná.

Os gastos operacionais (OPEX) anuais são estimados em 2% dos investimentos (CAPEX).

Soluções Adaptativas

Dentro das Soluções Urbanas de convivência com a inundação (Situação Tipo 2), considera-se para fins de estimativa de custos as medidas definidas como soluções adaptativas 2A (Urbanização Consolidada) e 2B (Urbanização Precária). Os custos previstos para essas medidas consideram a adaptação no âmbito público, através da modificação de infraestrutura de mobilidade urbana, esgotamento sanitário e

resíduos sólidos, tanto para áreas de urbanização consolidada quanto de urbanização precária, e a requalificação urbana, somente para áreas de urbanização precária.

A estimativa de investimentos de requalificação urbana (2B Urbanização Precária) considerou 3 componentes, cujos valores de referência são indicados abaixo (a preços de junho de 2022):

- Implementação de sistema de esgotamento sanitário, considerando rede de esgoto, contendo fossa e filtro, inclusive tubos e conexões de ligação entre caixas (IOPES, 2020): R\$ 80.792,49 por hectare;
- Drenagem urbana (IOPES, 2022): R\$ 43.750,00 por hectare;
- Pavimentação de vias e passeios (IOPES, 2018): 464.235,13 por hectare.
- Total: R\$ 588.777,62 por hectare.

Os gastos operacionais (OPEX) anuais envolvem o sistema de limpeza pública. O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2022) apresenta uma avaliação de acordo com as regiões brasileiras. Em 2020, os valores médios das despesas per capita com os serviços de manejo de resíduos sólidos na Região Sudeste foram da ordem de R\$ 156,71/habitante/ano. Aplicando-se o índice IPCA, chega-se ao valor de R\$ 184,19/habitante/ano para o ano de 2022. Considerando-se a população estimada e a área territorial dos municípios da RMGV (IBGE Cidades, 2022), calculou-se a densidade demográfica e o custo anual por hectare com os serviços de manejo de resíduos sólidos para cada um deles (Tabela 119).

Tabela 119 – Custo anual por hectare com serviços de manejo de resíduos sólidos, RMGV

Município	Custo (R\$/ha/ano)
Cariacica	2.545,06
Fundão	143,70
Guarapari	401,30
Serra	1.805,39
Viana	476,20
Vila Velha	4.456,70
Vitória	7.008,20

Fonte: SNIS (2022) e IBGE Cidades (2022).

Para efeitos de estimativa de investimentos das soluções adaptativas 2A (Urbanização Consolidada), considerou-se 30% dos custos de requalificação urbana (2B Urbanização Precária).

6.1.3 Estudos complementares

Para as alternativas selecionadas por meio da análise multicritério, estima-se os custos para a elaboração de estudos complementares referentes ao conjunto de intervenções de cada bacia. Os estudos complementares abarcam estudos de licenciamento ambiental (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação), Plano de Desapropriação, Plano de Reassentamento Involuntário e Plano de Segurança de Barragens. A estimativa paramétrica baseou-se em estudos do setor de energia elétrica, o qual possui informações relativamente acuradas acerca dos custos de licenciamento ambiental de empreendimentos.

O relatório “Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil” (Banco Mundial, 2008), que apresenta os resultados de estimativas feitas sobre os custos totais do licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas, sugere que os custos associados aos aspectos sociais – terras e aprimoramentos, reassentamentos populacionais, compensações para as famílias deslocadas, apoio às comunidades e patrimônio cultural – representam de 15,2% a 20,1% dos custos totais do empreendimento.

Já a “Nota Técnica PR 07/18: Premissas e Custos da Oferta de Energia Elétrica no horizonte 2050” (Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2018), aponta que a incidência média dos Custos Fundiários e Ações Socioambientais em relação ao Custo Direto Total de empreendimentos hidrelétricos de 2007 a 2015 é da ordem de 20%. Tais custos compreendem aquisição de terrenos, relocações de infraestruturas e programas socioambientais.

Dessa forma, para fins de estimativa de custos dos programas complementares das alternativas selecionadas, adota-se o valor médio de 17,5% do investimento (CAPEX) da respectiva alternativa.

Resumo

A Tabela 120 apresenta o resumo dos custos estimados para as alternativas das 14 bacias hidrográficas.

Tabela 120 – Custos estimados para as alternativas, por bacia hidrográfica

Bacia	Alternativa Selecionada	CAPEX (R\$)	OPEX (R\$)	Estudos Complementares (R\$)	Total CAPEX + Estudos (R\$)
1 - BH Rio Preto	BH-Preto-1	53.083.056	1.021.300	6.967.151	60.050.207
2 - BH Reis Magos	BH-Reis-Magos-2	67.200.321	1.223.620	8.820.042	76.020.363
3 - BH Rio Joãozinho	BH-Joaozinho-1	264.911.207	5.243.108	11.589.865	276.501.072
4 - BH Juara-Jacuném	BH-Juara-Jacunem-1	1.843.373.171	35.389.430	161.295.152	2.004.668.324
5 - BH Manguinhos Maringá	BH-Mang-Maringa-1	42.585.012	838.711	1.863.094	44.448.107
6 - BH Jucu Marinho - SB 1 Draga	SUB1-002	6.582.025	121.700	575.927	7.157.952
6 - BH Jucu Marinho - SB 2 Bigossi Costa	SUB2-002	45.356.257	898.054	1.984.336	47.340.593
6 - BH Jucu Marinho - SB 3	SUB3-002	455.978.931	9.050.515	59.847.235	515.826.166
6 - BH Jucu Marinho - SB 4 Formate	SUB4-001	2.942.893	9.211	128.752	3.071.644
6 - BH Jucu Marinho - SB 5 Ribeira – Santo Agostinho	SUB5-001	572.292	13.749	0	572.292
7 - BH Rio Perocão	BH-Perocao-1	1.830.864.854	36.174.468	240.301.012	2.071.165.866
8 - BH Rio Jabuti	BH-Jabuti-1	955.125.128	18.850.589	41.786.724	996.911.852
9 - BH Rio Meaípe	BH-Meaípe-1	3.486.741	2.263	0	3.486.741
10 - BH Rio Santa Maria da Vitória	-	-	-	-	-
11 - BH Rio Itanguá	BH-Itangua-1	6.781.968	128.269	593.422	7.375.391
12 - BH Ilha de Vitória	BH-Ilha-Vitoria-1	773.528.408	15.315.862	33.841.868	807.370.275
13 - BH Rio Una	BH-Una-1	780.492.858	14.896.735	136.586.250	917.079.108
14 - BH Rio Bubu	BH-Bubu-1	1.081.863.047	21.119.224	141.994.525	1.223.857.572

7 Conclusão e Resultados

Neste produto foram apresentadas as proposições de medidas estruturais e medidas não estruturais para as bacias hidrográficas da RMGV. A construção deste material é reflexo dos levantamentos e diagnósticos apresentados em produtos anteriores e de discussões com o grupo de sustentação, que se iniciou com a definição dos conceitos gerais que norteiam a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Com isso, os critérios e premissas para a definição das medidas foram estabelecidos e a metodologia adotada registrada, permitindo um entendimento do processo de concepção do PDAU.

Em seguida, as bacias hidrográficas da RMGV foram analisadas tendo por base a mancha do prognóstico. O impacto dessa mancha nas áreas urbanas condicionou a formulação de alternativas de medidas estruturais, que com o auxílio da modelagem hidráulica-hidrológica, capacitaram o entendimento das manchas remanescentes. Com isso, se estabeleceu medidas de controle que garantem a convivência com esse novo cenário.

Tendo então, no geral, duas alternativas para cada uma das bacias hidrográficas, o PDAU adotou uma metodologia de análise multicritério para selecionar àquela alternativa que fosse adequada do ponto de vista de critérios de eficiência, socioterritorial, ambiental, técnico-econômico e repercussão política. Com a seleção da alternativa, estabelece-se o panorama das intervenções do PDAU-RMGV (Tabela 121). Os custos totais refletem também os custos de realização dos estudos complementares (licenciamento ambiental, plano de desapropriação, plano de reassentamento involuntário e plano de segurança de barragem), quando necessários.

Os resultados de cada bacia hidrográfica do PDAU podem ser verificados na Tabela 121, a seguir.

Deste modo se finaliza este Produto – Tomo I com as alternativas escolhidas para cada bacia hidrográfica. As proposições escolhidas serão simuladas para os TRs de 5, 10, 50 e 100 anos e serão apresentadas no Tomo II. Além disso, as proposições escolhidas são objeto das práticas de gestão desenvolvidas no Produto 7, se relacionam com os programas complementares propostos pelo Produto 8 e estarão materializadas no plano de ação para cada bacia hidrográfica no Produto 9.

Tabela 121 – Resultados das Intervenções escolhidas nas Bacias Hidrográficas do PDAU

Corpo Hídrico	Intervenção	Custo (CAPEX) (R\$)
Bacia Hidrográfica 1 – Rio Preto		
Rio Preto	PRE-001-A - Aumento da condutividade hidráulica sob a ES-010	R\$15,865,762.15
	PRE-001-B - Implantação de Reservatório de Amortecimento à montante da ES-010	R\$33,375,907.38
	PRE-001-C - Medidas de controle nas manchas remanescentes	R\$3,841,386.13
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2B Soluções Adaptativas (0,2 hectares) • Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (1,2 hectares) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,1 hectares) • Polígono 4 – 1B Remoção e Reassentamento (0 domicílios) + Parque Alagável (0,2 hectares) • Polígono 5 – 2B Soluções Adaptativas (0,4 hectares) • Polígono 6 – 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,9 hectares) • Polígono 7 – 2B Soluções Adaptativas (0,9 hectares) • Polígono 8 – 1B Remoção e Reassentamento (5 domicílios) + Parque Alagável (0,6 hectares) • Polígono 9 – 2B Soluções Adaptativas (0,2 hectares) • Polígono 10 – 2B Soluções Adaptativas (0,2 hectares) • Polígono 11 – 2E Zoneamento 	
Custo Total		R\$53,083,055.66
Bacia Hidrográfica 2 – Reis Magos		
Rio Reis Magos	REI-001-A - Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)	R\$ 1.190.508,34
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – Situação Tipo 2A Soluções Distribuídas (0,6 hectare) e Soluções Adaptativas (2,5 hectares) • Polígono 2 – Situação Tipo 2A Soluções Distribuídas (0,2 hectare) e Soluções Adaptativas (0,8 hectare) • Polígono 3 – Situação Tipo 2A Soluções Distribuídas (0,5 hectare) e Soluções Adaptativas (2,1 hectares) • Polígono 4 – 2E Zoneamento 	
Rio Sauanha	SAU-001-A - Medidas de controle nas manchas remanescentes (prognóstico)	R\$ 4.862.452,13
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – Situação Tipo 2B Soluções Distribuídas (0,1 hectare) e Soluções Adaptativas (0,5 hectare) • Polígono 2 – Situação Tipo 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (0,7 hectare) • Polígono 3 – Situação Tipo 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (0,6 hectare) • Polígono 4 – 2E Zoneamento 	

Corpo Hídrico	Intervenção	Custo (CAPEX) (R\$)
Rio Fundão	FUN-002-A - Implantação de reservatório de amortecimento em linha a montante da sede do município.	R\$31,830,168.14
	FUN-002-B - Regularização da calha na área urbana da sede do município	R\$644,866.64
	FUN-002-C - Implantação de reservatório de amortecimento no afluente	R\$28,372,049.31
	FUN-002-D - Medidas de controle nas manchas remanescentes	R\$300,276.58
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2A Soluções Adaptativas (3,0 hectares) Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (2,0 hectares) Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (0,9 hectare) Polígono 4 – 2A Soluções Adaptativas (1,6 hectare) Polígono 5 – Situação Tipo 2E Zoneamento 	
Custo Total		R\$ 67.200.321,15
Bacia Hidrográfica 3 – Córrego Joãozinho		
Córrego Joãozinho	JOA-001-A - Aumento da condutividade hidráulica da galeria fechada (rua Estados Unidos)	R\$264,500,389.64
	JOA-001-B - Aumento da condutividade hidráulica do canal aberto (trecho aproximado de 700 m a montante da ES-010)	R\$198,857.56
	JOA-001-C - Medidas de controle na mancha remanescente	R\$211,959.94
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (1,2 hectare) 	
Custo Total		R\$ 264.911.207,14
Bacia Hidrográfica 4 – Juara-Jacuném		
Lagoa Juara	JUA-001-A - Aumento da condutividade da seção sob a rodovia avenida Lagoa Juara	R\$31,731,524.29
	JUA-001-B - Aumento da condutividade hidráulica sob a avenida Audifax Barcelos Neves (trecho final do Doutor Róbson)	R\$219,549.54
	JUA-001-C - Medidas de controle na mancha remanescente	R\$28,091,718.09
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (11,7 hectares) Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (0,7 hectare) Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (49,7 hectares) Polígono 5 – 2B Soluções Adaptativas (3,8 hectares) Polígono 6 – 1B Remoção e Reassentamento (30 domicílios) + Parque Alagável (3,9 hectares) Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (2,3 hectares) 	
Lagoa Jacuném	JAC-001-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)	R\$37,627,807.85
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento 	

Corpo Hídrico	Intervenção	Custo (CAPEX) (R\$)
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (1,3 hectare) Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (100 domicílios) + Parque Alagável (1,3 hectare) Polígono 4 – 1B Remoção e Reassentamento (10 domicílios) + Parque Alagável (1,5 hectare) Polígono 5 – 1B Remoção e Reassentamento (50 domicílios) + Parque Alagável (2,5 hectares) Polígono 6 – 2B Soluções Adaptativas (0,4 hectare) Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (0,8 hectare) Polígono 8 – 2B Soluções Adaptativas (1,2 hectare) Polígono 9 – 1B Remoção e Reassentamento (70 domicílios) + Parque Alagável (2,2 hectares) Polígono 10 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (1,9 hectare) 	
Córrego Doutor Robson	ROB-001-A - Aumento da condutividade da seção no trecho urbano	R\$1,745,702,571.65
	ROB-001-B - Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)	R\$-
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento 	
Custo Total		R\$ 1.843.373.171,41
Bacia Hidrográfica 5 – Manguinhos-Maringá		
Córrego Manguinhos	MAN-001-A - Aumento de condutividade de seção da ponte a montante (avenida industrial)	R\$42,320,062.34
	MAN-001-B - Consolidação de seção em estrutura de proteção hidráulica (ponte avenida Bicanga)	***
	MAN-001-C - Medidas de controle na mancha remanescente	R\$-
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento 	
Córrego Maringá	MAR-001-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)	R\$264,949.93
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (2,1 hectare) Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (40 domicílios) + Parque Alagável (2,2 hectare) Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (0,6 hectare) 	
Custo Total		R\$ 42.585.012,27
Bacia Hidrográfica 6 - Jucu		
Rio da Draga	DRA-002-A - Consolidação das estruturas de controle das lagoas existentes	R\$1,079,512.44
Sub-bacia 1	SUB1-002-A – Medidas de controle na mancha remanescente	R\$5,429,328.93
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 - 2E Zoneamento Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,1 hectare) Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (10 domicílios) + Parque Alagável (1,4 hectare) Polígono 4 - 2B Soluções Adaptativas (13,8 hectare) Polígono 5 - 2B Soluções Adaptativas (2,2 hectare) 	

Corpo Hídrico	Intervenção	Custo (CAPEX) (R\$)
Córrego Bigossi	BIG-002-A - Implantação de reservatório de amortecimento linear	R\$8,570,911.49
Canal da Costa	COS-002-A - Desativação da EBAP Élcio Alvares	*
	COS-002-B - Implantação de reservatório de amortecimento linear	R\$36,785,345.65
Canal e Rio Marinho	MARIN-002-A - Implantação de reservatório de amortecimento em linha	R\$450,228,639.74
Canal Cobilândia	COB-002-A - Remoção de ligação do Canal Cobilândia com o Canal Marinho	R\$511,348.00
Sub-bacia 3	SUB3-002-A – Medidas de controle na mancha remanescente	R\$5,238,943.23
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento de Inundação • Polígono 2 - 2B Soluções Adaptativas (12,0 hectares) • Polígono 3 - 2B Soluções Adaptativas (1,5 hectares) • Polígono 4 - 2B Soluções Adaptativas (5,1 hectares) • Polígono 5 - 2B Soluções Adaptativas (8,9 hectares) • Polígono 6 - 2B Soluções Adaptativas (1,4 hectares) • Polígono 7 - 2B Soluções Adaptativas (0,7 hectares) 	
Sub-bacia 4	SUB4-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)	R\$2,942,892.65
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) + Parque Alagável (1,8 hectare) 	
Sub-bacia 5	SUB5-001-A – Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)	R\$572,291.84
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (3,2 hectare) 	
Custo Total		R\$ 511.432.397,17
Bacia Hidrográfica 7 – Perocão		
Rio Perocão	PER-001-A - Implantação de reservatório de amortecimento inline	R\$179,067,517.01
	PER-001-B - Aumento da condutividade hidráulica do canal paralelo a rua Domingos José Barbosa (afluente do Rio Perocão)	R\$1,480,804,466.89
	PER-001 -C - Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060	R\$166,713,045.75
	PER-001-D - Medidas de controle nas manchas remanescentes	R\$4,279,824.50
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (15,6 hectare) • Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (4,2 hectare) • Polígono 4 - 2A Soluções Adaptativas (4,4 hectare) 	
Custo Total		R\$ 1.830.864.854,15
Bacia Hidrográfica 8 - Jabuti		
Rio Jabuti	JAB-001-A - Readequação da estrutura hidráulica da CESAN e aumento de condutividade do trecho entre a ES-060 e a montante da estrutura	R\$951,945,728.72
	JAB-001-B - Medidas de controle na mancha remanescente (à jusante)	R\$3,179,399.13
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento 	

Corpo Hídrico	Intervenção	Custo (CAPEX) (R\$)
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (18,0 Hectare) 	
Custo Total		R\$ 955.125.127,85
Bacia Hidrográfica 9 - Meaípe		
Rio Meaípe	MEA-001-A - Medidas de controle na mancha remanescente (prognóstico)	R\$ 3.486.741,05
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento Polígono 2 – 2A Soluções Adaptativas (9,5 hectare) Polígono 3 – 2A Soluções Adaptativas (10,2 hectare) 	
Custo Total		R\$ 3.486.741,05
Bacia Hidrográfica 10 – Santa Maria da Vitória		
O PDAU apresentou alternativas de proposições, contudo, se faz necessário a realização de estudos posteriores para a definição das intervenções.		
Bacia Hidrográfica 11 - Itanguá		
Rio Itanguá	ITA-001-A - Aumento da condutividade da seção no trecho urbano	R\$624,980.89
	ITA-001-B - Implementação de estrutura de controle hidráulico	*
	ITA-001-C - Implementação de reservatório de amortecimento à montante da BR-101	R\$5,167,841.21
	ITA-001-D - Medidas de controle na mancha remanescente	R\$989,146.40
	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,6 hectare) 	
Custo Total		R\$ 6.781.968,49
Bacia Hidrográfica 12 – Ilha de Vitória		
Bacia Portinari	POR-001-A - Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia	R\$47,999,959.14
Bacia Bento Ferreira	BEN-001-A - Implantação de reservatório de amortecimento	**
	BEN-001-B - Implantação de reservatório de amortecimento	**
	BEN-001-C - Implantação de reservatório de amortecimento	**
Córrego Fradinhos	FRA-001-A - Implantação do Reservatório de Amortecimento R1 (Fonte: Prefeitura)	**
	FRA-001-B - Implantação do Reservatório de Amortecimento R2 (Fonte: Prefeitura)	**
	FRA-001-C - Ampliação da seção no trecho à montante (Fonte: Prefeitura)	**
	FRA-001-D - Implantação da galeria na Av. Alberto Torres (Fonte: Prefeitura)	**
	FRA-001-E - Implantação de estruturas de controle hidráulico à jusante do Fradinhos e da Gal. Alberto Torres	*
	FRA-001-F - Ampliação da seção do Fradinhos no trecho à jusante	R\$687,516,359.63

Corpo Hídrico	Intervenção	Custo (CAPEX) (R\$)
	FRA-001-G - Implementação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Vitória	R\$20,169,679.80
	FRA-001-H - Implementação de Reservatório de Amortecimento Linear na Av. Gal. Mascarenhas	R\$17,842,409.05
Custo Total		R\$ 773.528.407,62
Bacia Hidrográfica 13 - Una		
Rio Una	UNA-001-A - Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060	R\$375,082,052.34
	UNA-001-B - Consolidação de bueiro em estrutura de proteção hidráulica a montante da rodovia Manoel Loyola.	R\$375,082,052.34
	UNA-001-C - Medidas de controle na mancha remanescente	R\$30,328,753.54
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 2B Soluções Adaptativas (5,8 hectare) • Polígono 3 – 1B Remoção e Reassentamento (30 domicílios) + Parque Alagável (0,5 hectare) • Polígono 4 – 2B Soluções Adaptativas (2,5 hectare) • Polígono 5 – 2B Soluções Adaptativas (4,3 hectare) • Polígono 6 – 2A Soluções Adaptativas (3,4 hectare) • Polígono 7 – 1B Remoção e Reassentamento (50 domicílios) + Parque Alagável (18,7 hectare) • Polígono 8 – 2B Soluções Adaptativas (16,7 hectare) • Polígono 9 – 1B Remoção e Reassentamento (20 domicílios) • Polígono 10 – 2B Soluções Adaptativas (9,8 hectare) • Polígono 11 – 2B Soluções Adaptativas (1,3 hectare) 	
	Custo Total	
		R\$ 780.492.858,23
Bacia Hidrográfica 14 - Bubu		
Rio Bubu	BUB-001-A - Aumento da condutividade da seção no trecho urbano a montante da BR-101	R\$1,058,001,558.57
	BUB-001-B - Implementação de estrutura de controle hidráulico	*
	BUB-001-C - Implementação de reservatório de amortecimento à montante do trecho urbano	R\$5,357,981.90
	BUB-001-D - Medidas de controle na mancha remanescente	R\$18,503,506.28
	<ul style="list-style-type: none"> • Polígono 1 – 2E Zoneamento • Polígono 2 – 1B Remoção e Reassentamento (XXX domicílios) + Parque Alagável (8,6 hectares) • Polígono 3 – 2B Soluções Adaptativas (22,9 hectares) 	
Custo Total		R\$ 1.081.863.046,76
CUSTO TOTAL (14 BACIAS)		R\$ 8.214.728.168,94

*o detalhamento deve ser realizado em estudo posterior ao PDAU

**obra a ser realizada pela prefeitura

***medida não estrutural, de manter a condição atual, não há uma obra

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Referências

Banco Mundial. **Quadro Ambiental e Social**. 2017. Disponível em < <https://pubdocs.worldbank.org/en/456161535383869508/Environmental-Social-Framework-Portuguese.pdf>>. Acesso 05 set. 2022.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Guia de orientação para licenciamento ambiental**. 2017. Disponível em < <http://pnla.mma.gov.br/publicacoes-diversas?download=84:guia-de-orientacao-para-licenciamento-ambiental>>. Acesso 23 set. 2022.

CANHOLI, Aluisio Pardo. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes** - 2ªEd., Editora Oficina de Textos, 2015.

CASTRO, Afonso C V.: PARÂMETROS PARA A OCUPAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÁREAS DE FUNDO DE VALE NO MEIO URBANO: o caso da bacia hidrográfica do córrego Jaguaré, São Paulo. Tese de Doutorado defendida pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2021.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**.

Instituto de Engenharia. **Material Técnico – Wetlands construídos para tratamento de esgoto**. 2018. Disponível em < <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2018/09/19/material-tecnico-wetlands-construidos-para-tratamento-de-esgoto/>>. Acesso 20 set. 2022.

CRUZ, M.; TUCCI, C. E. M. **Avaliação dos cenários de planejamento na drenagem urbana: Porto Alegre**. RBRH, v. 2, n. 2, 2007.

Tucci, Carlos E. M. **Gestão da drenagem urbana/Carlos E. M. Tucci**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.

Maranhão, D. S. d. A. **Soluções baseadas na Natureza na estratégia de clima de uma empresa global de energia que atua no Brasil: um estudo de caso**. Fundação Getúlio Vargas (FGV). 2020. Disponível em < https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/29788/ta_denisemaranhao_2020oct27Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso 10 set. 2022.

Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Revisão de Normativos, Documentos Técnicos e Formulários que Apoiam e Operacionalizam o Processo Público de Seleção de Empreendimentos de Saneamento Básico de Manejo de Águas Pluviais: Produto 1.C/P2.C Estado da Arte e Problemas-Tipo de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). 2021.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Procedimentos de licenciamento ambiental do Brasil**. Brasília, 2016. Disponível em <

<http://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/VERSÃO-FINAL-E-BOOK-Procedimentos-do-Licenciamento-Ambiental-WEB.pdf>>.

Vylder, A. D. **Here are some ways the world's cities are rewilding**. Rewilding. 2022. Disponível em <<https://www.rewildingmag.com/here-are-some-ways-the-worlds-cities-are-rewilding>>. Acesso 20 set. 2022.

Universidade do Arkansas Centro Comunitário de Design (UACDC). **Low Impact Development: A Design Manual for Urban Areas**. 2010.

ANEXO I – MANCHAS REMANESCENTES PARA AS ALTERNATIVAS MODELADAS

ANEXO II – DETALHAMENTO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Tabela 122 – Dados de entrada da análise multicritério

ID	Alternativa	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	5.1.	5.2.
1	BH-Preto-1	46%	32%	3	46%	20	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Classe IV	Favorecimento	R\$ 49.185.911,00	R\$ 944.136,00	5	3	3	1
2	BH-Preto-2	0%	0%	3	0%	55	3	Não alinhamento	1	1	3	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 11.586.235,00	R\$ 27.756,00	3	3	1	3
3	BH-Reis-Magos-1	57%	54%	3	57%	20	3	Alinhamento parcial	3	3	4	Classe IV	Favorecimento	R\$ 21.393.486,00	R\$ 296.702,00	5	3	3	1
4	BH-Reis-Magos-2	65%	95%	3	0%	20	3	Não alinhamento	3	3	4	Classe IV	Favorecimento parcial	R\$ 32.593.389,00	R\$ 538.403,00	5	2	3	1
5	BH-Reis-Magos-3	0%	0%	1	84%	310	3	Não alinhamento	1	1	4	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 51.087.728,00	R\$ 65.232,00	3	3	1	3
6	BH-Joaozinho-1	84%	1%	3	84%	0	3	Alinhamento parcial	3	3	4	Classe IV	Favorecimento	R\$ 264.911.207,00	R\$ 5.243.108,00	3	3	3	1
7	BH-Joaozinho-2	0%	0%	1	0%	0	3	Não alinhamento	1	1	4	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 1.695.680,00	R\$ 13.855,00	3	3	1	3
8	BH-Juara-Jacunem-1	60%	12%	3	60%	310	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Classe IV	Favorecimento parcial	R\$ 1.843.373.171,00	R\$ 35.389.430,00	5	5	3	1
9	BH-Juara-Jacunem-2	0%	0%	3	0%	1390	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 195.596.411,00	R\$ 376.209,00	5	5	3	3
10	BH-Mang-Maringa-1	60%	68%	3	60%	0	5	Alinhamento parcial	3	3	2	Classe IV	Favorecimento	R\$ 42.585.012,00	R\$ 838.711,00	3	3	3	1
11	BH-Mang-Maringa-2	0%	0%	1	0%	40	3	Alinhamento parcial	1	3	2	Apenas medidas de controle	Favorecimento	R\$ 5.929.847,00	R\$ 14.626,00	3	3	1	3
12	SUB1-001	0%	0%	3	0%	10	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 28.562.990,28	R\$ 654.651,87	5	5	3	3
13	SUB1-002	90%	79%	3	90%	10	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Classe IV	Favorecimento	R\$ 6.582.024,56	R\$ 121.700,10	5	5	3	1
14	SUB2-001	0%	0%	3	0%	0	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 37.269.623,15	R\$ 895.384,86	5	5	3	3
15	SUB2-002	100%	100%	5	100%	0	3	Alinhamento Total	5	5	4	Classe IV	Favorecimento	R\$ 45.356.257,14	R\$ 898.053,89	5	1	5	3
16	SUB3-001	0%	0%	3	0%	340	3	Alinhamento parcial	3	3	4	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 72.074.310,82	R\$ 740.545,86	5	5	3	3
17	SUB3-002	94%	44%	3	94%	0	3	Alinhamento Total	3	3	4	Classe IV	Favorecimento	R\$ 455.978.930,98	R\$ 9.050.514,86	5	3	3	3
18	SUB4-001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	SUB5-001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	BH-Perocao-1	52%	25%	3	52%	0	3	Alinhamento parcial	1	3	4	Classe IV	Favorecimento	R\$ 543.140.592,04	R\$ 10.709.441,77	3	3	3	3
21	BH-Perocao-2	0%	0%	3	0%	80	3	Alinhamento parcial	3	3	4	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 12.319.202,83	R\$ 10.387,46	3	3	3	3
22	BH-Jabuti-1	28%	86%	3	28%	0	3	Alinhamento parcial	3	3	5	Classe IV	Favorecimento	R\$ 2.134.266,05	R\$ 42.258,47	1	1	3	3
23	BH-Jabuti-2	0%	0%	3	0%	0	3	Alinhamento parcial	3	3	5	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 22.814.073,94	R\$ 451.718,66	3	3	3	1
24	BH-Meaipe-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	BH-Santa-Maria-da-Vitória	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	BH-Itangua-1	90%	15%	3	90%	0	3	Alinhamento parcial	3	3	4	Classe IV	Favorecimento parcial	R\$ 116.814.029,21	R\$ 2.306.903,30	5	3	3	1
27	BH-Itangua-2	0%	0%	3	0%	690	3	Não alinhamento	1	1	4	Apenas medidas de controle	Favorecimento	R\$ 91.985.337,18	R\$ 217.621,53	3	3	1	3
28	BH-Ilha-Vitoria-1	100%	100%	5	100%	0	3	Alinhamento Total	5	5	4	Classe IV	Favorecimento parcial	R\$ 128.936.994,86	R\$ 2.552.952,50	5	3	3	3
29	BH-Ilha-Vitoria-2	0%	0%	1	0%	0	3	Alinhamento parcial	1	1	4	Apenas medidas de controle	Não favorecimento	R\$ 41.120.228,76	R\$ 466.041,81	3	3	1	3
30	BH-Una-1	36%	27%	3	36%	100	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Classe IV	Favorecimento	R\$ 17.928.271,74	R\$ 56.670,52	3	2	3	1
31	BH-Una-2	0%	0%	3	0%	100	3	Alinhamento parcial	3	3	3	Apenas medidas de controle	Favorecimento parcial	R\$ 16.227.925,95	R\$ 9.856,22	3	3	3	3
32	BH-Bubu-1	70%	35%	3	70%	100	3	Alinhamento parcial	3	3	4	Classe IV	Favorecimento	R\$ 1.174.365.095,88	R\$ 23.252.428,90	5	3	3	1
33	BH-Bubu-2	0%	0%	1	0%	760	3	Alinhamento parcial	1	1	4	Apenas medidas de controle	Favorecimento	R\$ 109.280.939,35	R\$ 149.283,75	3	3	1	3

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 123 – Detalhamento dos resultados da análise multicritério – critério 1 (eficiência da solução) e 3 (ambiental)

		Critério 1 - Eficiência da solução												Critério 1	Critério 3 - Ambiental							Critério 3
		1.1. Redução percentual da extensão da mancha de inundação em áreas urbanas			1.2. Redução percentual da extensão da altura média da mancha de inundação em áreas urbanas			1.3. Resiliência			1.4. Prejuízos materiais			Eficiência da Alternativa	3.1. Magnitude dos impactos ambientais negativos			3.2. Recuperação ambiental das águas e da paisagem			Ambiental	
		1.1.Peso Subcritério		0,40	1.2.Peso Subcritério		0,30	1.3.Peso Subcritério		0,20	1.4.Peso Subcritério		0,10		5	3.1. Peso Subcritério		0,50	3.2. Peso Subcritério			0,50
ID	Alternativa	1.1. Dados	1.1. Ptos	1.1. Pond	1.2. Dados	1.2. Ptos	1.2. Pond	1.3. Dados	1.3. Ptos	1.3. Pond	1.4. Dados	1.4. Ptos	1.4. Pond	Pontos Pond 1	3.1. Dados	3.1. Ptos	3.1. Pond	3.2. Dados	3.2. Ptos	3.2. Pond	Pontos Pond 3	
1	BH-Preto-1	46%	5	2	32%	5,0	1,5	3	3	0,6	46%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
2	BH-Preto-2	0%	1	0,4	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
1 - BH Preto																						
3	BH-Reis-Magos-1	57%	4,5	1,8	54%	3,3	1,0	3	3	0,6	57%	3,7	0,4	18,8	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
4	BH-Reis-Magos-2	65%	5,0	2,0	95%	5,0	1,5	3	3	0,6	0%	1,0	0,1	21,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
5	BH-Reis-Magos-3	0%	1,0	0	0%	1,0	0,3	1	1	0,2	84%	5,0	0,5	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
2 - BH Reis Magos																						
6	BH-Joaozinho-1	84%	5	2	1%	5,0	1,5	3	3	0,6	84%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
7	BH-Joaozinho-2	0%	1	0,4	0%	1,0	0,3	1	1	0,2	0%	1	0,1	5,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
3 - BH Joãozinho																						
8	BH-Juara-Jacunem-1	60%	5	2	12%	5,0	1,5	3	3	0,6	60%	3,9	0,4	22,4	Classe IV	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
9	BH-Juara-Jacunem-2	0%	1	0,4	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
4 - BH Juara Jacunem																						
10	BH-Mang-Maringa-1	60%	5,0	2,0	68%	5,0	1,5	3	3	0,6	60%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
11	BH-Mang-Maringa-2	0%	1,0	0,4	0%	1,0	0,3	1	1	0,2	0%	1	0,1	5,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
5 - BH Mang Maringa																						
12	SUB1-001	0%	1,0	0,4	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
13	SUB1-002	90%	5,0	2,0	79%	5,0	1,5	3	3	0,6	90%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
6 - BH Jucu Marinho - SUB1																						
14	SUB2-001	0%	1,0	0,4	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1,0	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
15	SUB2-002	100%	5,0	2,0	100%	5,0	1,5	5	5	1	100%	5,0	0,5	25,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
6 - BH Jucu Marinho - SUB2																						
16	SUB3-001	0%	1,0	0,4	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1,0	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0	
17	SUB3-002	94%	5,0	2,0	44%	5,0	1,5	3	3	0,6	94%	5,0	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0	
6 - BH Jucu Marinho - SUB3																						
18	SUB4-001																					
6 - BH Jucu Marinho - SUB4																						
19	SUB5-001																					
6 - BH Jucu Marinho - SUB5																						

		Critério 1 - Eficiência da solução												Critério 1	Critério 3 - Ambiental						Critério 3
		1.1. Redução percentual da extensão da mancha de inundação em áreas urbanas			1.2. Redução percentual da extensão da altura média da mancha de inundação em áreas urbanas			1.3. Resiliência			1.4. Prejuízos materiais			Eficiência da Alternativa	3.1. Magnitude dos impactos ambientais negativos			3.2. Recuperação ambiental das águas e da paisagem			Ambiental
		1.1.Peso Subcritério		0,40	1.2.Peso Subcritério		0,30	1.3.Peso Subcritério		0,20	1.4.Peso Subcritério		0,10		5	3.1. Peso Subcritério		0,50	3.2. Peso Subcritério		
ID	Alternativa	1.1. Dados	1.1. Ptos	1.1. Pond	1.2. Dados	1.2. Ptos	1.2. Pond	1.3. Dados	1.3. Ptos	1.3. Pond	1.4. Dados	1.4. Ptos	1.4. Pond	Pontos Pond 1	3.1. Dados	3.1. Ptos	3.1. Pond	3.2. Dados	3.2. Ptos	3.2. Pond	Pontos Pond 3
6 - BH Jucu Marinho																					
20	BH-Perocao-1	52%	5	2	25%	5	1,5	3	3	0,6	52%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	5	2,5	12,0
21	BH-Perocao-2	0%	1	0,4	0%	1	0,3	3	3	0,6	0	1	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0
7 - BH Rio Perocão																					
22	BH-Jabuti-1	28%	5,0	2,00	86%	5	1,5	3	3	0,6	28%	5,0	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	5	2,5	12,0
23	BH-Jabuti-2	0%	1	0,40	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0
8 - BH Rio Jabuti																					
24	BH-Meaipe-1																				
9 - BH Rio Meaípe																					
25																					
10 - BH Sta Maria Vitoria																					
26	BH-Itangua-1	90%	5	2,0	15%	5,0	1,5	3	3	0,6	90%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0
27	BH-Itangua-2	0%	1	0,4	0%	1,0	0,3	3	3	0,6	0%	1	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0
11 - BH Itanguá																					
28	BH-Ilha-Vitoria-1	100%	5	2	100%	5	1,5	5	5	1	100%	5	0,5	25,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0
29	BH-Ilha-Vitoria-2	0%	1,0	0,40	0%	1	0,3	1	1	0,2	0%	1,0	0,1	5,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Não favorecimento	1	0,5	4,0
12 - BH Ilha Vitória																					
30	BH-Una-1	36%	5	2	27%	5	1,5	3	3	0,6	36%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0
31	BH-Una-2	0%	1,0	0,40	0%	1	0,3	3	3	0,6	0%	1,0	0,1	7,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento parcial	3	1,5	8,0
13 - BH Rio Una																					
32	BH-Bubu-1	70%	5	2	35%	5	1,5	3	3	0,6	70%	5	0,5	23,0	Classe IV	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0
33	BH-Bubu-2	0%	1	0,4	0%	1	0,3	1	1	0,2	0%	1	0,1	5,0	Apenas medidas de controle	1	0,5	Favorecimento	0	0	2,0
14 - BH Rio Bubu																					

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 124 – Detalhamento dos resultados da análise multicritério – critério 2 (socioterritorial)

Critério 2 - Socioterritorial																				Critério 2
		2.1. Remoção e de reassentamento população			2.2. Impacto da mancha remanescente sobre a mobilidade urbana			2.3. Alinhamento com instrumentos urbanos			2.4. Valorização da área			2.5. Sensação de segurança da população			2.6. Presença de equipamentos públicos e comunitários			Socio territorial
		2.1. Subcritério		Peso 0,20	2.2. Subcritério		Peso 0,20	2.3. Peso Subcritério		0,20	2.4. Peso Subcritério		0,10	2.5. Subcritério		Peso 0,10	2.6. Subcritério		Peso 0,20	4
ID	Alternativa	2.1. Dados	2.1. Ptos	2.1. Pond	2.2. Dados	2.2. Ptos	2.2. Pond	2.3. Dados	2.3. Ptos	2.3. Pond	2.4. Dados	2.4. Ptos	2.4. Pond	2.5. Dados	2.5. Ptos	2.5. Pond	2.6. Dados	2.6. Ptos	2.6. Pond	Pontos Pond 2
1	BH-Preto-1	20	4	0,8	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	12,8
2	BH-Preto-2	55	3	0,6	3	3	0,6	Não alinhamento	1	0,2	1	1	0,1	1	1	0,1	3	3	0,6	8,8
1 - BH Preto																				
3	BH-Reis-Magos-1	20	4	0,8	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	13,6
4	BH-Reis-Magos-2	20	4	0,8	3	3	0,6	Não alinhamento	1	0,2	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	12
5	BH-Reis-Magos-3	310	1	0,2	3	3	0,6	Não alinhamento	1	0,2	1	1	0,1	1	1	0,1	4	4	0,8	8
2 - BH Reis Magos																				
6	BH-Joãozinho-1	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	14,4
7	BH-Joãozinho-2	0	5	1	3	3	0,6	Não alinhamento	1	0,2	1	1	0,1	1	1	0,1	4	4	0,8	11,2
3 - BH Joãozinho																				
8	BH-Juara-Jacunem-1	310	1	0,2	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	10,4
9	BH-Juara-Jacunem-2	1390	1	0,2	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	10,4
4 - BH Juara Jacunem																				
10	BH-Mang-Maringa-1	0	5	1	5	5	1	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	2	2	0,4	14,4
11	BH-Mang-Maringa-2	40	4	0,8	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	1	1	0,1	3	3	0,3	2	2	0,4	11,2
5 - BH Mang Maringa																				
12	SUB1-001	10	4	0,8	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	12,8
13	SUB1-002	10	4	0,8	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	12,8
6 - BH Jucu Marinho - SUB1																				
14	SUB2-001	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	13,6
15	SUB2-002	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento Total	5	1	5	5	0,5	5	5	0,5	4	4	0,8	17,6
6 - BH Jucu Marinho - SUB2																				
16	SUB3-001	340	1	0,2	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	11,2
17	SUB3-002	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento Total	5	1	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	16
6 - BH Jucu Marinho - SUB3																				
18	SUB4-001																			
6 - BH Jucu Marinho - SUB4																				
19	SUB5-001																			
6 - BH Jucu Marinho - SUB5																				
6 - BH Jucu Marinho																				

Critério 2 - Socioterritorial																				Critério 2
		2.1. Remoção e de reassentamento população			2.2. Impacto da mancha remanescente sobre a mobilidade urbana			2.3. Alinhamento com instrumentos urbanos			2.4. Valorização da área			2.5. Sensação de segurança da população			2.6. Presença de equipamentos públicos e comunitários			Socio territorial
		2.1. Subcritério		Peso 0,20	2.2. Subcritério		Peso 0,20	2.3. Subcritério		Peso 0,20	2.4. Subcritério		Peso 0,10	2.5. Subcritério		Peso 0,10	2.6. Subcritério		Peso 0,20	4
ID	Alternativa	2.1. Dados	2.1. Ptos	2.1. Pond	2.2. Dados	2.2. Ptos	2.2. Pond	2.3. Dados	2.3. Ptos	2.3. Pond	2.4. Dados	2.4. Ptos	2.4. Pond	2.5. Dados	2.5. Ptos	2.5. Pond	2.6. Dados	2.6. Ptos	2.6. Pond	Pontos Pond 2
20	BH-Perocao-1	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	1	1	0,1	3	3	0,3	4	4	0,8	13,6
21	BH-Perocao-2	80	3	0,6	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	12,8
7 - BH Rio Perocão																				
22	BH-Jabuti-1	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	5	5	1	15,2
23	BH-Jabuti-2	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	5	5	1	15,2
8 - BH Rio Jabuti																				
24	BH-Meaípe-1																			
9 - BH Rio Meaípe																				
25																				
10 - BH Sta Maria Vitoria																				
26	BH-Itangua-1	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	14,4
27	BH-Itangua-2	690	1	0,2	3	3	0,6	Não alinhamento	1	0,2	1	1	0,1	1	1	0,1	4	4	0,8	8
11 - BH Itanguá																				
28	BH-Ilha-Vitoria-1	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento Total	5	1	5	5	0,5	5	5	0,5	4	4	0,8	17,6
29	BH-Ilha-Vitoria-2	0	5	1	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	1	1	0,1	1	1	0,1	4	4	0,8	12,8
12 - BH Ilha Vitória																				
30	BH-Una-1	100	3	0,6	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	12
31	BH-Una-2	100	3	0,6	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	3	3	0,6	12
13 - BH Rio Una																				
32	BH-Bubu-1	100	3	0,6	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	3	3	0,3	3	3	0,3	4	4	0,8	12,8
33	BH-Bubu-2	760	1	0,2	3	3	0,6	Alinhamento parcial	3	0,6	1	1	0,1	1	1	0,1	4	4	0,8	9,6
14 - BH Rio Bubu																				

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 125 – Detalhamento dos resultados da análise multicritério – 4 (técnico econômico) e 5 (repercussão política)

		Critério 4 - Econômico												Critério 4	Critério 5 - Repercussão política						Critério 5				
		4.1. Custo de implantação (CAPEX)			4.2. Custo de manutenção e operação (OPEX)			4.3. Implantação por etapas			4.4. Tempo de implantação			Técnico Econômico	5.1. Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos			5.2. Nível de Consenso			Repercussão Política				
4.1. Peso Subcritério			0,30	4.2. Peso Subcritério			0,30	4.3. Subcritério		Peso	0,20	4.4. Subcritério		Peso	0,20	4	5.1. Subcritério		Peso	0,50	5.2. Subcritério		Peso	0,50	3
ID	Alternativa	4.1. Dados	4.1. Ptos	4.1. Pond	4.2. Dados	4.2. Ptos	4.2. Pond	4.3. Dados	4.3. Ptos	4.3. Pond	4.4. Dados	4.4. Ptos	4.4. Pond	Pontos Pond 4	5.1. Dados	5.1. Ptos	5.1. Pond	5.2. Dados	5.2. Ptos	5.2. Pond	Pontos Pond 5				
1	BH-Preto-1	R\$ 49.185.911,00	1,9	0,6	R\$ 944.136,00	1,1	0,34	5	5	1	3	3	0,6	10,1	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
2	BH-Preto-2	R\$ 11.586.235,00	5,0	1,5	R\$ 27.756,00	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
1 - BH Preto																									
3	BH-Reis-Magos-1	R\$ 21.393.486,00	5,0	1,5	R\$ 296.702,00	1,9	0,56	5	5	1	3	3	0,6	14,7	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
4	BH-Reis-Magos-2	R\$ 32.593.389,00	3,6	1,1	R\$ 538.403,00	1,5	0,45	5	5	1	2	2	0,4	11,7	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
5	BH-Reis-Magos-3	R\$ 51.087.728,00	2,7	0,8	R\$ 65.232,00	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	14,0	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
2 - BH Reis Magos																									
6	BH-Joaozinho-1	R\$ 264.911.207,00	1,0	0,3	R\$ 5.243.108,00	1,0	0,30	3	3	0,6	3	3	0,6	7,2	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
7	BH-Joaozinho-2	R\$ 1.695.680,00	5,0	1,5	R\$ 13.855,00	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
3 - BH Joãozinho																									
8	BH-Juara-Jacunem-1	R\$ 1.843.373.171,00	1,4	0,4	R\$ 35.389.430,00	1,0	0,31	5	5	1	5	5	1	11,0	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
9	BH-Juara-Jacunem-2	R\$ 195.596.411,00	5,0	1,5	R\$ 376.209,00	5,0	1,50	5	5	1	5	5	1	20,0	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
4 - BH Juara Jacunem																									
10	BH-Mang-Maringa-1	R\$ 42.585.012,00	1,6	0,5	R\$ 838.711,00	1,1	0,32	3	3	0,6	3	3	0,6	8,0	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
11	BH-Mang-Maringa-2	R\$ 5.929.847,00	5,0	1,5	R\$ 14.626,00	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
5 - BH Mang Maringa																									
12	SUB1-001	R\$ 28.562.990,28	1,9	0,6	R\$ 654.651,87	1,7	0,52	5	5	1	5	5	1	12,4	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
13	SUB1-002	R\$ 6.582.024,56	5,0	1,5	R\$ 121.700,10	5,0	1,50	5	5	1	5	5	1	20,0	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
6 - BH Jucu Marinho - SUB1																									
14	SUB2-001	R\$ 37.269.623,15	5,0	1,5	R\$ 895.384,86	5,0	1,50	5	5	1	5	5	1	20,0	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
15	SUB2-002	R\$ 45.356.257,14	4,3	1,3	R\$ 898.053,89	5,0	1,50	5	5	1	1	1	0,2	15,9	5	5	2,5	3	3	1,5	12,0				
6 - BH Jucu Marinho - SUB2																									
16	SUB3-001	R\$ 72.074.310,82	5,0	1,5	R\$ 740.545,86	5,0	1,50	5	5	1	5	5	1	20,0	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
17	SUB3-002	R\$ 455.978.930,98	1,6	0,5	R\$ 9.050.514,86	1,3	0,40	5	5	1	3	3	0,6	10,0	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
6 - BH Jucu Marinho - SUB3																									
18	SUB4-001																								
6 - BH Jucu Marinho - SUB4																									
19	SUB5-001																								
6 - BH Jucu Marinho - SUB5																									
6 - BH Jucu Marinho																									
20	BH-Perocao-1	R\$ 543.140.592,04	1	0,3	R\$ 10.709.441,77	1	0,30	3	3	0,6	3	3	0,6	7,3	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
21	BH-Perocao-2	R\$ 12.319.202,83	5	1,5	R\$ 10.387,46	5	1,5	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				

		Critério 4 - Econômico												Critério 4	Critério 5 - Repercussão política						Critério 5				
		4.1. Custo de implantação (CAPEX)			4.2. Custo de manutenção e operação (OPEX)			4.3. Implantação por etapas			4.4. Tempo de implantação			Técnico Econômico	5.1. Repercussão positiva para a imagem dos entes públicos			5.2. Nível de Consenso			Repercussão Política				
4.1. Peso Subcritério			0,30	4.2. Peso Subcritério			0,30	4.3. Subcritério		Peso	0,20	4.4. Subcritério		Peso	0,20	4	5.1. Subcritério		Peso	0,50	5.2. Subcritério		Peso	0,50	3
ID	Alternativa	4.1. Dados	4.1. Ptos	4.1. Pond	4.2. Dados	4.2. Ptos	4.2. Pond	4.3. Dados	4.3. Ptos	4.3. Pond	4.4. Dados	4.4. Ptos	4.4. Pond	Pontos Pond 4	5.1. Dados	5.1. Ptos	5.1. Pond	5.2. Dados	5.2. Ptos	5.2. Pond	Pontos Pond 5				
7 - BH Rio Perocão																									
22	BH-Jabuti-1	R\$ 2.134.266,05	5,0	1,5	R\$ 42.258,47	5	1,5	1	1	0,2	1	1	0,2	13,6	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
23	BH-Jabuti-2	R\$ 22.814.073,94	1,4	0,4	R\$ 451.718,66	1	0,4	3	3	0,6	3	3	0,6	8,1	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
8 - BH Rio Jabuti																									
24	BH-Meaipe-1																								
9 - BH Rio Meaípe																									
25																									
10 - BH Sta Maria Vitoria																									
26	BH-Itangua-1	R\$ 116.814.029,21	4,1	1,2	R\$ 2.306.903,30	1,4	0,41	5	5	1	3	3	0,6	13,0	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
27	BH-Itangua-2	R\$ 91.985.337,18	5,0	1,5	R\$ 217.621,53	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
11 - BH Itanguá																									
28	BH-Ilha-Vitoria-1	R\$ 128.936.994,86	2,3	0,7	R\$ 2.552.952,50	1,7	0,52	5	5	1	3	3	0,6	11,2	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
29	BH-Ilha-Vitoria-2	R\$ 41.120.228,76	5,0	1,5	R\$ 466.041,81	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
12 - BH Ilha Vitória																									
30	BH-Una-1	R\$ 17.928.271,74	5	1,39	R\$ 56.670,52	2	0,5	3	3	0,6	2	2	0,4	11,6	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
31	BH-Una-2	R\$ 16.227.925,95	5	1,5	R\$ 9.856,22	5	1,5	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	3	3	1,5	3	3	1,5	9,0				
13 - BH Rio Una																									
32	BH-Bubu-1	R\$ 1.174.365.095,88	1,4	0,4	R\$ 23.252.428,90	1,0	0,31	5	5	1	3	3	0,6	9,3	3	3	1,5	1	1	0,5	6,0				
33	BH-Bubu-2	R\$ 109.280.939,35	5,0	1,5	R\$ 149.283,75	5,0	1,50	3	3	0,6	3	3	0,6	16,8	1	1	0,5	3	3	1,5	6,0				
14 - BH Rio Bubu																									

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

ANEXO III – CUSTO DAS ALTERNATIVAS PARA OS CORPOS HÍDRICOS

Tabela 126 – Custos estimados para as alternativas, por corpo hídrico

Custo Alternativas Bacias Hidrográficas									
BH	Alternativa BH	ID	Corpo Hídrico - Alternativa	Sigla	Proposições Compiladas	CAPEX CH	CAPEX Total	OPEX CH	OPEX Total
1 - BH Preto	BH-Preto-1	1	Rio Preto - PRE-001	PRE-001	PRE-001-A, PRE-001-B e PRE-001-C	R\$53,083,055.66	R\$53,083,055.66	R\$1,021,299.68	R\$1,021,299.68
	BH-Preto-2	2	Rio Preto - PRE-002	PRE-002	PRE-002-A	R\$11,586,235.32	R\$11,586,235.32	R\$27,755.94	R\$27,755.94
2 - BH Reis Magos	BH-Reis-Magos-1	3	Rio Fundão - FUN-001	FUN-001	FUN-001-A, FUN-001-B, FUN-001-C	R\$33,803,007.89	R\$39,855,968.36	R\$643,481.06	R\$662,258.94
			Rio Sauanha - SAU-001	SAU-001	SAU-001	R\$4,862,452.13		R\$18,501.22	
			Rio Reis Magos - REI-001	REI-001	REI-001	R\$1,190,508.34		R\$276.66	
	BH-Reis-Magos-2	4	Rio Fundão - FUN-002	FUN-002	FUN-002-A, FUN-002-B, FUN-002-C, FUN-002-D	R\$61,147,360.68	R\$67,200,321.15	R\$1,204,842.05	R\$1,223,619.93
			Rio Sauanha - SAU-001	SAU-001	SAU-001	R\$4,862,452.13		R\$18,501.22	
			Rio Reis Magos - REI-001	REI-001	REI-001	R\$1,190,508.34		R\$276.66	
	BH-Reis-Magos-3	5	Rio Fundão - FUN-003	FUN-003	FUN-002-A, FUN-002-B, FUN-002-C, FUN-002-D	R\$45,034,768.01	R\$51,087,728.48	R\$46,453.64	R\$65,231.52
			Rio Sauanha - SAU-001	SAU-001	SAU-001	R\$4,862,452.13		R\$18,501.22	
			Rio Reis Magos - REI-001	REI-001	REI-001	R\$1,190,508.34		R\$276.66	
3 - BH Joãozinho	BH-Joaozinho-1	6	Rio Joãozinho - JOA-001	JOA-001	JOA-001-A, JOA-001-B e JOA-001-C	R\$264,911,207.14	R\$264,911,207.14	R\$5,243,107.94	R\$5,243,107.94
	BH-Joaozinho-2	7	Rio Joãozinho - JOA-002	JOA-002	JOA-002	R\$1,695,679.54	R\$1,695,679.54	R\$13,855.42	R\$13,855.42
4 - BH Juara Jacuném	BH-Juara-Jacunem-1	8	Lagoa Juara - JUA-001	JUA-001	JUA-001-A, JUA-001-B e JUA-001-C	R\$60,042,791.92	R\$1,843,373,171.41	R\$764,337.47	R\$35,389,430.42
			Lagoa Jacuném - JAC-001	JAC-001	JAC-001-A	R\$37,627,807.85		R\$60,182.02	
			Córrego Robson - ROB-001	ROB-001	ROB-001-A e ROB-001-B	R\$1,745,702,571.65		R\$34,564,910.92	
	BH-Juara-Jacunem-2	9	Lagoa Juara - JUA-002	JUA-002	JUA-002-A	R\$66,119,064.46	R\$195,596,410.67	R\$268,985.19	R\$376,209.26
			Córrego Robson - ROB-002	ROB-002	ROB-002-A	R\$129,477,346.21		R\$107,224.07	
5 - BH Manguinhos - Maringá	BH-Mang-Maringa-1	10	Córrego Manguinhos - MAN-001	MAN-001	MAN-001-A, MAN-001-B e MAN-001-C	R\$42,320,062.34	R\$42,585,012.27	R\$837,937.23	R\$838,710.80
			Córrego Maringá - MAR-001	MAR-001	MAR-001-A	R\$264,949.93		R\$773.57	
	BH-Mang-Maringa-2	11	Córrego Manguinhos - MAN-002	MAN-002	MAN-002-A	R\$5,664,897.35	R\$5,929,847.28	R\$13,852.32	R\$14,625.89
			Córrego Maringá - MAR-001	MAR-001	MAR-001-A	R\$264,949.93		R\$773.57	
6 - BH Jucu	SUB1-001	12	Medidas de controle Sub1 - Alt 1	SUB1-001	SUB1-001-A	R\$28,562,990.28	R\$28,562,990.28	R\$654,651.87	R\$654,651.87
	SUB1-002	13	Rio da Draga - DRA-002	DRA-002	DRA-002-A e DRA-002-B	R\$1,152,695.62	R\$6,582,024.56	R\$22,823.37	R\$121,700.10
			Medidas de controle Sub1 - Alt 2	SUB1-002	SUB1-002-A	R\$5,429,328.93		R\$98,876.72	
	SUB2-001	14	Córrego Bigoissi - BIG-000	BIG-000	BIG-000-A e BIG-000-B	R\$-	R\$37,269,623.15	R\$-	R\$895,384.86
			Canal da Costa - COS-000	COS-000	COS-000-A	R\$-		R\$-	
			Medidas de controle Sub2 - Alt 1	SUB2-001	SUB2-001-A	R\$37,269,623.15		R\$895,384.86	
	SUB2-002	15	Córrego Bigoissi - BIG-002	BIG-002	BIG-002-A	R\$8,570,911.49	R\$45,356,257.14	R\$169,704.05	R\$898,053.89
			Canal da Costa - COS-002	COS-002	COS-002-A e COS-002-B	R\$36,785,345.65		R\$728,349.84	
			Rio Marinho - MARIN-000	MARIN-000	MARIN-000-A e MARIN-000-B	R\$-		R\$-	
	SUB3-001	16	Rio Aribiri - ARI-000	ARI-000	ARI-000-A, ARI-000-B, ARI-000-C e ARI-000-D	R\$-	R\$72,074,310.82	R\$-	R\$740,545.86
			Canal Cobilândia - COB-000	COB-000	COB-000-A	R\$-		R\$-	
			Canal Guaranhuns - GUA-000	GUA-000	GUA-000-A e GUA-000-B	R\$-		R\$-	
			Canal do Dique - DIQ-000	DIQ-000	DIQ-000-A, DIQ-000-B, DIQ-000-C, DIQ-000-D, DIQ-000-E, DIQ-000-F e DIQ-000-G	R\$-		R\$-	

Custo Alternativas Bacias Hidrográficas									
BH	Alternativa BH	ID	Corpo Hídrico - Alternativa	Sigla	Proposições Compiladas	CAPEX CH	CAPEX Total	OPEX CH	OPEX Total
			Medidas de controle Sub3 - Alt 1	<i>SUB3-001</i>	SUB3-001-A	R\$72,074,310.82		R\$740,545.86	
	SUB3-002	17	Rio Marinho - MARIN-002	<i>MARIN-002</i>	MARIN-002-A	R\$450,228,639.74	R\$455,978,930.98	R\$8,914,527.07	R\$9,050,514.86
			Canal Cobilândia - COB-002	<i>COB-002</i>	COB-002-A	R\$511,348.00		R\$10,124.69	
			Medidas de controle Sub3 - Alt 2	<i>SUB3-002</i>	SUB3-002-A	R\$5,238,943.23		R\$125,863.10	
	SUB4-001	18	Rio Formate - FOR-000	<i>FOR-000</i>	FOR-000-A e FOR-000-B	R\$-	R\$2,942,892.65	R\$-	R\$9,210.93
			Medidas de controle Sub4 - Alt 1	<i>SUB4-001</i>	SUB4-001-A	R\$2,942,892.65		R\$9,210.93	
	SUB5-001	19	Córrego Ribeira - RIB-000	<i>RIB-000</i>	RIB-000-A, RIB-000-B e RIB-000-C	R\$-	R\$572,291.84	R\$-	R\$13,749.04
			Ribeirão Santo Agostinho - AGO-000	<i>AGO-000</i>	AGO-000-A e AGO-000-B	R\$-		R\$-	
			Medidas de controle Sub5 - Alt 1	<i>SUB5-001</i>	SUB5-001-A	R\$572,291.84		R\$13,749.04	
7 - BH Rio Perocão	BH-Perocao-1	20	Rio Perocão - PER-001	<i>PER-001</i>	PER-001-A, PER-001-B, PER-001-C e PER-001-D	R\$1,830,864,854.15	R\$1,830,864,854.15	R\$36,174,467.77	R\$36,174,467.77
	BH-Perocao-2	21	Rio Perocão - PER-002	<i>PER-002</i>	PER-002-A	R\$17,112,225.07	R\$17,112,225.07	R\$22,820.34	R\$22,820.34
8 - BH Rio Jabuti	BH-Jabuti-1	22	Rio Jabuti - JAB-001	<i>JAB-001</i>	JAB-001-A e JAB-001-B	R\$955,125,127.85	R\$955,125,127.85	R\$18,850,588.79	R\$18,850,588.79
	BH-Jabuti-2	23	Rio Jabuti - JAB-002	<i>JAB-002</i>	JAB-002-A	R\$3,179,399.13	R\$3,179,399.13	R\$2,063.36	R\$2,063.36
9 - BH Rio Meaípe	BH-Meaípe-1	24	Rio Meaípe - MEA-001	<i>MEA-001</i>	MEA-001-A	R\$3,486,741.05	R\$3,486,741.05	R\$2,262.82	R\$2,262.82
10 - BH Santa Maria da Vitória	-	25	-	-	-	-	-	-	-
11 - BH Itanguá	BH-Itangua-1	26	Rio Itanguá - ITA-001	<i>ITA-001</i>	ITA-001-A, ITA-001-B, ITA-001-C e ITA-001-D	R\$6,781,968.49	R\$6,781,968.49	R\$128,268.50	R\$128,268.50
	BH-Itangua-2	27	Rio Itanguá - ITA-002	<i>ITA-002</i>	ITA-002-A	R\$91,985,337.18	R\$91,985,337.18	R\$217,621.53	R\$217,621.53
12 - BH Ilha da Vitória	BH-Ilha-Vitoria-1	28	Bacia Portinaria - POR-001	<i>POR-001</i>	POR-001	R\$47,999,959.14	R\$773,528,407.62	R\$950,399.19	R\$15,315,862.47
			Bacia Bento Ferreira - BEN-001	<i>BEN-001</i>	BEN-001-A, BEN-001-B e BEN-001-C	R\$-		R\$-	
			Cr. Fradinhos - FRA-001	<i>FRA-001</i>	FRA-001-A, FRA-001-B, FRA-001-C, FRA-001-D, FRA-001-E, FRA-001-F, FRA-001-G e FRA-001-H	R\$725,528,448.48		R\$14,365,463.28	
	BH-Ilha-Vitoria-2	29	Bacia Portinaria - POR-002	<i>POR-002</i>	POR-003-A	R\$9,343,900.78	R\$41,120,228.76	R\$105,900.39	R\$466,041.81
			Bacia Bento Ferreira - BEN-002	<i>BEN-002</i>	BEN-003-A	R\$5,987,868.36		R\$67,864.34	
			Cr. Fradinhos - FRA-002	<i>FRA-002</i>	FRA-003-A	R\$25,788,459.62		R\$292,277.08	
13 - BH Rio Una	BH-Una-1	30	Rio Una - UNA-001	<i>UNA-001</i>	UNA-001-A, UNA-001-B e UNA-001-C	R\$780,492,858.23	R\$780,492,858.23	R\$14,896,735.19	R\$14,896,735.19
	BH-Una-2	31	Rio Una - UNA-002	<i>UNA-002</i>	UNA-002-A	R\$32,261,010.77	R\$32,261,010.77	R\$45,713.58	R\$45,713.58
14 - BH Rio Bubu	BH-Bubu-1	32	Rio Bubu - BUB-001	<i>BUB-001</i>	BUB-001-A, BUB-001-B, BUB-001-C, BUB-001-D	R\$1,081,863,046.76	R\$1,081,863,046.76	R\$21,119,223.99	R\$21,119,223.99
	BH-Bubu-2	33	Rio Bubu - BUB-002	<i>BUB-002</i>	BUB-002-A	R\$109,280,939.35	R\$109,280,939.35	R\$149,283.75	R\$149,283.75

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 127 – Detalhamento das medidas de controle nas manchas remanescentes

Município	Bacia	Rio	Alternativa	Intervenção	Polígono	SIGLA MEDIDA	Tipo Urbanização	ÁREA TOTAL (Hectare)	Domicílios Impactados Por Soluções Tipo 1	CAPEX	OPEX (ano)
Guarapari	9 - BH Meaípe	Rio Meaípe	MEA-001	MEA-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	9 - BH Meaípe	Rio Meaípe	MEA-001	MEA-001-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	9.5	-	R\$1,685,081.54	R\$1,093.58
Guarapari	9 - BH Meaípe	Rio Meaípe	MEA-001	MEA-001-A	Polígono 3	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	10.2	-	R\$1,801,659.51	R\$1,169.24
Guarapari	8 - BH Jabuti	Rio Jabuti	JAB-001	JAB-001-B	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	8 - BH Jabuti	Rio Jabuti	JAB-001	JAB-001-B	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	18.0	-	R\$3,179,399.13	R\$2,063.36
Guarapari	8 - BH Jabuti	Rio Jabuti	JAB-002	JAB-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	8 - BH Jabuti	Rio Jabuti	JAB-002	JAB-002-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	18.0	-	R\$3,179,399.13	R\$2,063.36
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-001	PER-001-D	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-001	PER-001-D	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	15.6	-	R\$2,755,479.25	R\$5,960.83
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-001	PER-001-D	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	4.2	-	R\$748,925.13	R\$1,620.12
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-001	PER-001-D	Polígono 4	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	4.4	-	R\$775,420.12	R\$503.23
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-002	PER-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-002	PER-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	6.0	-	R\$1,059,799.71	R\$2,292.63
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-002	PER-002-A	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	11.5	-	R\$2,031,282.78	R\$4,394.20
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-002	PER-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	16.8	-	R\$2,967,439.19	R\$6,419.35
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-002	PER-002-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	4.11	80	R\$10,278,283.27	R\$9,210.93
Guarapari	7 - BH Perocão	Rio Perocão	PER-002	PER-002-A	Polígono 6	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	4.4	-	R\$775,420.12	R\$503.23
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.8	-	R\$1,022,706.72	R\$2,212.38
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.53	30	R\$3,383,924.20	R\$9,210.93
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	2.6	-	R\$452,181.21	R\$978.19
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 5	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	4.3	-	R\$759,523.13	R\$1,643.05
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 6	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	3.4	-	R\$605,852.17	R\$393.19
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	18.7	50	R\$13,928,161.07	R\$9,210.93
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 8	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	16.7	-	R\$2,949,775.86	R\$6,381.14
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 9	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	6.82	20	R\$5,264,233.39	R\$9,210.93
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 10	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	9.8	-	R\$1,734,538.86	R\$3,752.26
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-001	UNA-001-C	Polígono 11	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.3	-	R\$227,856.94	R\$492.91
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.8	-	R\$1,022,706.72	R\$2,212.38
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.53	30	R\$3,383,924.20	R\$9,210.93
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	8.4	-	R\$1,481,953.26	R\$3,205.85
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 5	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	4.3	-	R\$759,523.13	R\$1,643.05

Município	Bacia	Rio	Alternativa	Intervenção	Polígono	SIGLA MEDIDA	Tipo Urbanização	ÁREA TOTAL (Hectare)	Domicílios Impactados Por Soluções Tipo 1	CAPEX	OPEX (ano)
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 6	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	3.4	-	R\$605,852.17	R\$393.19
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	18.7	50	R\$13,928,161.07	R\$9,210.93
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 8	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	16.7	-	R\$2,949,775.86	R\$6,381.14
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 9	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	8.76	20	R\$6,166,718.57	R\$9,210.93
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 10	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	9.8	-	R\$1,734,538.86	R\$3,752.26
Guarapari	13 - BH Una	Rio Una	UNA-002	UNA-002-A	Polígono 11	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.3	-	R\$227,856.94	R\$492.91
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Reis Magos	REI-001	REI-001-A	Polígono 1	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	3.1	-	R\$549,329.52	R\$127.66
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Reis Magos	REI-001	REI-001-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	1.0	-	R\$167,801.62	R\$39.00
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Reis Magos	REI-001	REI-001-A	Polígono 3	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	2.7	-	R\$473,377.20	R\$110.01
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Reis Magos	REI-001	REI-001-A	Polígono 4	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Sauanha	SAU-001	SAU-001-A	Polígono 1	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.6	-	R\$102,447.31	R\$79.36
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Sauanha	SAU-001	SAU-001-A	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.7	20	R\$2,407,914.32	R\$9,210.93
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Sauanha	SAU-001	SAU-001-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.6	20	R\$2,352,090.50	R\$9,210.93
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Sauanha	SAU-001	SAU-001-A	Polígono 4	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-001	FUN-001-C	Polígono 1	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	3.0	-	R\$524,600.86	R\$121.91
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-001	FUN-001-C	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	2.0	-	R\$353,266.57	R\$82.10
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-001	FUN-001-C	Polígono 3	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	0.9	-	R\$150,138.29	R\$34.89
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-001	FUN-001-C	Polígono 4	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	1.7	-	R\$291,444.92	R\$67.73
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-001	FUN-001-C	Polígono 5	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-002	FUN-002-D	Polígono 1	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	0.6	-	R\$102,447.31	R\$23.81
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-002	FUN-002-D	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	0.7	-	R\$121,876.97	R\$28.32
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-002	FUN-002-D	Polígono 3	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	0.4	-	R\$75,952.31	R\$17.65
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-002	FUN-002-D	Polígono 4	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 1	1A - Desapropriação e Indenização	CONSOLIDADA	7.0	140	R\$16,765,723.27	R\$9,210.93
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 2	1A - Desapropriação e Indenização	CONSOLIDADA	8.5	90	R\$12,660,025.36	R\$9,210.93
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 3	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	4.9	-	R\$858,437.77	R\$199.49
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 4	1A - Desapropriação e Indenização	CONSOLIDADA	4.4	10	R\$2,999,199.17	R\$9,210.93
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 5	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	4.9	-	R\$858,437.77	R\$199.49
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 6	1A - Desapropriação e Indenização	CONSOLIDADA	4.8	20	R\$4,151,560.12	R\$9,210.93
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003-A	Polígono 7	1A - Desapropriação e Indenização	CONSOLIDADA	8.3	30	R\$6,741,384.57	R\$9,210.93

Município	Bacia	Rio	Alternativa	Intervenção	Polígono	SIGLA MEDIDA	Tipo Urbanização	ÁREA TOTAL (Hectare)	Domicílios Impactados Por Soluções Tipo 1	CAPEX	OPEX (ano)
Fundão	2 - BH Reis Magos	Rio Fundão	FUN-003	FUN-003	Polígono 8	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	3 - BH Joãozinho	C. Joãozinho	JOA-001	JOA-001-C	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	3 - BH Joãozinho	C. Joãozinho	JOA-001	JOA-001-C	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.2	-	R\$211,959.94	R\$2,062.84
Serra	3 - BH Joãozinho	C. Joãozinho	JOA-002	JOA-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	3 - BH Joãozinho	C. Joãozinho	JOA-002	JOA-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	7.4	-	R\$1,307,086.31	R\$12,720.85
Serra	3 - BH Joãozinho	C. Joãozinho	JOA-002	JOA-002-A	Polígono 3	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	2.2	-	R\$388,593.23	R\$1,134.56
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-001	ITA-001-D	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-001	ITA-001-D	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.6	-	R\$989,146.40	R\$13,570.62
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	28.0	-	R\$4,945,731.98	R\$67,853.12
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	11.9	-	R\$2,101,936.09	R\$28,837.58
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 4	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	10.4	550	R\$62,356,496.00	R\$9,210.93
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.6	40	R\$4,457,625.77	R\$9,210.93
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 6	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.9	100	R\$11,323,165.86	R\$9,210.93
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 7	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	21.8	-	R\$3,850,605.61	R\$52,828.50
Cariacica	11 - BH Itanguá	Rio Itanguá	ITA-002	ITA-002-A	Polígono 8	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	16.7	-	R\$2,949,775.86	R\$40,469.54
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Manguinhos	MAN-001	MAN-001-C	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Maringa	MAR-001	MAR-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Maringa	MAR-001	MAR-001-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	1.5	-	R\$264,949.93	R\$773.57
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Manguinhos	MAN-002	MAN-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Manguinhos	MAN-002	MAN-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	2.1	-	R\$370,929.90	R\$3,609.97
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Manguinhos	MAN-002	MAN-002-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	2.2	40	R\$5,187,987.48	R\$9,210.93
Serra	5 - BH Manguinhos Maringa	Rio Manguinhos	MAN-002	MAN-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.6	-	R\$105,979.97	R\$1,031.42
Vitória	12 - BH Ilha de Vitória	Bacia Portinari	POR-002	POR-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vitória	12 - BH Ilha de Vitória	Bacia Portinari	POR-002	POR-002-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	52.9	-	R\$9,343,900.78	R\$105,900.39
Vitória	12 - BH Ilha de Vitória	Bacia Bento Ferreira	BEN-002	BEN-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vitória	12 - BH Ilha de Vitória	Bacia Bento Ferreira	BEN-002	BEN-002-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	33.9	-	R\$5,987,868.36	R\$67,864.34
Vitória	12 - BH Ilha de Vitória	Córrego Fradinhos	FRA-002	FRA-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-

Município	Bacia	Rio	Alternativa	Intervenção	Polígono	SIGLA MEDIDA	Tipo Urbanização	ÁREA TOTAL (Hectare)	Domicílios Impactados Por Soluções Tipo 1	CAPEX	OPEX (ano)
Vitória	12 - BH Ilha de Vitória	Córrego Fradinhos	FRA-002	FRA-002-A	Polígono 2	2A - Soluções Adaptativas	CONSOLIDADA	146.0	-	R\$25,788,459.62	R\$292,277.08
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	11.7	-	R\$2,066,609.44	R\$20,112.70
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.7	-	R\$123,643.30	R\$1,203.32
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	49.7	-	R\$8,778,674.27	R\$85,436.00
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 5	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	3.8	-	R\$671,206.48	R\$6,532.33
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 6	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	3.9	30	R\$4,928,383.37	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-001	JUA-001-C	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	2.3	100	R\$11,523,201.24	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-001	ROB-001-B	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.3	-	R\$231,389.60	R\$2,251.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.3	100	R\$11,081,262.62	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 4	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.5	10	R\$1,743,587.47	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	2.5	50	R\$6,373,336.71	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 6	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.4	-	R\$67,120.65	R\$653.23
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.8	40	R\$4,550,665.48	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 8	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.2	-	R\$206,660.94	R\$2,011.27
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 9	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	2.2	70	R\$8,320,704.47	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Jacuném	JAC-001	JAC-001-A	Polígono 10	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.9	40	R\$5,053,079.91	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	11.7	-	R\$2,066,609.44	R\$20,112.70
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.7	-	R\$123,643.30	R\$1,203.32
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	128.0	-	R\$22,609,060.49	R\$220,036.37
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	3.9	140	R\$16,432,069.60	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 6	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	4.0	70	R\$9,181,321.78	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	Lagoa Juara	JUA-002	JUA-002-A	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	2.3	140	R\$15,706,359.87	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	21.5	-	R\$3,797,615.63	R\$36,959.23

Município	Bacia	Rio	Alternativa	Intervenção	Polígono	SIGLA MEDIDA	Tipo Urbanização	ÁREA TOTAL (Hectare)	Domicílios Impactados Por Soluções Tipo 1	CAPEX	OPEX (ano)
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	8.5	380	R\$43,694,194.60	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	18.2	-	R\$3,214,725.79	R\$31,286.42
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	16.5	560	R\$66,239,996.78	R\$9,210.93
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 6	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	6.6	-	R\$1,165,779.68	R\$11,345.63
Serra	4 - BH Juara Jacunem	C. Robson	ROB-002	ROB-002-A	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	2.0	100	R\$11,365,033.73	R\$9,210.93
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-001	BUB-001-D	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-001	BUB-001-D	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	8.6	100	R\$14,458,604.05	R\$9,210.93
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-001	BUB-001-D	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	22.9	-	R\$4,044,902.23	R\$55,494.16
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-002	BUB-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-002	BUB-002-A	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	8.6	100	R\$14,458,604.05	R\$9,210.93
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-002	BUB-002-A	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	22.9	-	R\$4,044,902.23	R\$55,494.16
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-002	BUB-002-A	Polígono 4	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	17.7	310	R\$40,653,493.61	R\$9,210.93
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-002	BUB-002-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	18.7	350	R\$45,301,850.78	R\$9,210.93
Cariacica	14 - Rio Bubu	Rio Bubu	BUB-002	BUB-002-A	Polígono 6	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	27.3	-	R\$4,822,088.68	R\$66,156.79
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 1	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.2	-	R\$35,326.66	R\$27.37
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.2	5	R\$1,081,133.08	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.1	5	R\$569,414.68	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 4	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.2	0	R\$111,647.65	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 5	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.4	-	R\$70,653.31	R\$54.73
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 6	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.9	5	R\$941,573.52	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 7	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.9	-	R\$158,969.96	R\$123.14
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 8	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.6	5	R\$802,013.96	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 9	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.2	-	R\$35,326.66	R\$27.37
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 10	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.2	-	R\$35,326.66	R\$27.37
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-001	PRE-001-C	Polígono 11	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-002	PRE-002-A	Polígono 1	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	6.1	30	R\$5,975,080.09	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-002	PRE-002-A	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	6.0	20	R\$4,882,770.58	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-002	PRE-002-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.1	5	R\$569,414.68	R\$9,210.93
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-002	PRE-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.9	-	R\$158,969.96	R\$123.14
Fundão	1 - Rio Preto	Rio Preto	PRE-002	PRE-002-A	Polígono 5	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 5	SUB5-001	SUB5-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 5	SUB5-001	SUB5-001-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	3.2	-	R\$572,291.84	R\$13,749.04
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 4	SUB4-001	SUB4-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 4	SUB4-001	SUB4-001-A	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.8	20	R\$2,942,892.65	R\$9,210.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-001	SUB1-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-

Município	Bacia	Rio	Alternativa	Intervenção	Polígono	SIGLA MEDIDA	Tipo Urbanização	ÁREA TOTAL (Hectare)	Domicílios Impactados Por Soluções Tipo 1	CAPEX	OPEX (ano)
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-001	SUB1-001-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.1	-	R\$900,829.75	R\$21,642.00
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-001	SUB1-001-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.4	10	R\$1,697,067.62	R\$9,210.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-001	SUB1-001-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	147.0	-	R\$25,965,092.90	R\$623,798.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-002	SUB1-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-002	SUB1-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.1	-	R\$900,829.75	R\$21,642.00
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-002	SUB1-002-A	Polígono 3	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	1.4	10	R\$1,697,067.62	R\$9,210.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-002	SUB1-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	13.8	-	R\$2,437,539.33	R\$58,560.72
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 1	SUB1-002	SUB1-002-A	Polígono 5	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	2.2	-	R\$393,892.23	R\$9,463.07
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 2	SUB2-001	SUB2-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 2	SUB2-001	SUB2-001-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	211.0	-	R\$37,269,623.15	R\$895,384.86
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 2	SUB2-002	SUB2-002-A	-	-	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 2	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	4.0	120	R\$14,405,618.08	R\$9,210.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	7.4	-	R\$1,300,020.98	R\$31,232.38
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	107.0	-	R\$18,899,761.50	R\$454,057.73
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 5	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	10.0	210	R\$26,604,264.27	R\$9,210.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 6	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	36.0	-	R\$6,358,798.26	R\$152,767.09
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 7	1B - Remoção e Reassentamento	PRECÁRIA	0.7	10	R\$1,390,036.58	R\$9,210.93
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 8	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.5	-	R\$270,248.93	R\$6,492.60
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 9	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.1	-	R\$906,128.75	R\$21,769.31
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 10	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	8.9	-	R\$1,572,036.24	R\$37,767.42
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 11	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.4	-	R\$247,286.60	R\$5,940.94
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-001	SUB3-001-A	Polígono 12	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.7	-	R\$120,110.63	R\$2,885.60
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 1	2E - Zoneamento	-	-	-	-	-
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 2	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	12.0	-	R\$2,119,599.42	R\$50,922.36
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 3	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.5	-	R\$270,248.93	R\$6,492.60
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 4	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	5.1	-	R\$906,128.75	R\$21,769.31
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 5	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	8.9	-	R\$1,573,802.57	R\$37,809.85
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 6	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	1.4	-	R\$249,052.93	R\$5,983.38
Vila Velha	6 - Jucu	Sub-bacia 3	SUB3-002	SUB3-002-A	Polígono 7	2B - Soluções Adaptativas	PRECÁRIA	0.7	-	R\$120,110.63	R\$2,885.60

Fonte: PDAU-RMGV, 2022

