



Produto P11

RELATÓRIO FINAL

SUMÁRIO EXECUTIVO

PDCV-RE-P11-1-001-R1

(Versão Final)

Maio, 2023.



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

16 de junho de 2023.

PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS E DA PAISAGEM

COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO (CESAN)

Diretor Presidente da CESAN

Munir Abud de Oliveira

Diretor de Engenharia e Meio Ambiente da CESAN

Pablo Ferraço Andreão

Coordenadora Geral

Sandra Sily

Coordenador e Fiscal do PDAU-RMGV

Nestor Alcides Gorza Jr.

Engenheiro da CESAN – Apoio Técnico ao PDAU

Francisco Leonardo Duarte Kale

Consultora de Engenharia do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem - BIRD P130682

Rodrigo Moulin

Consultora para Apoio Técnico de Gestão Ambiental do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem - BIRD P130682

Sabrina Rocha Gonçalves Bongiovani

CONSÓRCIO TETRA TECH - CONCREMAT

Direção do Consórcio

Gustavo Silva do Prado – Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia Hidráulica e Sanitária com MBA em Gerenciamento de Projetos.

Eduardo Ayres Yassuda – Engenheiro Mecânico, Mestre Doutor e PhD em Engenharia Costeira

Rafael Luis Rabuske - Engenheiro Civil com MBA em Gerenciamento de Projetos.

Coordenação Geral e Gestão do Contrato

Michelle Taveira Opitz - Arquiteta e Urbanista, Mestre e em Urbanismo com MBA em Gestão de Obras e Projetos.

Gustavo Silva do Prado – Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia Hidráulica e Sanitária com MBA em Gerenciamento de Projetos.

Coordenação Técnica

Luiz Fernando Orsini Yazaki - Engenheiro civil, Especialista em drenagem e tratamento de águas e esgotos com experiência internacional em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Coordenação de Modelagem Hidrológica e Hidrodinâmica e das Medidas Estruturais de Macrodrenagem

Pedro Augusto da Costa Leite - Engenheiro Hídrico com MBA em Gerenciamento de Projetos e Mestrando em Engenharia Hídrica.

Coordenação de Arquitetura e Urbanismo

Michelle Taveira Opitz - Arquiteta e Urbanista, Mestre e em Urbanismo com MBA em Gestão de Obras e Projetos.

Coordenação de Gestão Ambiental

Carlos Eduardo Nakao Inouye - Engenheiro Ambiental, Mestre na área de mudanças climáticas e modelagem dinâmica espacial.

Coordenação de Medidas Não Estruturais e de Soluções Baseadas na Natureza

Antonio Eduardo Giansante - Engenheiro Civil e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento.

Coordenação das Estimativas de Custo

Marcelo Ling Tosta da Silva - Engenheiro Ambiental e Economista, Mestre em Economia Ambiental e dos Recursos Naturais.

Coordenação da Mobilização e Comunicação Social

Flavia Lúcia Coelho Mota Pinheiro - Assistente Social

Equipe Técnica

Marco Antonio Corrêa	Físico e Doutor em Oceanografia Física, Especialista em Modelagem Hidrológica e Hidrodinâmica
Rafael Torella di Romagnano Soares da Costa	Gestor Ambiental, Especialista em Modelagem Hidrológica
Gabriel Fabbri Eisele	Engenheiro Ambiental e Especialista em Geoprocessamento
Ricardo Augusto de Castro Marcondes	Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária, Especialista em BIM aplicado à implantação de obras de Infraestrutura e Especialista em Saneamento Ambiental com MBA em Gerenciamento de Projetos de Infraestrutura em BIM
Heloise Dugolin Ceccato	Engenheira Ambiental
Ediane Rosa	Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais.
Miguel Bortoletto Giansante	Engenheiro Ambiental e Especialista em Gerenciamento de Projetos
Eduardo Marinovic B. Antunes	Engenheiro Civil
Afonso Celso Vanoni de Castro	Arquiteto e Urbanista e Doutor em Arquitetura e Urbanismo
Silvio Stephanni Sant'Anna	Arquiteto e Urbanista e Doutor em Arquitetura e Urbanismo
Lucas Ferruci	Advogado
João Depoli Barrozo de Souza	Engenheiro Ambiental com MBA em Gestão de Processos e Metodologias Ágeis.
Renato Ribeiro Siman	Engenheiro Químico e Doutor em Hidráulica e Saneamento
Gustavo Adam Laffitte Mineto	Engenheiro Civil e Economista Especialista em Gestão de Negócios.
Thiago André Guimarães	Engenheiro Civil e Economista Mestre e PhD em Métodos Numéricos
Jhonnatan de Matos Porto	Geógrafo
Dhyeisa Lumena Rossi	Formada em Ciências Sociais, Mestre em Ciência Política e Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento
Ari Caraver	Engenheiro Civil, Pós-graduado em Saneamento.

Rafael Chaves Opitz	Engenheiro Civil
Lisete Dal Mas	Engenheira Civil
Carlos Eduardo Haubert Bitelo	Engenheiro Civil

Equipe de Mobilização e Comunicação Social

Flavia Lúcia Coelho Mota Pinheiro	Assistente Social
João Depoli Barrozo de Souza	Engenheiro Ambiental com MBA em Gestão de Processos e Metodologias Ágeis.
Renato Ribeiro Siman	Engenheiro Químico e Doutor em Hidráulica e Saneamento

Responsáveis Técnicos

Eduardo Ayres Yassuda	Engenheiro Mecânico, Mestre Doutor e PhD em Engenharia Costeira.
Rafael Luis Rabuske	Engenheiro Civil, MBA em Gerenciamento de Projetos.
Gustavo Silva do Prado	Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia Hidráulica e Sanitária com MBA em Gerenciamento de Projetos.
Luiz Fernando Orsini de Lima Yazaki	Engenheiro civil, Especialista em drenagem e tratamento de águas e esgotos com experiência internacional em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.
Michelle Taveira Opitz	Arquiteta e Urbanista, Mestre em Urbanismo com MBA em Gestão de Obras e Projetos.

GRUPO DE SUSTENTAÇÃO DO PDAU-RMGV

Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)

Nestor Alcides Gorza Jr.	Coordenador e Fiscal do PDAU-RMGV
Francisco Leonardo Duarte Kale	Apoio Técnico ao PDAU- RMGV
Rodrigo Moulin	Consultora de Engenharia do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem - Convidado
Sabrina Rocha Gonçalves Bongiovani	Consultora para Apoio Técnico de Gestão Ambiental do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem - Convidada

Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB)

Zilma Peterli Lyra	Subsecretária da SEDURB - Convidada
Douglas de Souza Silva	Representante no GS indicado pela sua Instituição de Origem
Bárbara Alves Moraes	Convidada
Fernanda Magalhães	Convidada

Prefeitura Municipal de Vitória

Marcos Aurélio de Souza Bastos	Representante do GS de 03/2023 a 06/2023.
Vanilda da Conceição L. dos Reis	Representante do GS de 06/2020 a 03/2023
Fernanda Guzzo	Convidada
Fabrcia Fafá de Oliveira	Convidada

Prefeitura Municipal de Serra

Stephanie Zucoloto	Representante do GS
Vergínia Januário dos Reis Rocha	Convidada
Camila Gomes Pacheco	Convidada
Lizandra Broseghini Föeger	Convidada

Prefeitura Municipal de Viana

Marcos Felipe da Costa	Representante do GS
Lucas Cardoso	Convidado
Gabriela Siqueira	Convidada

Prefeitura Municipal de Vila Velha

Vanilda da Conceição L. dos Reis	Representante do GS de 04/2023 a 06/2023.
Jarua Voellger Nogueira	Representante do GS de 06/2020 a 03/2023
Bárbara Lyra	Convidada
Marina Matos Bressanelli	Convidada

Prefeitura Municipal de Guarapari

Murilo Tardin	Representante do GS
Breno Simões Ramos	Convidado
Izabela Catani	Convidada

Prefeitura Municipal de Fundão

Vinícius Vieira Senna	Representante do GS
Izadora Lirio Goncalves	Convidada
Pedro Henrique Ferreira Totola	Convidado
Erika Pedrini	Convidado

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes do Espírito Santo (DNIT-ES)

Carlos Alberto da Silva Junior	Representante do GS
--------------------------------	---------------------

Departamento de Edificações e Rodovias do Espírito Santo (DER-ES)

Paulo Mauricio Ferrari	Representante do GS
Mariana Maretto Motta	Convidada

Secretaria de Economia e Planejamento - SEP

José Ferreira Felz	Representante do GS
--------------------	---------------------

Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH)

Mônica Amorim Gonçalves	Representante do GS
-------------------------	---------------------

Defesa Civil / Corpo de Bombeiros

Dione Henrique Duarte	Representante do GS
Rodrigo Rigoni de Souza	Convidado

João Depoli Barrozo de Souza	Engenheiro Ambiental com MBA em Gestão de Processos e Metodologias Ágeis.
Renato Ribeiro Siman	Engenheiro Químico e Doutor em Hidráulica e Saneamento
Gustavo Adam Laffitte Mineto	Engenheiro Civil e Economista Especialista em Gestão de Negócios.
Jhonnatan de Matos Porto	Geógrafo

Sumário

1	O Plano Diretor de Águas Urbanas (PDAU)	36
1.1	Contextualização do PDAU	36
1.2	Objetivo do PDAU	37
1.3	Área de abrangência do PDAU	38
1.4	Área e população beneficiadas.....	41
1.5	Investimentos previstos.....	42
2	Conceitos gerais	47
2.1	Eventos de cheias.....	47
2.2	Risco, probabilidade e tempo de recorrência (TR).....	47
2.3	Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU)	49
2.4	Estudos hidrológicos e hidrodinâmicos.....	50
2.5	Medidas de controle	52
2.5.1	Tipos de medidas estruturais.....	53
2.5.2	Alternativas de medidas de controle ou medidas complementares ..	55
3	Caracterização do território.....	60
3.1	Meio biótico	60
3.2	Qualidade da água.....	61
3.3	Geologia.....	69
3.4	Pedologia.....	71
3.5	Uso e ocupação do solo	72
3.6	População.....	76
4	Critérios para a modelagem numérica do sistema de macrodrenagem	
	79	
4.1	Corpos hídricos modelados.....	79
4.2	Cenários de desenvolvimento.....	83

4.3	Cadastros de campo.....	84
5	Diagnóstico e prognóstico – Os riscos das cheias na RMGV.....	88
6	Proposições.....	96
6.1	Processo de formulação das proposições.....	96
6.2	Análise multicritério.....	99
6.3	Proposições para as bacias.....	101
6.3.1	Bacia Hidrográfica do Rio Preto.....	105
6.3.2	Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos.....	115
6.3.3	Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.....	135
6.3.4	Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.....	142
6.3.5	Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.....	162
6.3.6	Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá.....	169
6.3.7	Bacia Hidrográfica de Jucú-Marinho.....	174
6.3.8	Bacia Hidrográfica do Rio Perocão.....	201
6.3.9	Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti.....	210
6.3.10	Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe.....	218
6.3.11	Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.....	223
6.3.12	Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.....	231
6.3.13	Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória.....	238
6.3.14	Bacia Hidrográfica do Rio Una.....	247
6.3.15	Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.....	260
6.4	Procedimentos para a execução das propostas.....	269
6.5	Estimativa de custos.....	276
7	Gestão institucional.....	279
7.1	Sistema existente.....	279
7.2	Propostas do PDAU.....	286
8	Programas.....	292

9	Plano de ação.....	295
9.1	Planejamento estratégico do PDAU-RMGV.....	295
9.1.1	Princípios.....	295
9.1.2	Diretrizes para a formulação de programas e ações.....	295
9.1.3	Planos de implementação.....	296
9.1.4	Governança do PDAU-RMGV.....	304
9.2	Eixo A - Gestão Institucional.....	305
9.3	Eixo B - Medidas Estruturais e de Controle.....	305
9.4	Eixo C - Programas Complementares.....	306
9.5	Carta de Prioridades do PDAU-RMGV.....	306
9.5.1	Prioridades Eixo A.....	307
9.5.2	Prioridades Eixo C.....	308
9.5.3	Prioridades Eixo B.....	310
9.6	Plano de Execução.....	312
9.6.1	Fontes de financiamento.....	312
9.6.2	Demonstrativos físico-financeiro.....	313
10	Mobilização Social.....	316
11	Considerações finais.....	320
	Referências.....	323
	Anexo 1 – Metodologia da Análise Benefício/Custo.....	328

Índice de Figuras

Figura 1 - Linha do tempo PDAU.....	34
Figura 2 - Localização da RMGV.....	38
Figura 3 – Área de abrangência e bacias hidrográficas estudadas no PDAU- RMGV.....	39
Figura 4 – Enquadramento dos corpos hídricos das bacias hidrográficas que contribuem para a RMGV.....	64
Figura 5 – Enquadramento dos corpos hídricos próximos à região da Baía de Vitória.....	65
Figura 6 – Espacialização dos resultados médios gerais do IQA para o período de estudo.....	67
Figura 7 - Unidades litológicas da Região Metropolitana da Grande Vitória. 70	
Figura 8 – Mapa pedológico da área de abrangência.....	71
Figura 9 – Uso do solo de 2020 resultado da classificação supervisionada semiautomática de uso do solo.	74
Figura 10 – Projeção do uso do solo para 2040 resultado da classificação supervisionada semiautomática e dos estudos urbanísticos realizados.	75
Figura 11 –Evolução da ocupação do solo (área urbanizada) 2020 e 2040.	76
Figura 12 - Projeção populacional dos municípios da RMGV para 2020, 2025, 2032 e 2040.	77
Figura 13 – Rede hídrica modelada no PDAU-RMGV.....	81
Figura 14 – Localização das seções transversais cadastradas dos corpos hídricos modelados no PDAU-RMGV.	87
Figura 15 – Valor dos prejuízos de cada esfera na valoração total de cada cenário.....	93
Figura 16 – Valor do prejuízo por habitante, por cenário.	95
Figura 17 - Fluxograma metodológico da elaboração das proposições do PDAU.....	97
Figura 18 – Grupo de bacias hidrográficas.....	102
Figura 19 – Mancha de inundação prognóstica de tempo de recorrência 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Preto.....	106
Figura 20 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Preto.....	109

Figura 21 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções na Bacia Hidrográfica do Rio Preto.....	110
Figura 22 – Detalhe da intervenção PRE-001-C.....	112
Figura 23 – Ampliação da intervenção PRE-001-C (medidas de controle complementares).....	113
Figura 24 – Detalhe da intervenção PRE-001-C – indicação de implantação de parques nas áreas remanescentes de remoção.....	114
Figura 25 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Reis Magos.....	116
Figura 26 – 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.....	117
Figura 27 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos.	119
Figura 28 – Detalhe da intervenção REI-001-A.....	120
Figura 29 – Ampliação da intervenção REI-001-A.	121
Figura 30 – Resumo das intervenções propostas para o Rio Sauanha.....	123
Figura 31 – Detalhe da intervenção SAU-001-A.....	124
Figura 32 – Ampliação da intervenção SAU-001-A.....	125
Figura 33 – Detalhe da intervenção SAU-001-A (Ampliação) – indicação de implantação de parques nas áreas remanescentes de remoção.....	126
Figura 34 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Fundão.....	129
Figura 35 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Fundão.	130
Figura 36 – Ampliação da Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Fundão.....	131
Figura 37 – Detalhe da intervenção FUN-002-D.....	133
Figura 38 – Ampliação da intervenção FUN-002-D (Ampliação).	134
Figura 39 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e uso do solo de 2040 para o Córrego Joãozinho.	136
Figura 40 – Resumo das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.....	138
Figura 41 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.....	139

Figura 42 – Detalhe da intervenção JOA-001-C.....	141
Figura 43 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.	143
Figura 44 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.	146
Figura 45 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.....	147
Figura 46 – Ampliação na Lagoa Juara - Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções.	148
Figura 47 – Detalhamento da Intervenção JUA-001-C.	150
Figura 48 – Ampliação da Intervenção JUA-001-C (medidas de controle complementares).....	151
Figura 49 – Detalhe da intervenção JUA-001-C – Indicação de Implantação de parques nas áreas remanescentes de remoção.....	152
Figura 50 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném (com zoom na Lagoa Jacuném).....	154
Figura 51 – Detalhamento da intervenção JAC-001-A.	155
Figura 52 – Detalhe da intervenção JAC-001-A – Indicação da implantação de parque alagável nas áreas remanescentes de remoção.....	156
Figura 53 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação no Córrego Dr. Robson).....	158
Figura 54 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação no Córrego Dr. Robson).....	159
Figura 55 – Detalhamento da intervenção ROB-001-B.	161
Figura 56 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia do Córrego Manguinhos.....	163
Figura 57 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.	165
Figura 58 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.....	166
Figura 59 – Detalhamento da intervenção MAN-001-C.....	168
Figura 60 – Mancha de inundação prognóstica de tempo de recorrência 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia do Córrego Maringá.....	170

Figura 61 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá.....	172
Figura 62 – Detalhamento da intervenção MAR-001-A.....	173
Figura 63 – Divisão das Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Jucú.....	175
Figura 64 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 1 – Draga.....	177
Figura 65 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – Sub-bacia 1 – Draga.....	178
Figura 66 – Detalhamento da intervenção SUB1-002-A.....	180
Figura 67 – Detalhe da intervenção SUB1-002-A – Consolidação de parque alagável nas áreas de remoção.....	181
Figura 68 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa.....	183
Figura 69 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa.....	184
Figura 70 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 3 – Complexo Jucú.....	187
Figura 71 – Detalhamento da intervenção SUB3-002-A.....	188
Figura 72 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 3 – Complexo Jucú (Canal Cobilândia).....	190
Figura 73 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – Sub-bacia 3 – Complexo Jucú.....	192
Figura 74 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 4 – Rio Formate.....	195
Figura 75 – Detalhamento da intervenção SUB4-001-A.....	196
Figura 76 – Detalhamento da intervenção SUB4-001-A – Indicação de parque alagável nas áreas remanescentes de remoção.....	197
Figura 77 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho.....	199
Figura 78 – Detalhamento da intervenção SUB5-001.....	200
Figura 79 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Perocão.....	202
Figura 80 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Perocão.....	205

Figura 81 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia do Rio Perocão.....	206
Figura 82 – Detalhe da intervenção PER-001-D.....	208
Figura 83 – Detalhe da intervenção PER-001-D (Ampliação).....	209
Figura 84 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Jabuti.....	211
Figura 85 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti.....	213
Figura 86 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti.....	214
Figura 87 – Detalhe da intervenção JAB-001-B.....	216
Figura 88 – Detalhe da intervenção JAB-001-B (Ampliação).....	217
Figura 89 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Meaípe.....	219
Figura 90 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Meaípe.....	221
Figura 91 – Detalhe da intervenção MEA-001-A.....	222
Figura 92 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória.....	224
Figura 93 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e uso do solo de 2040 para a BH do Rio Sta. Maria da Vitória (Ampliação).....	225
Figura 94 – Resumo das proposições para a Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos).....	228
Figura 95 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos).....	229
Figura 96 – Medidas de Controle Complementares na Mancha Remanescente de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos).....	230
Figura 97 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Itanguá.....	232
Figura 98 – Resumo das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.....	234

Figura 99 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.....	235
Figura 100 – Detalhe da intervenção ITA-001-D.....	237
Figura 101 - Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia da Ilha de Vitória.....	239
Figura 102 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória (Canal da Leitão da Silva – Bacia Portinari).....	243
Figura 103 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória (Canal da Leitão da Silva – Bacia Bento Ferreira).	244
Figura 104 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória (Córrego Fradinhos).	245
. Figura 105 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória.....	246
Figura 106 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica do Rio Una.	248
Figura 107 – Resumos das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Rio Una.....	251
Figura 108 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Una.....	252
Figura 109 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Una – (Ampliação).....	253
Figura 110 – Detalhe da intervenção UNA-001-C.....	255
Figura 111 – Detalhe da intervenção UNA-001-C-Ampliação (1/2).....	256
Figura 112 – Detalhe da intervenção UNA-001-C-Ampliação (2/2).....	257
Figura 113 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – Ampliação (1/2) – Consolidação de parque nas áreas de remoção.....	258
Figura 114 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – Ampliação (2/2) – Consolidação de parque nas áreas de remoção.....	259
Figura 115 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Bubu.....	261
Figura 116 – Resumos das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.....	264
Figura 117 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.	265

Figura 118 – Detalhe da intervenção BUB-001-D.	267
Figura 119 – Detalhamento da Intervenção BUB-001-D - Consolidação de parque alagável nas áreas de remoção.....	268
Figura 120 – Bacias hidrográficas e distritos de drenagem.	301
Figura 121 – Análise integrada das visualizações e espectadores por ciclo de mobilização.	318
Figura 122 – Análise integrada dos níveis mais altos de avaliação dos ciclos de mobilização.	319

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Produtos que integram o Plano Diretor de Águas Urbanas da RMGV.....	26
Tabela 2 – Áreas das bacias hidrográficas contempladas nos estudos hidrológicos do PDAU-RMGV	41
Tabela 3 -Áreas dos municípios da RMGV beneficiados pelo PDAU.....	41
Tabela 4 – Área urbanizada, população municipal total (2020 e 2040) e população diretamente beneficiada (2040).....	42
Tabela 5 – Investimentos (CAPEX) e custos operacionais (OPEX), por bacia hidrográfica	43
Tabela 6 – Prejuízos totais estimados para os cenários de uso do solo de 2032 e 2040, sem e com a implementação das medidas de controle (MC) propostas.....	44
Tabela 7 – Detalhamento das medidas de controle nas manchas remanescentes de inundação (TR 25 anos).....	58
Tabela 8 –Faixas de avaliação do IQA e seus respectivos resultados.....	66
Tabela 9 – Classes de uso da terra e ocupação do solo e suas descrições de acordo com monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil realizado pelo IBGE (2016)	72
Tabela 10 – Projeção populacional das parcelas dos municípios contidos nas bacias que contribuem para a RMGV.....	77
Tabela 11 – Corpos hídricos cadastrados no PDAU-RMGV.	82
Tabela 12 – Número de seções transversais cadastradas por corpo hídrico modelado no PDAU-RMGV	85
Tabela 13 – Áreas inundáveis estimadas (km ²) por municípios para os anos 2020 e 2040 (TR 25 anos) considerando as obras irreversíveis em fase de licitação ou execução.....	89
Tabela 14 –Área de risco de cheias para os anos 2020 e 2040 (TR 25 anos).....	89
Tabela 15 – População em área de risco de cheia para 2020 e 2040 (TR 25 anos).....	90
Tabela 16 - Valoração total de todas as esferas analisadas, por cenário (R\$ milhões).	92
Tabela 17 – Prejuízo por habitante, por cenário.....	94

Tabela 18 – Critérios e subcritérios adotados para a análise multicritério.....	100
Tabela 19 - Pesos adotados para os critérios e subcritérios	100
Tabela 20 – Grupo de bacias hidrográficas.....	102
Tabela 21 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia do Rio Preto.....	107
Tabela 22 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Reis Magos.....	118
Tabela 23 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Sauanha.....	122
Tabela 24 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Fundão.....	127
Tabela 25 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.....	137
Tabela 26 – Proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Juara.....	144
Tabela 27 – Proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Jacuném	153
Tabela 28 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Doutor Róbson.....	157
Tabela 29 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.....	164
Tabela 30 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Maringá	171
Tabela 31 – Proposição do PDAU-RMGV para a Sub-bacia Draga	176
Tabela 32 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Bigossi.....	182
Tabela 33 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal da Costa.....	182
Tabela 34 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Marinho.....	186
Tabela 35 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Aribiri	189
Tabela 36 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Cobilândia.....	189
Tabela 37 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Guaranhuns.....	191
Tabela 38 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal do Dique.....	191
Tabela 39 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Formate	194
Tabela 40 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Ribeira e Santo Agostinho	198
Tabela 41 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Perocão.....	203
Tabela 42 – Proposições do PDAU-RMGV para o Rio Jabuti.....	212
Tabela 43 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Meaípe.....	220
Tabela 44 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal dos Escravos.....	226
Tabela 45 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Itanguá.....	233
Tabela 46 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Leitão da Silva (Bacia Portinari).....	240

Tabela 47 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Leitão da Silva (Bacia Bento Ferreira)	240
Tabela 48 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Fradinhos	241
Tabela 49 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Una	249
Tabela 50 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Bubu	262
Tabela 51 – Relevância das normas ambientais e sociais para o projeto	273
Tabela 52 – Relação de licenças e autorizações por alternativa selecionada	275
Tabela 53 – Custos estimados das soluções propostas por bacia hidrográfica	278
Tabela 54 – Entes estaduais identificados e analisados	281
Tabela 55 - Potenciais estratégias para a solução dos problemas identificados	285
Tabela 56 – Programas propostos	297
Tabela 57 – Modelo de ficha de ação	298
Tabela 58 – Detalhamento dos distritos de drenagem	302
Tabela 59 – Relação dos programas e respectivos macroproblemas	303
Tabela 60 – Resumo da priorização – Eixo A	307
Tabela 61 – Resumo da priorização – Eixo C	309
Tabela 62 – Resumo da priorização – Eixo B	311
Tabela 63 – Detalhamento temporal-financeiro por programa	314
Tabela 64 – Quadro resumo dos investimentos previstos por eixo e por meta temporal	315

Acrônimos

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento.

ARSP - Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo.

APP – Área de Preservação Permanente.

B/C – Benefício / Custo.

BH – Bacia Hidrográfica.

BSC – Balanced Scorecard.

CAPEX – Custos dos investimentos.

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica.

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento.

CN – Curve Number.

CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação.

COBRADE - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

DMAPU – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

ENAP – Escola Nacional de Administração Pública.

FAMOPES - Federação de Associações de Moradores e Movimentos Populares do Espírito Santo.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ID – Identificação.

IDF - Intensidade-duração-frequência.

IQA - Índice de Qualidade das Águas.

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional.

MDT - Modelo Digital do Terreno.

NAS - Normas Ambientais e Sociais.

OPEX – Custos Operacionais.

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

PDDU – Plano Diretor de Drenagem Urbana.

PDM – Plano Diretor Municipal.

PDUI – Plano Diretor Urbano Integrado.

PFT – Planejamento da Força de Trabalho.

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento.

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico.

PNSB - Política Nacional de Segurança de Barragens.

PSB - Plano de Segurança de Barragens.

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

SEAMA – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

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

SEPAM - Secretaria Extraordinária de Projetos Especiais e Articulação Metropolitana.

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Corporativo.

SIG – Sistema de Informações Geográficas.

SISAP – Sistema de Informações sobre Águas Pluviais.

SISDREN – Sistema de Informações sobre Drenagem.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

SNIS-AP – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – Águas Pluviais.

TR – Tempo de Retorno.

UC – Unidade de Conservação.

UTAP – Unidades Territoriais de Análise e Planejamento.

Apresentação

O Consórcio Tetra Tech - CONCREMAT apresenta à Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), o **Produto 11: Relatório Final – Sumário Executivo do Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana de Vitória (PDAU-RMGV)**, 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, a divisão do PDAU-RMGV 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 para o 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).
- 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 – Sumário Executivo (M2).**

O Produto 11 tem como finalidade apresentar a síntese do PDAU com destaque às propostas que irão contribuir para o melhor desempenho na gestão das águas pluviais urbanas da Região Metropolitana de Grande Vitória (RMGV).

Na Tabela 1, a seguir, são apresentados todos os produtos que integram PDAU, contendo os códigos, títulos, um breve comentário do conteúdo e as datas da última emissão dos respectivos documentos. Na sequência, a Figura 1, apresenta a linha do tempo, contemplando os produtos, os eventos e as atividades mais relevantes que marcaram o desenvolvimento do trabalho. E, por fim, apresenta-se a organização do conteúdo do Produto 11.

Tabela 1 - Produtos que integram o Plano Diretor de Águas Urbanas da RMGV

Código	Título	Conteúdo	Data
PDGV-RE-P01-1-001-R1	P1: Plano de Trabalho Consolidado	Planejamento das atividades do PDAU-RMGV, com o objetivo de organizar o desenvolvimento dos trabalhos desde o início até a sua conclusão.	09/2020
PDGV-RE-P02-1-001-R1	P2: Base Georreferenciada de Dados	A base georreferenciada de dados contempla a descrição das especificações de cada camada de informação (<i>layer</i>) e a descrição das informações de aquisição de dados junto às instituições detentoras.	10/2020
PDGV-RE-P03-1-001-R1	P3.1: Levantamento de Dados e Informações Secundárias	Caracterização dos dados e informações secundárias levantados para a elaboração do PDAU-RMGV.	10/2020
PDGV-RE-P03-2-001-R1	P3.2: Plano de Trabalho	Caracterização dos dados e informações secundárias levantados para a elaboração do PDAU-RMGV.	03/2021
PDGV-RE-P03-2-001-R1	P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias – Tomo I	Apresentação da metodologia utilizada e resultados obtidos (posição geográfica e altimetria), na primeira etapa dos levantamentos de campo, nos sete municípios da RMGV.	06/2021
PDGV-RE-P03-2-002-R0	P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias– Tomo II	Apresentação da metodologia utilizada e resultados obtidos (profundidade da coluna d'água do corpo hídrico) na segunda etapa dos levantamentos de campo nos sete municípios da RMGV.	07/2021
PDGV-RE-P04-1-001-R1	P4.1: Diagnóstico Físico Prévio	Apresentação do quadro geral das condições ambientais atuais das bacias hidrográficas da RMGV e os impactos produzidos sobre os corpos hídricos pelas ações antrópicas.	11/2021
PDGV-RE-P04-2-001-R1	P4.2: Diagnóstico Físico Final– Tomo I: Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica	Caracterização hidrológica da RMGV, apresentação das informações necessárias para a modelagem, metodologia de implementação do modelo e dos resultados das simulações, diagnóstica 2020 e prognóstica 2025.	03/2022

Código	Título	Conteúdo	Data
PDGV-RE-P04-2-002-R0	P4.2: Diagnóstico Físico Final– Tomo II: Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica	Apresentação dos resultados obtidos com a implementação da modelagem numérica hidrológica e hidrodinâmica na RMGV, referentes aos anos de 2032 e 2040 e aos períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.	11/2021
PDGV-RE-P04-2-003-R1	P4.2: Diagnóstico Físico Final– Tomo III: Recomendações para a Elaboração do Termo e Referência para a Contratação de Monitoramento e Modelagem da Qualidade das Águas em Corpos Hídricos da RMGV	Recomendações para elaboração do Termo de Referência de contratação de monitoramento e modelagem da qualidade das águas dos corpos hídricos da RMGV.	03/2022
PDGV-RE-P04-2-004-R1	P4.2: Diagnóstico Físico Final– Tomo IV: Levantamento dos Prejuízos e Ônus Causados pelas Cheias à População e à Administração Pública	Apresentação da metodologia para valoração monetária dos prejuízos decorrentes dos eventos de cheia, por meio da aplicação do método de custos evitados específicos para cada esfera de prejuízos, e análise dos prejuízos estimados para os cenários atual (2020) e futuros (2025, 2032 e 2040).	02/2022
PDGV-RE-P04-2-005-R1	P4.2: Diagnóstico Físico Final– Tomo V: Áreas Livres e Análise Integrada	Identificação das áreas livres potenciais para a implantação de medidas de controle de cheias e a análise integrada da dinâmica das águas urbanas da RMGV.	02/2022
PDGV-RE-P05-2-001-R1	P5: Diagnóstico das Medidas Não Estruturais de Manejo de Águas Pluviais Urbanas	Identificação das medidas não estruturais existentes, considerando o sistema legal, o sistema de gestão, os planos e programas e as fontes disponíveis de financiamento.	10/2021
PDGV-RE-P06-1-001-R1	P6.1: Cenários Prévios de Desenvolvimento Urbano Tomo I: Estudo para a Construção dos Cenários de Desenvolvimento	Apresentação da análise da situação atual da área de estudo e consolidação dos parâmetros base para a construção dos cenários futuros. Apresentação dos estudos de evolução demográfica dos municípios da RMGV e dos municípios situados nas bacias que contribuem para essa região.	07/2021

Código	Título	Conteúdo	Data
PDGV-RE-P06-1-002-R1	P6.1: Cenários Prévios de Desenvolvimento Urbano– Tomo II: Consolidação dos Cenários de Desenvolvimento	Apresentação da consolidação e da interpretação dos cenários de desenvolvimento dos municípios RMGV e dos municípios situados nas bacias que contribuem para essa região.	10/2021
PDGV-RE-P06-2-001-R3	P6.2: Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais– Tomo I	Apresentação dos estudos de alternativas e resultados da análise multicritério, apontando para a melhor proposta de intervenção para cada bacia hidrográfica da RMGV, sob as óticas social, ambiental, urbana e técnica e econômica.	03/2023
PDGV-RE-P06-2-002-R2	P6.2: Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais– Tomo II: Simulação das Alternativas Escolhidas para os TRs 5, 10, 50 e 100 anos	Apresentação das manchas remanescentes das alternativas escolhidas 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, contemplando os hidrogramas e cotogramas dos respectivos eventos.	03/2023
PDGV-RE-P07-001-R2	P7: Proposta para a Gestão das Águas na RMGV	Apresentação das diretrizes e orientações para a estruturação da gestão das águas urbanas no âmbito da RMGV e dos municípios inseridos na metropolitana.	11/2022
PDGV-RE-P08-1-001-R2	P8: Programas	Identificação das medidas, classificadas como não estruturais, que estão em curso e que poderão ser consolidadas e potencializadas no Plano de Drenagem, considerando o sistema legal, o sistema de gestão, os planos e programas e as fontes disponíveis de financiamentos existentes nos sete municípios da RMGV.	03/2023
PDGV-RE-P09-1-001-R2	P9: Plano de Ação	O Plano de Ação apresenta, de forma integrada, as ações necessárias para a implantação das proposições de medidas estruturais e não estruturais de cada bacia hidrográfica. Além de estabelecer a hierarquização e os prazos para cada intervenção.	03/2023

Código	Título	Conteúdo	Data
PDGV-RE-P10-1-001-R0	P10.1: Mobilização Social Relatório do 1º Seminário Virtual	Apresentação da metodologia utilizada para a atividade de mobilização social, os avanços na comunicação e os resultados do 1º Seminário Virtual.	03/2021
PDGV-RE-P10-2-002-R0	P10.2: Mobilização Social Relatório do Ciclo de Seminários Virtuais para Elaboração do Diagnóstico Técnico- Participativo	Apresentação dos resultados obtidos pela realização dos seminários virtuais, entre os dias 4 e 27 de maio de 2021, para o levantamento e validação de informações relacionadas aos eventos de inundações, alagamentos e enxurradas nos municípios da RMGV, para compor o diagnóstico do plano.	07/2021
PDGV-RE-P10-3-001-R1	P10.3: Mobilização Social– Relatório do Ciclo de Audiências Públicas para Apresentação do Diagnostico Técnico- Participativo Preliminar	Apresentação da metodologia para a realização das audiências públicas, entre os dias 06 de dezembro de 2021 e 20 de janeiro de 2022, para os municípios da RMGV, para apresentar e retificar os consensos construídos durante a elaboração do Diagnóstico Técnico-Participativo Preliminar do Plano.	03/2022
PDGV-RE-P10-4-001-R0	P10.4 Mobilização Social – Relatório do Ciclo de Seminários Virtuais II para apresentação e discussão das proposições de medidas estruturais e não estruturais de cada bacia hidrográfica da RGMV	Apresentação dos resultados obtidos pela realização dos seminários virtuais II, entre os dias 23 de agosto e 22 de setembro para discussão das proposições de medidas estruturais e não estruturais de cada bacia hidrográfica da RGMV. Além da mesa redonda de abertura, cujo objetivo primordial foi a capacitação do público-alvo e divulgação dos seminários. O evento teve como foco a discussão da gestão das águas pluviais e do uso do solo na Região Metropolitana da Grande Vitória e sua interface com o Plano.	10/2022

Código	Título	Conteúdo	Data
PDGV-RE-P10-5-001-R0	P10.5: Mobilização Social– Relatório do Ciclo de Audiências Públicas II para Apresentação do resultado das proposições de cada bacia hidrográfica, os programas complementares e o Plano de Ação do PDAU.	Apresentação da metodologia para a realização das audiências públicas II, entre os dias 10 e 26 de abril de 2023, para os municípios da RMGV, com o objetivo de apresentar o resultado das proposições de cada bacia hidrográfica, os programas e o Plano de Ação do PDAU.	05/2023
PDGV-RE-P10-0-001-R1	P10: Mobilização Social– Relatório Consolidado dos Eventos de Mobilização Social.	Apresentação da metodologia e dos resultados obtidos pela realização de todos os eventos conduzidos remotamente entre os dias 22 de fevereiro de 2021 e 26 de abril de 2023.	05/2023
PDGV-RE-P11-1-001-R1	P11: Relatório Final – Sumário Executivo	Apresentação dos elementos fundamentais desenvolvidos durante a elaboração do PDAU-RMGV e suas conclusões.	05/2023

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Linha do Tempo - Desenvolvimento do PDAU



**JUN
 2021**

PDGV-RE-P03-2-001-R1

P3.2: LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES PRIMÁRIAS - TOMO I

Versão Final Aprovada do Relatório que apresenta a metodologia utilizada e os resultados obtidos (posição geográfica e altimetria), na primeira etapa dos levantamentos de campo, nos sete municípios da RMGV.

**JUL
 2021**

PDGV-RE-P03-2-001-R1

P3.2: LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES PRIMÁRIAS - TOMO II

Versão Final Aprovada do Relatório que apresenta a metodologia utilizada e os resultados obtidos (profundidade da coluna d'água do corpo hídrico), na segunda etapa dos levantamentos de campo nos sete municípios da RMGV.

**AGO
 2021**

VISITA TÉCNICA

PARA COLETA DE INFORMAÇÕES PARA O DIAGNÓSTICO.

**OUT
 2021**

PDGV-RE-P05-2-001-R1

P5: DIAGNÓSTICO DAS MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS DE MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Versão Final Aprovada do Relatório que contempla a Identificação das medidas não estruturais existentes, considerando o sistema legal, o sistema de gestão, os planos e programas e as fontes disponíveis de financiamento.

**NOV
 2021**

PDGV-RE-P04-1-001-R1

P4.1: DIAGNÓSTICO FÍSICO PRÉVIO

Versão Final Aprovada da Apresentação das condições ambientais atuais das bacias hidrográficas da RMGV e os impactos produzidos sobre os corpos hídricos pelas ações antrópicas.

GS

DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

PESQUISA POR QUESTIONÁRIO

Os questionários foram aplicados e respondidos pelos entes municipais identificados com atuação relevante para a gestão integrada das águas urbanas, contribuindo com a elaboração Diagnóstico das Medidas Não Estruturais de Manejo de Águas Pluviais. A lista dos entes municipais e status de envio e recebimento e os resultados dos questionários, podem ser verificados no Apêndice "A" do Produto 5.

A pesquisa teve início em maio e término em julho de 2021.

**MAIO
 2021**

**JUN
 2021**

**JUL
 2021**

PDGV-RE-P06-1-001-R1

P6.1: CENÁRIOS PRÉVIOS DE DESENVOLVIMENTO URBANO

TOMO I: ESTUDO PARA CONTRUÇÃO DOS CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO.

Versão Final Aprovada do Relatório de análise da situação atual da região e consolidação dos parâmetros para a construção dos cenários futuros. E, apresentação dos estudos de evolução demográfica.

**JUL
 2021**

VISITA TÉCNICA

PARA COLETA DE INFORMAÇÕES PARA O DIAGNÓSTICO.

Todos os municípios da RMGV foram visitados e foram realizadas reuniões com as entidades envolvidas.

**OUT
 2021**

PDGV-RE-P06-1-002-R1

P6.1: CENÁRIOS PRÉVIOS DE DESENVOLVIMENTO URBANO

TOMO II: CONSOLIDAÇÃO DOS CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO

Versão Final Aprovada da Apresentação da consolidação e da interpretação dos cenários de desenvolvimento dos municípios RMGV e dos municípios situados nas bacias que contribuem para essa região.

**OUT
 2021**

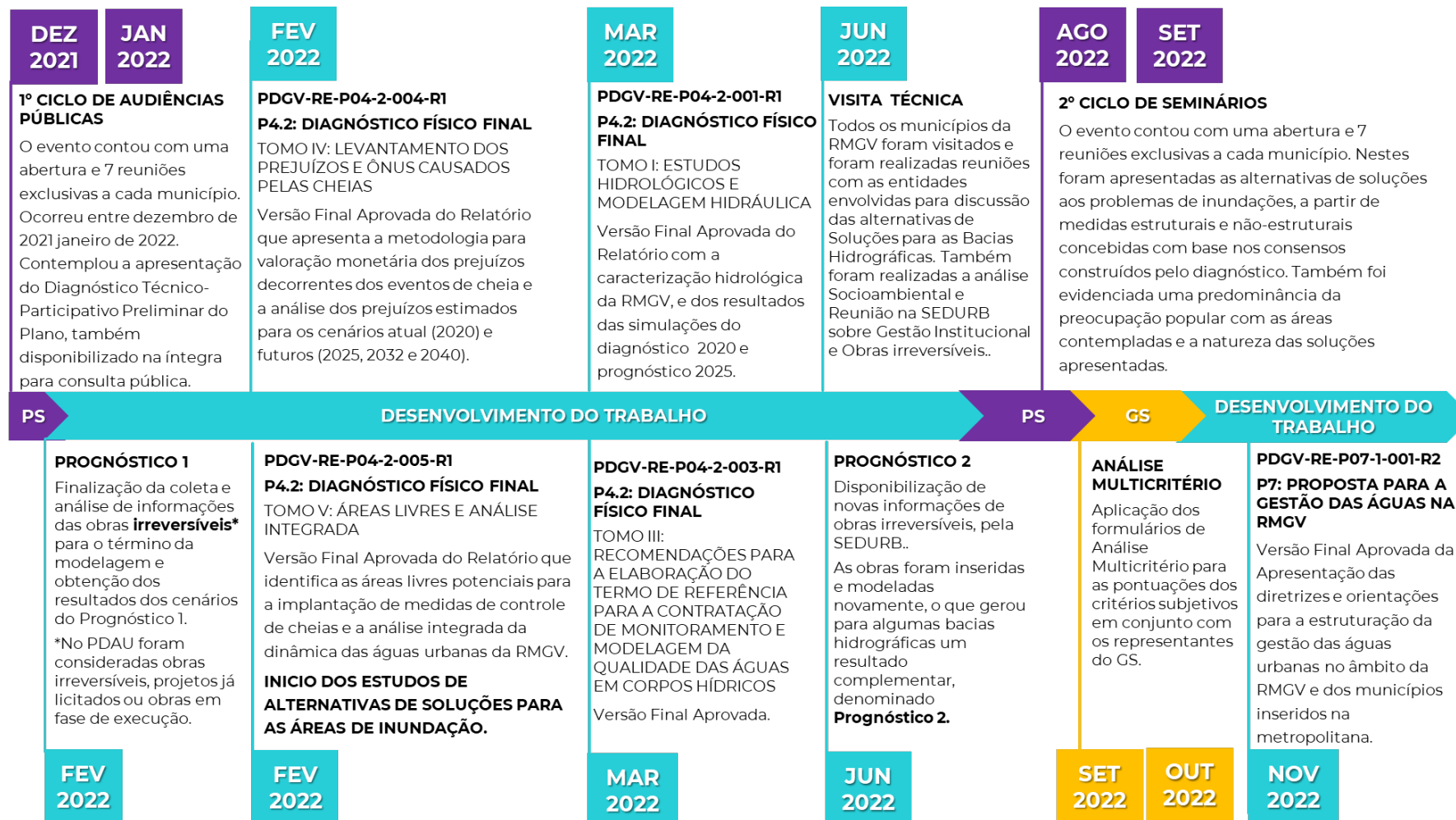
PDGV-RE-P04-2-001-R0

P4.2: DIAGNÓSTICO FÍSICO FINAL

TOMO II: ESTUDOS HIDROLÓGICOS E MODELAGE HIDRÁULICA

Versão Final Aprovada dos resultados obtidos com a implementação da modelagem hidrológica e hidrodinâmica na RMGV, para os anos de 2032 e 2040 e aos períodos de retorno de 5, 10, 25 50 e 100 anos.

**NOV
 2021**



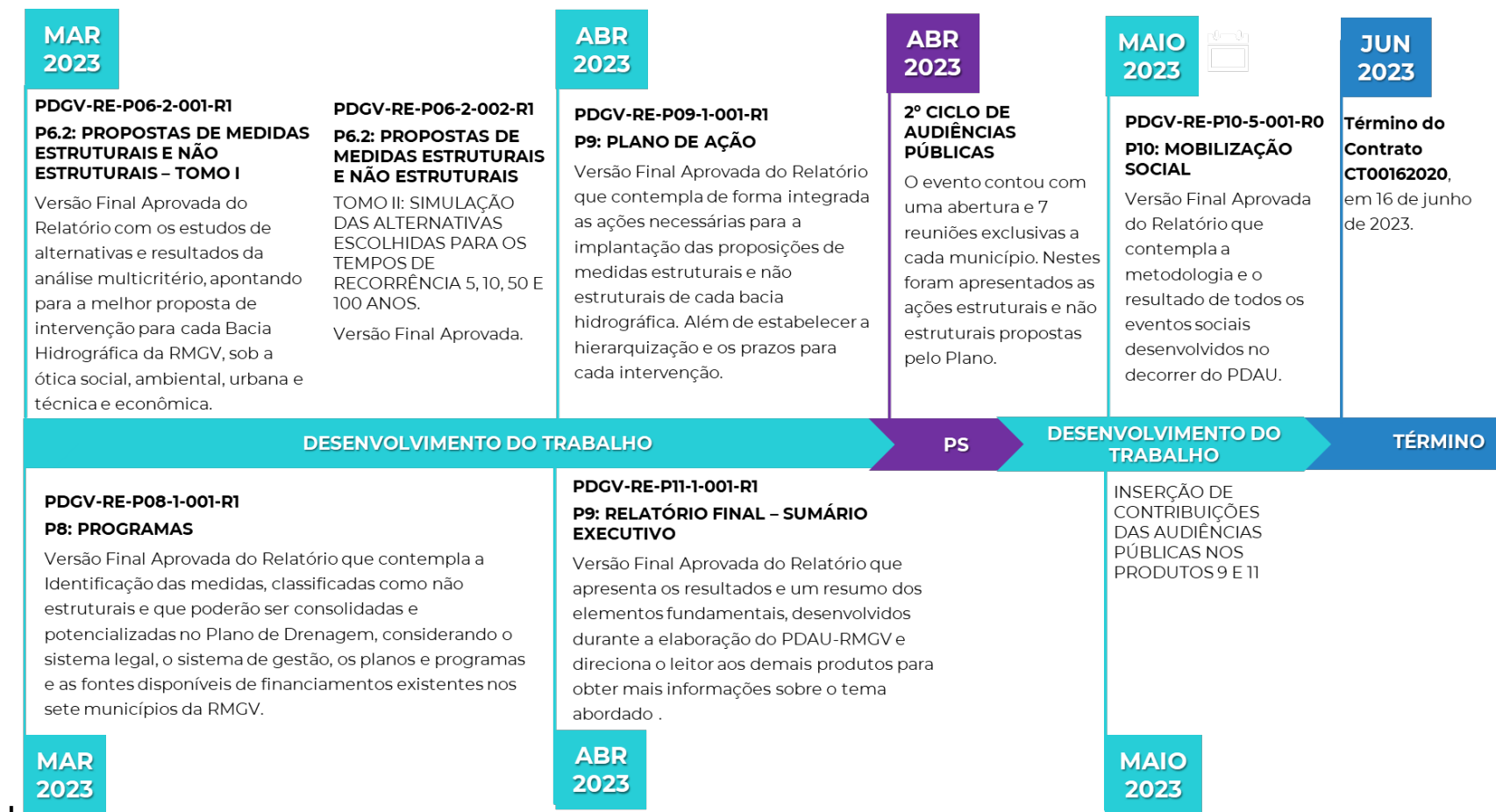


Figura 1 - Linha do tempo PDAU.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

O conteúdo do presente relatório foi sistematizado em onze capítulos. Cada capítulo aborda temáticas que nortearam o desenvolvimento do Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana de Grande Vitória, a saber:

1. O Plano Diretor de Águas Urbanas (PDAU).
2. Conceitos gerais.
3. Caracterização do território.
4. Critérios para a modelagem numérica do sistema de macrodrenagem.
5. Diagnóstico e Prognóstico - Os Riscos de Cheias na RMGV.
6. Proposições.
7. Gestão institucional.
8. Programas.
9. Plano de ação.
10. Mobilização social.
11. Considerações finais.

O primeiro capítulo apresenta uma breve contextualização sobre a trajetória do PDAU, os objetivos, a área de abrangência e os resultados esperados. O segundo capítulo aborda conceitos e termos técnicos utilizados com frequência nos estudos desenvolvidos. E o terceiro capítulo comenta sobre a etapa de levantamento de dados secundários e primários. Além de trazer os principais elementos da caracterização do território, base para o desenvolvimento do diagnóstico.

No capítulo 4 são descritos os parâmetros e critérios adotados para a modelagem numérica do Sistema de Macrodrenagem da RMGV, como: a escolha dos corpos hídricos para a modelagem, os cenários de desenvolvimento e os levantamentos de campo. Em seguida, no capítulo 5 estão os resultados do diagnóstico e do prognóstico em relação aos riscos das cheias para o tempo de recorrência (TR) de 25 anos para os cenários dos anos 2020 e 2040.

No capítulo 6 são apontadas as soluções do PDAU para a redução dos riscos de cheias e mitigação de impactos para cada bacia hidrográfica. Neste item também são apresentadas as sínteses das metodologias da análise multicritério e das estimativas de custos das soluções propostas.

O sétimo capítulo contém o resumo da caracterização e do diagnóstico do sistema institucional existente e as diretrizes e orientações para a estruturação do sistema institucional de gestão das águas urbanas da RMGV. Na sequência, o capítulo 8 comenta sobre os programas complementares propostos pelo PDAU. E o capítulo 9 apresenta o Plano de Ação.

O capítulo 10 informa sobre o trabalho de mobilização social realizado durante o desenvolvimento do PDAU. E, no último capítulo são postadas as considerações finais.

1 O Plano Diretor de Águas Urbanas (PDAU)

Este capítulo apresenta o Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV), ou abreviadamente (PDAU), a contextualização, o objetivo, a abrangência e os resultados esperados, representados pela população beneficiada, investimentos e benefícios valorados (equivalentes aos custos evitados com a efetivação das propostas do PDAU).

1.1 Contextualização do PDAU

O Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana de Grande Vitória é parte integrante das ações previstas no Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem no contexto de planejamento e gestão de recursos hídricos e o gerenciamento de riscos.

A contratação do PDAU foi aprovada pelo Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT) por meio da Resolução COMDEVIT nº 15, de 14 de junho de 2011.

O ponto de partida ocorreu em 26 de agosto de 2013, com a assinatura do Termo de Compromisso entre entes do Estado do Espírito Santo, representados pela Secretaria Extraordinária de Projetos Especiais e Articulação Metropolitana (SEPAM), pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), pela Secretaria de Estado de Saneamento Habitação e Desenvolvimento (SEDURB) e pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Na ocasião, foi iniciada a produção Termo de Referência do PDAU, que contou com a participação dos representantes dos sete municípios da Região Metropolitana de Grande Vitória (RMGV) e da Federação de Associações de Moradores e Movimentos Populares do Espírito Santo (FAMOPES).

Em 8 de junho de 2020 os trabalhos foram iniciados, sob a coordenação e fiscalização da CESAN, com a contratação do CONSÓRCIO TETRA TECH – CONCREMAT por meio do Contrato nº 016/2020.

A participação das partes interessadas foi assegurada com a criação de um Grupo de Sustentação (GS) que se reuniu semanalmente para analisar e validar as diversas etapas do PDAU, e com participação pública nos eventos em oficinas, seminários e audiências.

O Grupo de Sustentação (GS)¹, previsto no Termo de Referência do PDAU, incorporou membros das equipes técnicas da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), do CONSÓRCIO TETRA TECH - CONCREMAT e representantes da

¹ Toda equipe que participou do Grupo de Sustentação foi citada na apresentação deste relatório, nas páginas 6, 7, 8 e 9.

administração pública estadual, pertencentes à Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB), e das administrações municipais de Vitória, Fundão, Cariacica, Serra, Vila Velha, Guarapari e Viana, do Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT), do Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), do Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo (DER-ES), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), dentre outros.

1.2 Objetivo do PDAU

O PDAU, financiado parcialmente pelo Banco Mundial (BIRD), no âmbito do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem (Programa BIRD P130682), é um instrumento técnico que tem o objetivo de promover a gestão sustentável e integrada da drenagem e do manejo das águas pluviais urbanas dos sete municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória.

Para cumprir esse objetivo, o PDAU apresenta soluções para redução dos riscos das cheias na RMGV, propondo intervenções na rede de macrodrenagem e medidas para a reordenação do uso do solo por meio de instrumentos técnicos, legais e institucionais, com a finalidade de reduzir os riscos de cheias, considerando o ano 2040 como horizonte de planejamento.

O PDAU não se limita a um plano de obras. A partir do estudo detalhado do sistema atual de gestão das águas urbanas, propõe ajustes e melhorias na prestação de serviços de DMAPU em sintonia com o Marco Legal do Saneamento Básico² e com a Nova Agenda Urbana da Organização das Nações Unidas (ONU)³. A implementação das propostas do PDAU contribuirá para a construção de um ambiente favorável à conservação do ecossistema, com melhorias das condições de saúde, redução de riscos e das perdas econômicas decorrentes de eventos hidrológicos intensos.

O sucesso do PDAU está vinculado à eficiência das medidas que dão sustentação às intervenções físicas que estarão a cargo do ente responsável pela gestão do sistema metropolitano de drenagem e manejo de águas pluviais (DMAPU), ao qual são atribuídas as seguintes incumbências:

- Viabilizar a sustentação financeira;
- Completar o cadastro detalhado do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais da RMGV;

² O Marco Legal de Saneamento, instituído pela Lei 14.445/2007, foi atualizado pela Lei 14.026, em 15 julho de 2020, durante o desenvolvimento do PDAU.

³ A Nova Agenda Urbana é um marco internacional, do qual o Brasil é um dos signatários, sobre o desenvolvimento urbanos sustentável, adotada na ONU Hábitat III, Conferência da ONU, realizada em 2016.

- Implantar um sistema de manutenção sistemática;
- Elaborar os projetos básicos e executivos das intervenções propostas no PDAU;
- Promover a capacitação dos gestores e técnicos que atuam na área;
- Efetuar o aperfeiçoamento e a retroanálise das intervenções propostas utilizando, como sistema de suporte à decisão, modelo computacional similar ao utilizado no PDAU;
- Atualizar periodicamente o PDAU;
- Realizar a gestão integrada da DMAPU com os demais componentes do saneamento básico, em especial com os serviços de coleta e tratamento de esgotos, com o objetivo de assegurar a execução das ações de melhoria da qualidade das águas;
- Estimular a participação pública na gestão das águas pluviais.

1.3 Área de abrangência do PDAU

A área de abrangência do Plano Diretor de Águas Urbanas é a Região Metropolitana de Grande Vitória (RMGV), localizada no Estado do Espírito Santo, situado na região Sudeste do Brasil, conforme mostra a Figura 2.

A RMGV ocupa uma área territorial de 2.314 km² e engloba sete municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

Por se tratar de um plano de drenagem e manejo de águas pluviais foram consideradas, nos estudos hidrológicos, as contribuições das 15 bacias hidrográficas que contém a RMGV. Além dos sete municípios da RMGV essas bacias abrangem total ou parcialmente o território de mais oito municípios: Alfredo Chaves, Aracruz, Anchieta, Domingos Martins, Ibirapu, Marechal Floriano, Piúma, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá e Santa Teresa.

Existem ainda as áreas de escoamento difuso correspondendo às faixas litorâneas que contribuem diretamente para o oceano de forma distribuída, sem uma foz definida. E que perfazem um total de 224 km².

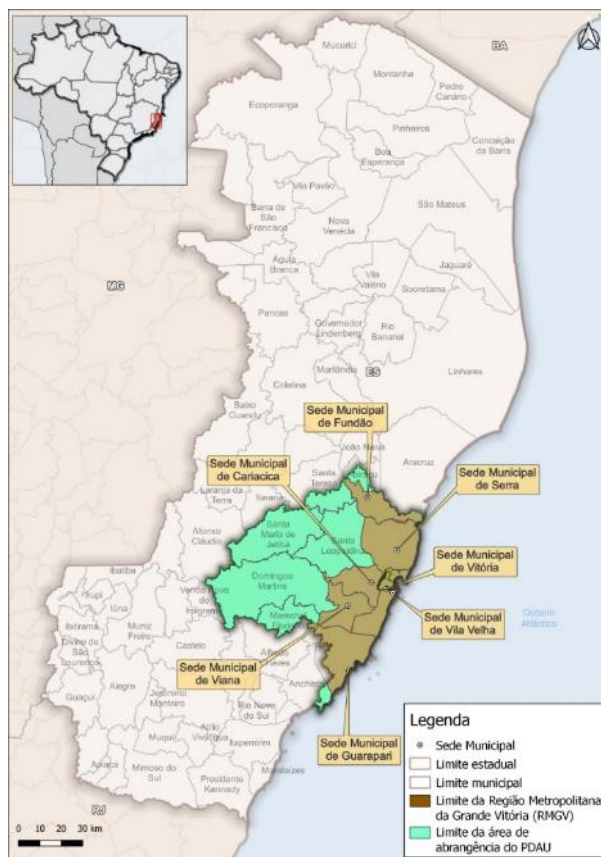


Figura 2 - Localização da RMGV.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

A área estudada no PDAU, considerando as áreas das bacias hidrográficas que contribuem para os municípios da RMGV e as de escoamento difuso, totaliza 5.421km², incluindo os 2.164 km² da RMGV.

A Figura 3, a seguir, ilustra a área de abrangência do PDAU-RMGV, indicando os limites dos municípios e da Região Metropolitana da Grande Vitória, a mancha urbana do ano de 2020, os corpos hídricos e as bacias hidrográficas (BH) estudadas.

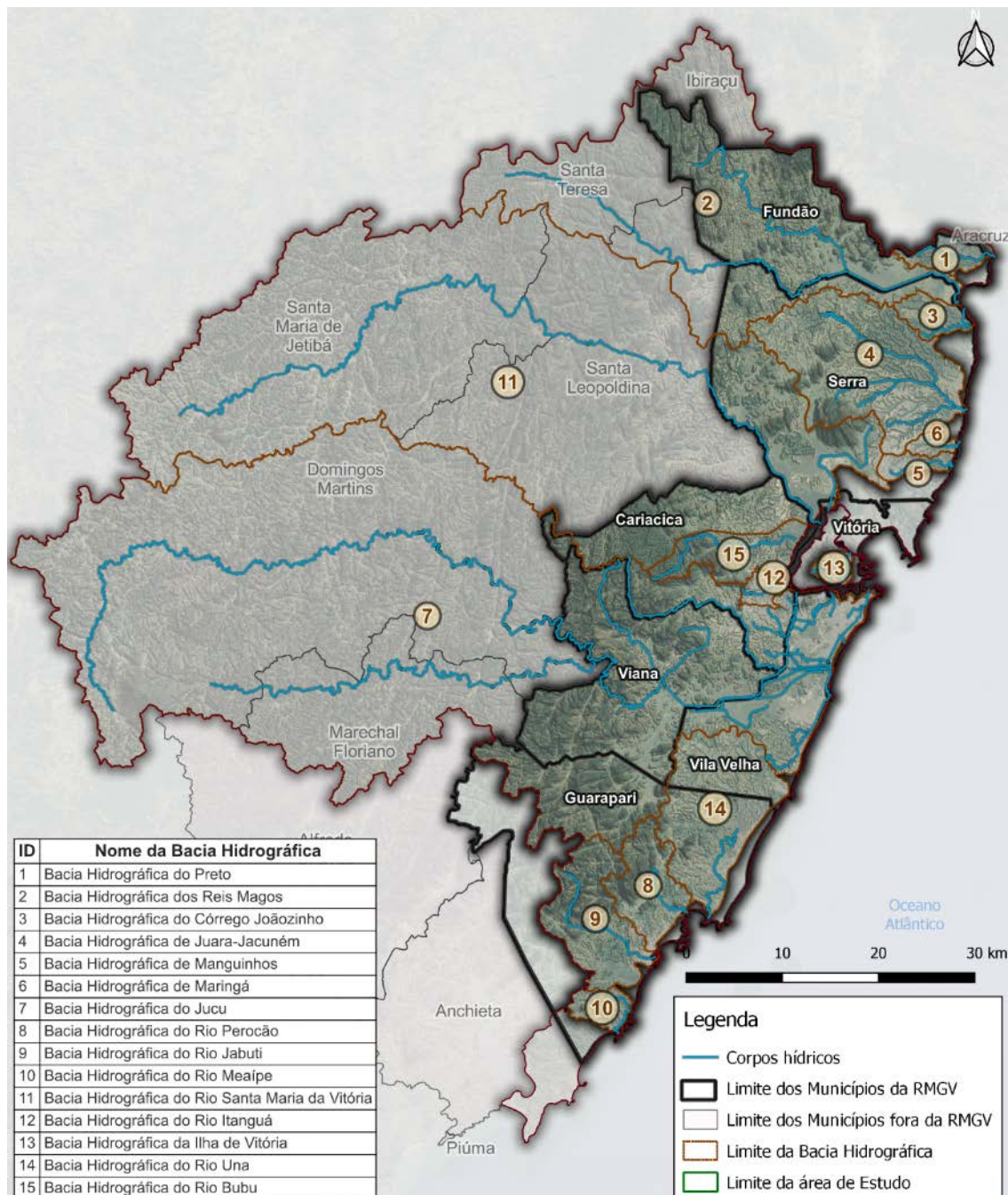


Figura 3 – Área de abrangência e bacias hidrográficas estudadas no PDAU-RMGV.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Na Tabela 2, a seguir, apresentam-se as áreas de cada bacia hidrográfica contemplada nos estudos hidrológicos para efeito de cálculo das vazões do sistema de

macrodrenagem da RMGV.

Tabela 2 – Áreas das bacias hidrográficas contempladas nos estudos hidrológicos do PDAU-RMGV

(Área das 15 bacias hidrográficas estudadas)

Identificação (ID) da BH	Bacia hidrográfica (BH)	Área total da bacia hidrográfica (km ²)	Parcela da bacia hidrográfica na RMGV (km ²)
1	Bacia Hidrográfica do Preto	28	24
2	Bacia Hidrográfica dos Reis Magos	667	331
3	Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho	25	25
4	Bacia Hidrográfica de Juara-Jacuném	222	222
5	Bacia Hidrográfica de Manguinhos	15	15
6	Bacia Hidrográfica de Maringá	9	9
7	Bacia Hidrográfica do Jucú	2.166	656
8	Bacia Hidrográfica do Rio Perocão	66	66
9	Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti	104	104
10	Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe	21	21
11	Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória	1.632	271
12	Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá	13	13
13	Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória	11	11
14	Bacia Hidrográfica do Rio Una	157	157
15	Bacia Hidrográfica do Rio Bubu	63	63
-	Áreas de escoamento difuso	224	175
TOTAL		5.421	2.164

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

1.4 Área e população beneficiadas

A área beneficiada pelo PDAU corresponde à soma das áreas dos sete municípios da RMGV, para as quais foram estudadas as intervenções que reduzem os riscos de cheias, perfazendo um total de 2.164 km². As áreas de cada município da RMGV são apresentadas na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 -Áreas dos municípios da RMGV beneficiados pelo PDAU

Município	Área Total (km ²)
Cariacica	276
Fundão	290
Guarapari	456
Serra	545
Viana	313
Vila Velha	210
Vitória	74
Total	2.164

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

A população diretamente beneficiada equivale à que foi estimada para o horizonte de planejamento, ano 2040, que reside e/ou residirá nas áreas de risco de inundação mapeadas por meio de modelagem hidrológica-hidrodinâmica para eventos de tempo de recorrência de 25 anos: 268.146 habitantes.

Também foi considerada indiretamente beneficiada a população total da RMGV estimada para o ano 2040: 2.296.211 habitantes.

A Tabela 4 apresenta, para cada município da RMGV, as áreas urbanizadas para o ano-base (2020) e para o horizonte de planejamento (2040). Além de apresentar as populações para esses dois anos e a que será diretamente beneficiada.

No âmbito dos estudos do PDAU são consideradas como áreas urbanizadas aquelas que tiveram o uso do solo transformado, independentemente do grau de ocupação.

Tabela 4 – Área urbanizada, população municipal total (2020 e 2040) e população diretamente beneficiada (2040)

Município	Área urbanizada (km ²)		População total do município (habitantes)		População diretamente beneficiada* (hab.)
	2020	2040	2020	2040	
Cariacica	40,36	52,3	385.849	418.323	22.923
Fundão	3,72	8,05	21.140	26.372	2.791
Guarapari	20,99	30,47	124.484	147.458	4.743
Serra	65,69	95,49	508.537	622.088	84.091
Viana	8,55	13,9	77.245	92.735	4.996
Vila Velha	42,25	50,26	490.990	578.397	115.832
Vitória	35,11	35,79	364.908	410.838	32.770
Total	216,67	286,26	1.973.153	2.296.211	268.146

* População residente nas áreas de risco de inundação mapeadas para TR 25 anos, e estimada para o ano do 2040.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

1.5 Investimentos previstos

Os investimentos previstos para as soluções propostas por bacia hidrográfica estão apresentados na Tabela 5, separados por CAPEX⁴ (investimentos necessários para

⁴ CAPEX é uma sigla do termo inglês *Capital Expenditure* que significa investimentos em bens de capitais. No caso do PDAU trata dos investimentos para os estudos, projetos e execução das obras.

implementação das medidas propostas e estudos complementares) e OPEX⁵ (custos operacionais). As informações mais detalhadas sobre a estimativa de investimentos podem ser encontradas no Produto 6.2 – Tomo I (PDGV-RE_P06-2-001-R3).

Tabela 5 – Investimentos (CAPEX) e custos operacionais (OPEX), por bacia hidrográfica

Bacia	CAPEX (R\$)	OPEX (R\$/ano)
1 - BH Rio Preto	48.604.735	741.182
2 - BH Reis Magos	64.975.451	893.426
3 - BH Córrego Joãozinho	2.357.943	32.806
4 - BH Juara-Jacuném	178.117.114	490.940
5 - BH Manguinhos	89.024	1.608
6 - BH Maringá	235.790	774
7 - BH Jucú Marinho - SB 1 Draga	17.143.074	129.053
7 - BH Jucú Marinho - SB 2 Bigossi Costa	74.000.732	1.336.951
7 - BH Jucú Marinho - SB 3	570.217.277	9.337.922
7 - BH Jucú Marinho - SB 4 Formate	6.459.295	17.202
7 - BH Jucú Marinho - SB 5 Viana	1.697.688	13.749
8 - BH Rio Perocão	430.132.892	6.969.051
9 - BH Rio Jabuti	18.977.502	291.569
10 - BH Rio Meaípe	3.102.995	2.263
11 - BH Rio Santa Maria da Vitória	191.732.587	3.615.529
12 - BH Rio Itanguá	20.138.853	307.444
13 - BH Ilha de Vitória	220.793.679	3.989.018
14 - BH Rio Una	457.711.407	6.142.799
15 - BH Rio Bubu	91.520.298	797.526
Total	2.398.008.335	35.110.811
Total per capita aproximado*	1.123,00	16,45

* Considerando a média das populações da RMGV estimadas para os anos 2020 e 2040.

Fonte: PDAU – RMGV, 2023.

Como mostra a Tabela 5, o investimento per capita previsto para a execução das proposições do PDAU é de R\$ 1.123,00. Considerando a distribuição desse valor em 17 anos, que é o prazo planejado para a conclusão das medidas propostas, o valor médio dos investimentos é de R\$ 66,06/ano por habitante, que somado aos custos operacionais de R\$ 16,45/ano, resulta em R\$ 82,51 per capita/ano ou R\$ 6,89 per capita/mês.

A partir dos custos estimados das intervenções propostas e dos prejuízos evitados para os cenários atual e futuros - considerando o TR de 25 anos - foi quantificada a

⁵ OPEX também é uma sigla do termo inglês *Operational Expenditure*, que significa despesas operacionais.

vantagem econômica das medidas propostas, por meio da relação benefício/custo (B/C), frequentemente usada pelos tomadores de decisão no contexto da redução do risco de desastres (Shreve & Kelmarn, 2014).

As tabelas 6 e 7 a seguir apresentam o desenvolvimento do cálculo da relação entre os benefícios decorrentes das medidas de mitigação e os custos totais para sua implementação. A metodologia empregada na análise benefício/custo é apresentada no Anexo I. Abaixo, a descrição dos valores de cada coluna da Tabela 6:

- Coluna (1): Ano do cenário de uso do solo considerado na modelagem.
- Coluna (2): Tempos de recorrência (TR) dos eventos pluviométricos modelados.
- Coluna (3): Estimativa dos prejuízos e ônus causados pelas cheias à população e à administração pública, considerando danos: às edificações e seus conteúdos, aos veículos, à infraestrutura pública básica, além dos custos associados à realocação temporária da população afetada e aos serviços de saúde e de emergência sem a implementação das medidas de controle propostas, calculados no Tomo IV do Produto 4.2 do PDAU.
- Coluna (4): Estimativa dos prejuízos considerando a implementação das medidas de controle propostas. Considerando-se que as ações propostas no PDAU eliminam os prejuízos resultantes de eventos de tempos de recorrência de 5, 10 e 25 anos, para eventos de TR 50 e 100 anos procedeu-se a uma ponderação com base na metodologia empregada no Tomo IV do Produto 4.2, utilizando como parâmetro o número de domicílios em risco após a implantação das medidas de controle, apresentado no Tomo II do Produto 6.2.

Tabela 6 – Prejuízos totais estimados para os cenários de uso do solo de 2032 e 2040, sem e com a implementação das medidas de controle (MC) propostas

1	2	3	4
Ano	TR	Prejuízo total (R\$ milhões)	
		Sem MCs	Com MCs
2032	5	1.907	0
	10	2.289	0
	25	2.697	0
	50	3.224	917
	100	4.032	1.720
2040	5	2.030	0
	10	2.441	0
	25	2.874	0
	50	3.432	974
	100	4.297	1.824

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Em seguida, descreve-se os valores das colunas da Tabela 7:

- Coluna (5): Período compreendido entre a implementação das medidas e o ano do cenário de uso do solo previsto na modelagem considerando-se que as medidas sejam implementadas no ano de 2025.
- Coluna (6): Tempos de recorrência (TR) dos eventos pluviométricos modelados.
- Coluna (7): Estimativa dos prejuízos esperados sem a implementação das medidas de controle, através da multiplicação do prejuízo total (coluna 3) pelo inverso do TR (probabilidade excedente de ocorrência do evento em um (1) ano qualquer e pelo período.
- Coluna (8): Estimativa dos prejuízos esperados com a implementação das medidas de controle, através da multiplicação do prejuízo total (coluna 4) pelo inverso do TR (probabilidade excedente de ocorrência do evento em um (1) ano qualquer e pelo período. Considera-se que as intervenções propostas eliminam a mancha de inundação resultante de eventos de tempo de recorrência de 5, 10 e 25 anos.
- Coluna (9): Benefícios para cada tempo de recorrência de eventos, que consiste na diferença entre os prejuízos esperados sem e com a implementação das medidas de controle.
- Coluna (10): Benefício total, isto é, os danos evitados considerando a probabilidade de ocorrência dos eventos nos períodos 2025-2032 e 2025-2040.
- Coluna (11): Estimativa de custo das medidas propostas considerando o tempo de retorno de 25 anos para a modelagem hidráulica, apresentados no Produto 6, em que se prevê o investimento (CAPEX) em 2025 e a incidência dos gastos operacionais (OPEX) nos anos subsequentes.
- Coluna (12): Relação benefício/custo. Se $B/C > 1$, os benefícios gerados pela mitigação superam os custos totais e, portanto, a estrutura representa um bom investimento para a sociedade; quanto maior a relação benefício/custo, melhor o investimento.

Tabela 7 – Análise custo-benefício

5	6	7		8	9	10	11	12
Período	TR	Prejuízo esperado (R\$ milhões)		Benefício (R\$ milhões) Sem MCs – (menos) com MCs	Benefício (R\$ milhões) Total	Custo (R\$ milhões)	B/C	
		Sem MCs	Com MCs					
2025-2032	5	2.670	0	2.670	5.512	2.644	2,08	
	10	1.602	0	1.602				
	25	755	0	755				
	50	451	128	323				
	100	282	120	162				

5	6	7	8	9	10	11	12
Período	TR	Prejuízo esperado (R\$ milhões)		Benefício (R\$ milhões)	Benefício (R\$ milhões)	Custo (R\$ milhões)	B/C
		Sem MCs	Com MCs	Sem MCs – (menos) com MCs	Total		
2025-2040	5	6.090	0	6.090	12.585	2.925	4,30
	10	3.661	0	3.661			
	25	1.724	0	1.724			
	50	1.030	292	737			
	100	645	274	371			

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Os resultados apresentados demonstram que, considerando a área urbanizada de 2032 atingida pela mancha de inundação, as defesas propostas produzem benefícios, em termos de danos evitados, que são 2,08 vezes os custos totais anuais das proteções contra eventos de cheias. A relação B/C de 4,30 - considerando a área urbanizada de 2040 atingida pela mancha - significa que as defesas geram benefícios de 4,30 vezes os custos totais anuais das medidas propostas. Assim, a conclusão desta análise é de que as estruturas de mitigação pagam o investimento inicial de sua construção e representariam um bom investimento para a população e para o poder público⁶. Por fim, considerando o cenário em que eventos graves ocorrem com frequência, como mostram as evidências dos últimos anos, e caso as estruturas de proteção contra eventos de cheias não sofressem pesadas consequências, a relação B/C certamente cresceria.

Para mais informações sobre os prejuízos esperados ver Produto 4 - P4.2: Diagnóstico Físico Final- Tomo IV: Levantamento dos Prejuízos e Ônus Causados pelas Cheias à População e à Administração Pública (PDGV-RE-P04-2-004-R1). E, para detalhes sobre a metodologia da análise benefício /custo ver Anexo 1 deste relatório.

Conforme o exposto no início, este capítulo buscou, de modo sintético, introduzir o Plano Diretor de Águas Urbanas (PDAU). Foi apresentada a contextualização da trajetória, os objetivos, a área de abrangência, a área e a população que serão beneficiadas e os investimentos e benefícios previstos para a RMGV. No decorrer dos próximos capítulos serão apresentados, de forma resumida, os estudos desenvolvidos e resultados obtidos.

⁶ É importante ressaltar que a quantidade final de danos, potenciais quantificáveis evitados, pode ser subestimada, enquanto os valores de B/C seriam, presumivelmente, ainda maiores.

2 Conceitos gerais

Este capítulo apresenta alguns conceitos gerais e termos técnicos mais frequentes utilizados no PDAU-RMGV.

2.1 Eventos de cheias

Conforme a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)⁷, os eventos de cheias, são classificados como:

- **Alagamento:** áreas de acúmulo de água no sistema viário. Geralmente ocorrem quando a capacidade hidráulica do sistema de microdrenagem é insuficiente ou quando há remanso provocado pelo corpo hídrico onde o sistema deságua, como é o caso das marés altas.
- **Enxurrada:** escoamento superficial de alta energia e alta velocidade, provocado por chuvas intensas e concentradas. Ocorre usualmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Esse tipo de ocorrência tem grande poder destrutivo em áreas urbanizadas assentadas em solo frágil sujeito a deslizamentos ou erosões.
- **Inundação:** transbordamento dos corpos hídricos que compõem o sistema de macrodrenagem. Ocorre geralmente nas várzeas ocupadas pela urbanização. Esse tipo de evento, normalmente, acontece de forma gradual e é gerado por chuvas prolongadas.

Além dos termos dos eventos classificados pela COBRADE, nos estudos do PDAU também são utilizados os termos a seguir:

- **Eventos de cheia (cheias):** termo geral que engloba as classificações supracitadas.
- **Enchentes:** ocorre quando o nível de água atinge a cota da borda do corpo hídrico, mas não extravasa.

2.2 Risco, probabilidade e tempo de recorrência (TR)

A engenharia de drenagem lida com um fenômeno que não pode ser controlado nem previsto com alto grau de certeza: o clima. Por isso, para se estimar a intensidade de uma chuva que servirá para o cálculo de volumes e vazões de águas pluviais observa-se o regime de chuvas passado, admitindo-se que o mesmo padrão se repetirá no futuro.

⁷ A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) encontra-se disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf.

É possível, através de processos estatísticos, avaliar a probabilidade da intensidade de uma determinada chuva crítica ser igualada ou superada em um ano qualquer. O tempo de recorrência⁸ (TR) é o inverso dessa probabilidade. Quanto menor for a probabilidade admitida, maior será o TR.

Probabilidade não é certeza.

A chuva de tempo de recorrência de 25 anos (TR = 25 anos), por exemplo, é teoricamente igualada ou excedida em média uma (1) vez a cada 25 anos. Mesmo com baixa probabilidade, isto não significa que duas (2) chuvas com intensidade de TR = 25 anos não possam ocorrer em dois anos seguidos. Também significa que podem decorrer 100 anos seguidos sem que ocorra uma chuva equivalente a essa.

Assim sendo, as obras de drenagem são dimensionadas admitindo-se possibilidade de falha. Um sistema de drenagem dimensionado para a maior vazão possível geralmente não é economicamente viável. Como regra, a probabilidade de falha admitida em um sistema de drenagem deve ser tanto menor quanto maior o prejuízo que essa falha pode causar.

Para o dimensionamento hidráulico das obras propostas no PDAU, e para o cálculo das manchas de inundação remanescentes, adotou-se, em consenso com o Grupo de Sustentação, TR de 25 anos para os eventos hidrológicos extremos. Isto significa que a probabilidade de as capacidades hidráulicas das obras propostas serem igualadas ou superadas, ou que as manchas sejam iguais ou maiores do que as apresentadas, é de 4% em um ano.

É importante ressaltar que a segurança de uma obra de drenagem depende da sua vulnerabilidade, além do TR da chuva para a qual foi dimensionada.

A vulnerabilidade de uma obra está relacionada à qualidade do projeto, da execução e da sua manutenção e operação. Está também relacionada às alterações que possam ocorrer na bacia hidrográfica que modifiquem os parâmetros de transformação chuva-vazão adotados nos cálculos hidrológicos.

Efeitos das mudanças climáticas sobre a recorrência de chuvas intensas

O relatório de 2022 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2022) é enfático ao alertar a sociedade e os gestores públicos para os impactos das alterações climáticas sobre o aumento da frequência de eventos hidrológicos críticos, seja de chuvas intensas ou de secas.

Entretanto, a aplicação prática dos efeitos das mudanças climáticas na engenharia de drenagem e manejo de águas pluviais ainda é incipiente, especialmente pelas

⁸ Tempo de recorrência = Período de retorno = Período de recorrência.

dificuldades em isolar os efeitos das variáveis globais (como o aquecimento dos oceanos) da influência das variáveis locais (como as ilhas de calor).

Os eventos críticos de cheias mais recentes registrados no Brasil (Recife, RMGV, serras fluminenses, litoral norte paulista, entre outros) sugerem que o aumento da temperatura do mar tem intensificado os níveis de precipitação. Chuvas intensas passaram a ser mais frequentes nas zonas litorâneas.

Com base nas estimativas preliminares divulgadas pela imprensa, e em artigos técnicos [ver por exemplo: (SANT'ANNA, 2023) e (LEITE, SILVA, & MATTOS, 2022)], estima-se em 20 a 30% o aumento da recorrência de chuvas críticas nas regiões cujos climas sofrem influência direta da temperatura do mar.

O PDAU adota o tempo de recorrência (TR) de 25 anos para o cálculo das intensidades das chuvas de planejamento, computadas pelas equações intensidade-duração-frequência (IDF) regionais. Se comprovados os efeitos mencionados acima, para a mesma intensidade de chuva o tempo de recorrência real será menor do que o adotado.

Para um aumento de recorrência de 30%, o TR 25 anos passaria a ser de 19,2 anos; para um aumento de 20%, o TR 25 anos passaria a ser de 20,8 anos.

Confirmadas as hipóteses sobre a intensificação da frequência dos eventos críticos, o TR adotado no PDAU seria menor do que o efetivo, o que, de modo algum, invalidaria as propostas apresentadas.

As áreas mais críticas da RMGV sofrem inundações anuais. Com a realização das medidas indicadas no PDAU a frequência dessas inundações cairia drasticamente mesmo na hipótese de um aumento de 30% na probabilidade de acontecerem.

O fato de um evento de cheias, que ocorre todo ano, passar a acontecer a cada 19, 21 ou 25 anos é um ganho considerável para a segurança e o bem-estar da população.

2.3 Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU)

De acordo com Art.7º da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 – Novo Marco Legal do Saneamento Básico, o sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas é composto por “atividades, infraestruturas e instalações operacionais que têm como finalidade conduzir, reter, amortecer as vazões de cheias, tratar as águas residuais e efetuar sua disposição final”. Contempla ainda, a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

No PDAU adota-se a definição da Lei.

Apresenta-se, a seguir, os principais termos utilizados para o sistema de DMAPU no

âmbito do plano⁹:

- **Macrodrenagem:** sistema formado por canais (abertos ou fechados), reservatórios de amortecimento de cheias, pôlderes, diques, bombeamento de áreas baixas, parques alagáveis, parques lineares, *wetlands* (naturais ou construídas), rios e lagos que recebem a vazão do sistema de microdrenagem (ADASA, 2018).
- **Microdrenagem:** composto tipicamente pelos dispositivos que drenam o sistema viário como: sarjetas, canaletas, captações (bocas de lobo, bocas-de-leão), condutos de ligação e galerias (ADASA, 2018).
- **Medidas de controle na fonte ou medidas compensatórias:** dispositivos instalados no sistema de drenagem que têm como função reduzir vazões e volumes de escoamento superficial através da infiltração e/ou armazenamento temporário, como pavimentos permeáveis, valas de infiltração, poços de infiltração, jardins de chuva, trincheiras de infiltração, biovaletas etc. (ADASA, 2018).

2.4 Estudos hidrológicos e hidrodinâmicos

Demais termos utilizados no PDAU relacionados aos estudos hidrológicos e hidrodinâmicos:

- **Hidrologia:** ciência que estuda as fases do ciclo hidrológico que ocorrem nas bacias hidrográficas.
- **Ciclo hidrológico:** quando chove, parte das águas escoam pelos rios até chegar no mar, parte infiltra nos solos, parte evapora e condensa em nuvens, reiniciando o ciclo. Esse processo envolve cinco etapas: transpiração (a partir da energia solar e do metabolismo dos seres vivos), evaporação, precipitação, escoamento superficial e escoamento subterrâneo.
- **Bacia hidrográfica (BH):** compreende toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários. O limite superior de uma bacia hidrográfica é o divisor de águas (divisor topográfico) e a delimitação inferior é a saída da bacia (confluência).
- **Curve Number (CN)** é uma variável empírica adimensional definida pelo *Soil Conservation Service* (SCS) em estudos hidrológicos, objetivando a determinação da impermeabilidade do solo. O CN depende de duas informações para sua quantificação: a pedologia e o uso e ocupação do solo. A partir destas informações, se obtém um valor que varia de 0 a 100, onde os

⁹ O termo manancial é usado exclusivamente para cursos de água que atendem demandas consuntivas, conforme Portaria 149/2015 da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA). No PDAU, utiliza-se a denominação genérica “corpos hídricos”, pois, segundo a portaria citada, todo manancial é um corpo hídrico (superficial ou subterrâneo), mas nem todo corpo hídrico é um manancial.

valores maiores representam solos mais impermeáveis e valores menores solos mais permeáveis.

No PDAU foram feitas estimativas para os seus valores a partir do uso e ocupação do solo para o cenário atual (2020) e os cenários futuros ou tendenciais, para os anos 2025, 2032 e 2040. A base pedológica para a definição do CN foi a mesma utilizada pela Nota Técnica nº 46/2018/SPR, da ANA (2018)¹⁰. Já o cálculo do uso e ocupação do solo foi desenvolvido pelo PDAU, podendo ser verificado no Tomo II do Produto 6.1 – Consolidação dos Cenários de Desenvolvimento (PDCV-RE-P06-1-002-R1).

- **Áreas urbanizadas ou áreas artificiais:** são áreas que tiveram o uso do solo transformado, independentemente do grau de ocupação.
- **Modelagem numérica hidrológica e hidrodinâmica:** o PDAU utilizou o software de modelagem hidrológica e hidrodinâmica SOBEK, desenvolvido pelo *WL | Delft Hydraulics*, que tem capacidade de representar o comportamento hidráulico da propagação da onda de cheia e acumulação dos volumes associados ao escoamento superficial e gerar manchas de inundação sobre um Modelo Digital de Terreno (MDT).
- **Calibração do modelo:** a calibração é um processo que busca o ajuste dos parâmetros do modelo para que este represente os fenômenos hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica.
- **Escoamento superficial:** parte das águas precipitadas que não infiltram no solo e que escoam superficialmente até alcançar os corpos de água. Conhecida também pelo termo em inglês *runoff*.
- **Áreas inundáveis ou manchas de inundação:** resultados obtidos por meio de modelo hidrológico hidrodinâmico calibrado, através das simulações realizadas para os anos de 2020 (diagnóstico), 2025, 2032 e 2040 (cenários futuros – prognósticos 1 e 2).
- **Obras irreversíveis:** projetos já licitados ou obras em fase de execução na Região Metropolitana de Grande Vitória.
- **Manchas de inundação do prognóstico 1:** resultados obtidos através do modelo hidrológico hidrodinâmico calibrado, considerando os corpos hídricos escolhidos para a modelagem, seções batimétricas levantadas em campo, projetos e obras irreversíveis e cadastros de estruturas de macrodrenagem existentes.

¹⁰ A nota técnica nº 46/2018/SPR da ANA (2018) se refere à produção de base vetorial com o Curve Number (CN) para BHO 2014 (BHO_CN). Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d1c36d85-a9d5-4f6a-85f7-71c2dc801a67/attachments/NOTA_TECNICA_46_2018_SPR.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

- **Manchas de inundação do prognóstico 2:** resultados obtidos após a atualização de obras irreversíveis¹¹.
- **Manchas remanescentes de inundação:** resultados obtidos pelo modelo hidrológico hidrodinâmico calibrado, considerando as soluções de segundo nível propostas pelo PDAU.

2.5 Medidas de controle

As medidas de controle em áreas urbanas classificam-se como: estruturais e não estruturais. No PDAU adota-se a referência técnica publicada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) sob o título “*Revisão de Normativos, Documentos Técnicos e Formulários que Apoiam e Operacionalizam o Processo Público de Empreendimentos de Saneamento Básico de Manejo de Águas Pluviais*”, que define as medidas estruturais e não estruturais como:

- **Medidas estruturais:** refere-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 Soluções Baseadas na Natureza (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)¹².
- **Soluções de primeiro nível:** atuam nas causas primárias. Geralmente são distribuídas por toda a bacia hidrográfica. Englobam principalmente as

¹¹ No decorrer do desenvolvimento do trabalho foram disponibilizadas novas informações de projetos e obras irreversíveis de macrodrenagem, e, por estarem diretamente ligadas à área de abrangência do PDAU foram inseridas e modeladas novamente, o que gerou para algumas bacias hidrográficas um resultado complementar de manchas de inundação, denominado Prognóstico 2.

Os resultados do Prognóstico 1 podem ser verificados no Tomo I – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica do Produto 4.2 (PDGV-RE-P04-2-001-R1), Produto 4.2 e os resultados do Prognóstico 2, podem ser verificados nos Tomos I e II - Medidas Estruturais e Não Estruturais do Produto 6.2 – (PDGV-RE-P06-2-001-R3 / PDGV-RE-P06-2-002-R3).

¹² 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.

medidas compensatórias baseadas nos princípios da invariância hidráulica, implantadas junto à origem do problema, isto é: junto às intervenções antrópicas que causam o aumento do escoamento superficial e alteram a qualidade da água. As soluções de primeiro nível buscam também contribuir para a restauração do ambiente urbano privilegiando as Soluções baseadas na Natureza (SbNs). Podem ser implantadas tanto em escala local (junto aos lotes de empreendimentos públicos e privados que impactam o escoamento superficial) como em escala regional (em âmbito municipal ou metropolitano) nas várzeas, planícies litorâneas e fundos de vale (MDR, 2021).

- **Soluções de segundo nível:** atuam nas consequências. Consistem em obras implantadas próximas dos locais onde ocorrem os eventos de cheias, nas regiões mais baixas da bacia hidrográfica. Incluem os reservatórios de amortecimento construídos junto aos cursos de água e as intervenções que aumentam a condutividade hidráulica de trechos de canais e galerias de águas pluviais. Quando for o caso, para essa última categoria é essencial prever a mitigação de impactos a jusante, decorrentes da aceleração do escoamento (MDR, 2021).

2.5.1 Tipos de medidas estruturais

Dependendo da sua função e dos seus objetivos, podem ser citados alguns termos utilizados no PDAU para as soluções estruturais, com base no MDR (2021), a saber:

- **Canal:** curso d'água natural submetido a obras com o objetivo de dar forma geométrica definida para a seção transversal.
- **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;
 - **Canal a céu aberto ou canal aberto:** canal que conduz água a céu aberto e funciona como conduto livre, isto é: sob pressão atmosférica.
 - **Canal fechado, ou canal subterrâneo, ou galeria de águas pluviais:** canal coberto, enterrado, geralmente construído sob o sistema viário, de seção circular, ovoide, quadrada ou retangular. Hidraulicamente o canal fechado pode funcionar como conduto forçado (pressão maior do que a atmosférica) ou como conduto livre.
- **Aumento da condutividade:** consiste em aumentar a capacidade hidráulica de um canal, por meio do aumento da seção transversal, da declividade e/ou redução da rugosidade.

- **Regularização de calha:** consiste na redução da rugosidade do canal¹³.
- **Reservatório de detenção:** são estruturas hidráulicas, abertas ou fechadas, cuja principal função é amortecer os picos de cheias, contribuindo para a redução das inundações. Após os eventos de chuva os reservatórios são esvaziados por gravidade ou por sistemas de bombeamento, ou seja, possuem acúmulo temporário, sem lâmina d'água após o evento, apenas o fluxo natural.
- **Reservatório de retenção:** são estruturas construídas com a finalidade de amortecer os picos de cheias e melhorar a qualidade da água pluvial. Podem ser grandes lagoas, artificiais ou não, que possuem uma lâmina de água permanente com finalidades de recreação, paisagísticas, ou até abastecimento de água.
- **Reservatório de amortecimento pontuais (ou localizados):** visa a 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.
- **Reservatórios de amortecimento lineares:** possuem a mesma função dos reservatórios pontuais, mas são formados por uma rede de condutos (ou galerias) 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). Os reservatórios lineares podem ser subterrâneos ou abertos.
- **Reservatório de amortecimento em linha (in line):** são aqueles alinhados ao corpo hídrico, posicionados ao longo do canal. Geralmente, apresentam uma estrutura de barramento com descarregador de fundo e extravasor (ou vertedor). O descarregador geralmente possui capacidade limitada à do trecho de canal a jusante e o extravasor trabalha como dispositivo de segurança, no caso de vazões superiores à de projeto do canal (SÃO PAULO, 2021).
- **Reservatório fora de linha (off line):** são aqueles posicionados lateralmente ao corpo hídrico. Geralmente apresentam uma estrutura de barramento com descarregador de fundo e extravasor (ou vertedor). O descarregador possui capacidade limitada à do trecho de canal a jusante e o extravasor trabalha como dispositivo de segurança, no caso de vazões superiores à de projeto do canal (SÃO PAULO, 2021).
- **Volume útil do reservatório:** volume destinado ao armazenamento

¹³ A rugosidade dos canais é caracterizada pelo coeficiente de rugosidade de Manning, um dos parâmetros utilizados para o cálculo da capacidade hidráulica de um canal.

temporário.

- **Área útil do reservatório:** área do espelho d'água para o tempo de recorrência de 25 anos.
- **Estações elevatórias de bombeamento de águas pluviais (EBAP):** são unidades utilizadas em um sistema de DMAPU para auxiliar na condução das águas pluviais.
- **Pôlder:** Obra hidráulica geralmente composta por dique, reservatórios de armazenamento, estação elevatória de bombeamento de águas pluviais (EBAP) e comportas.
- **Medidas distribuídas na bacia:** implantação de dispositivos distribuídos na bacia hidrográfica que amortecem e colaboram com a infiltração das águas no solo, como por exemplo: pavimentos permeáveis ¹⁴, 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). De modo geral, essas medidas procuram aumentar os processos de infiltração, armazenamento e evapotranspiração. Assim como as demais medidas estruturais, esse tipo de solução também necessita de adequada manutenção para evitar entupimentos e acumulação de sedimentos, lixo, poluentes e outros.

Ressalta-se que em sintonia com os 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 SbNs, que se enquadram na categoria infraestrutura, com as soluções propostas.

2.5.2 Alternativas de medidas de controle ou medidas complementares

As alternativas de medidas de controle foram indicadas para as bacias hidrográficas que ainda apresentaram manchas de inundação remanescentes, nos resultados das simulações das soluções de segundo e primeiro nível. São medidas complementares, como: remanejamento das edificações (desapropriação, remoção e reassentamento), soluções adaptativas e zoneamento de inundação.

¹⁴ A NBR16416:2015 estabelece requisitos mínimos para o projeto, especificação, execução e manutenção dos pavimentos permeáveis de concreto.

Para essas situações o PDAU adotou o critério de altura média da lâmina d'água de 1 metro. Esse critério deriva do estudo de viabilidade apresentado no item 2.3.5 do Tomo I do Produto 6.2 – Medidas Estruturais e Não Estruturais (PDGV-RE-P06-2-001-R3), que analisou dois aspectos: quantidade de domicílios afetados e investimento necessário. Destaca-se que esse critério é passível de adaptação pelas administrações municipais, conforme a disponibilidade de recurso para realizar intervenções mais extensas.

A seguir, apresentam-se os conceitos gerais das medidas complementares propostas no PDAU:

- **Remoção e reassentamento:** solução indicada para os casos em que a altura média da lâmina d'água da mancha remanescente de inundação ultrapassou um (1) metro.

O PDAU considera que o deslocamento involuntário, quando inevitável, deve ser precedido da elaboração do Programa de Remoção, Reassentamento e Medidas Compensatórias com inclusão de diretrizes e indicativos dos atendimentos a serem ofertados às famílias e ao comércio. Os detalhes do Programa de Remoção, Reassentamento e Medidas Compensatórias podem ser verificados no item 7 do Produto 08 (PDGV-RE-P08-001-R1).

Associada à remoção e ao reassentamento o PDAU propõe a implantação de parques alagáveis, com o intuito de evitar reocupações da área de risco.

A remoção e o reassentamento estão classificados, no PDAU, em dois tipos (detalhados na Tabela 7):

1A – Desapropriação / indenização + parque alagável;

1B – Remoção e reassentamento + parque alagável.

- **Desapropriação:** Procedimento pelo qual o Poder Público, fundado na necessidade pública ou interesse social, adquire o imóvel regular, em caráter originário, mediante justa e prévia indenização.
 - **Reassentamento:** Processo de realocação física por meio de reposição do imóvel afetado por unidade habitacional ou comercial construída especificamente para esse fim ou adquirida no mercado.
 - **Indenização:** Compensação pecuniária de um bem afetado por ações decorrentes.
 - **Parque alagável:** áreas verdes implantadas, geralmente, às margens dos corpos d'água, que visam a recuperar a cobertura vegetal e contribuir com o retardamento de cheias. Além de terem potencialidades para fins de lazer, turísticos, valorização ambiental e auxiliarem na preservação dessas áreas para que não ocorram novas ocupações.
- **Soluções adaptativas:** para os casos em que a altura média da lâmina d'água das manchas remanescentes de inundação não ultrapassavam um (1) metro

de altura foram indicadas as soluções adaptativas. São intervenções adotadas em âmbito privado e complementadas pelo poder público através da reconformação da infraestrutura para garantir a segurança da população e evitar danos às propriedades afetadas. Essas soluções visam a promover a adaptação aos ciclos de inundação 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. Reforça-se que isso não significa fomentar a habitação em áreas inundáveis, que não deveriam ser ocupadas, mas sim conduzir um processo de adaptação das moradias desses locais e que não possuem a perspectiva de mudança para locais de menor risco (GOULARTE, 2022).

As soluções adaptativas estão classificadas no PDAU em dois tipos (detalhados na Tabela 7):

2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada.

2B – Soluções adaptativas – urbanização precária.

- **Urbanização consolidada:** são as áreas com características de ocupações regulares que estejam atendendo à legislação federal, estadual e municipal, que apresentam infraestrutura.
 - **Urbanização precária:** são as áreas com características de ocupações informais, geralmente posicionadas em locais ambientalmente frágeis, com infraestrutura deficiente ou inexistente.
- **Zoneamento das áreas de risco de inundação ou zoneamento de inundação:** corresponde às áreas de risco de inundação mapeadas para diversos cenários desenvolvidos nos estudos do PDAU (manchas de inundação do Prognóstico 1 e 2). Essas áreas materializam o cumprimento da legislação e disciplina do uso do solo da RMGV. Para tanto, se faz necessário que os planos diretores municipais sejam revistos e que identifiquem as áreas de inundação em suas bases, estabelecendo controles sobre as ocupações existentes e evitando ocupações futuras e conflitos. Reduzindo, assim, as situações de risco a que poderão estar expostas suas populações. Ressalta-se que à medida que as soluções de segundo e primeiro nível forem sendo implantadas nas bacias hidrográficas, as manchas de inundação irão diminuir e, com isso, o zoneamento de uso e ocupação do solo - baseado no mapeamento das áreas de risco de inundação - também poderá ser alterado. Trata-se de um trabalho dinâmico e contínuo para o município.

No Produto 8 – Programas (PDGV-RE-P08-001-R1) o conceito de zoneamento de inundação pode ser verificado com mais detalhes.

Tabela 7 – Detalhamento das medidas de controle nas manchas remanescentes de inundação (TR 25 anos)

Código	Altura lâmina média d'água	Medida estrutural ou medida não estrutural	Tipo de urbanização	Âmbito	Tipo de solução	Descrição da solução	Estimativa de custo	Unidade para estimativa de custos	Obs.
SOLUÇÕES TIPO 1 – REMOÇÃO, REASSENTAMENTO E DESAPROPRIAÇÃO									
1A	Lâmina d'água média acima de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização consolidada	Âmbito público	Desapropriação/ indenização + parque alagável.	Remover os domicílios que permanecem em áreas de risco à inundação. Instalar no local parque alagável para evitar a reocupação.	Sim	Nº de domicílios e extensão da área para implantação de parque alagável.	-
1B		Medida estrutural	Urbanização precária	Âmbito público	Remoção e reassentamento + parque alagável.		Sim		-
SOLUÇÕES TIPO 2 - SOLUÇÕES ADAPTATIVAS									
2A	Lâmina da água média abaixo de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização consolidada	Âmbito público	Soluções adaptativas: escala urbana.	Recompor ou complementar sistemas de infraestrutura (redes de esgoto, drenagem, coleta e deposição adequada de resíduos, pavimentação de vias e passeios).	Sim	Extensão do polígono (hectare) e tipo de urbanização.	-
				Âmbito privado	Soluções adaptativas: habitação resiliente.	Adaptação das edificações: construção e/ou transferência de usos essenciais a pavimentos inferiores / adaptações estruturais em pavimentos e áreas inundáveis (no lote e na edificação) / retrofit (*) das edificações.	Não		Abordado no Produto 8
2B	Lâmina da água média abaixo de 1m de altura	Medida estrutural	Urbanização precária	Âmbito público	Soluções adaptativas: escala urbana.	Recompor ou complementar sistemas de infraestrutura (redes de esgoto, drenagem, coleta e deposição adequada de resíduos, pavimentação de vias e passeios).	Sim	Extensão do polígono (hectare) e tipo de urbanização	-
				Âmbito privado	Soluções adaptativas: habitação resiliente.	Adaptação das edificações: construção e/ou transferência de usos essenciais a pavimentos inferiores / adaptações estruturais em pavimentos e áreas inundáveis (no lote e na edificação) / retrofit das edificações.	Não		-

Código	Altura lâmina média d'água	Medida estrutural ou medida não estrutural	Tipo de urbanização	Âmbito	Tipo de solução	Descrição da solução	Estimativa de custo	Unidade para estimativa de custos	Obs.
SOLUÇÕES TIPO 3 - ZONEAMENTO DE INUNDAÇÃO									
3	Persistência de lâmina d'água	Medida não estrutural	Mancha remanescente	-	Alteração no zoneamento.	Inscrição das manchas de inundação no Plano Diretor. Alteração e/ou adaptação de normas edilícias tais como: taxas de ocupação, permeabilidade, etc.) com vistas a aumentar a resiliência urbana em longo prazo, para todos os tipos de construção.	Não	-	-

(*) Retrofit é um processo de restauração de prédios antigos de forma a preservar a arquitetura original e também adequá-lo à legislação vigente.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

3 Caracterização do território

A caracterização do território, sob a ótica de diversas temáticas, foi importante para a leitura e compreensão da área de abrangência do PDAU e subsidiou o desenvolvimento do diagnóstico da região.

Os dados levantados tiveram como critério a confiabilidade e relevância espacial/temporal para o PDAU, sendo obtidos em levantamentos de dados e informações secundárias, apresentados no Produto 3.1 (PDGV-RE-P03-1-001-R1) e de informações primárias, apresentados no Produto 3.2 (PDGV-RE-P03-2-001-R1). A coleta consistiu em pesquisas bibliográficas, trabalhos de campo, visitas técnicas, reuniões semanais com o Grupo de Sustentação e por meio de consultas formais às entidades detentoras de informações de interesse.

As informações coletadas foram organizadas em uma base de armazenamento de dados em nuvem e sistematizadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG), para elaboração do material cartográfico. Toda organização da base de armazenamento de dados pode ser verificada no Produto 2 – Base Georreferenciada de Dados (PDGV-RE-P02-1-001-R1).

Nos Produtos 4.1 – Diagnóstico Físico Prévio (PDGV-RE-P04-1-001-R1) e 4.2 – Diagnóstico Físico Final (PDGV-RE-P04-2-001-R1) estão apresentados os dados coletados e a caracterização do meio biótico, meio socioeconômico, qualidade da água, pontos de instabilidade geotécnica, uso e ocupação do solo e estudo populacional. Na sequência são apresentados os resultados da caracterização da área de abrangência do PDAU.

3.1 Meio biótico

A caracterização do meio biótico foi estudada nas escalas macrorregional, metropolitana e de bacias hidrográficas, além da escala municipal apresentando a vegetação característica do bioma, as unidades de preservação e outras características que constituem fatores intervenientes na área de abrangência.

A RMGV está inserida completamente no bioma Mata Atlântica. Observa-se a existência de três tipos de vegetação: floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta e áreas de formações pioneiras.

A conservação dos tipos de fisionomia vegetal da Mata Atlântica é garantida pelas 32 Unidades de Conservação (UC), inscritas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), que estão localizadas nos municípios da RMGV, totalizando uma área de aproximadamente 172.000 hectares.

Existem UCs municipais, estaduais e federais o que somado às secretarias municipais e estadual de meio ambiente, além de outras correlatas, resultam em um número elevado de atores e órgãos responsáveis pela gestão dessas unidades e de aspectos relevantes ao meio biótico.

A estruturação da análise em mosaicos¹⁵ permite extrapolar a importância local dessas unidades e avançar para uma percepção regional, entendendo que a gestão dessas áreas em conjunto multiplica os benefícios e fortalece o alcance dos objetivos estabelecidos. Cinco, dos sete mosaicos observados para a RMGV e regiões vizinhas, se localizam na zona costeira e têm interface direta com a desembocadura de rios das mais diversas dimensões.

Essas regiões protegem formações pioneiras de restinga e manguezal, que são de extrema relevância para a conservação da biodiversidade. A existência de UC e seus agrupamentos em mosaicos nas regiões de cabeceiras é fundamental para a conservação das nascentes

A manutenção desses espaços se relaciona diretamente com o regime natural dos cursos d'água cumprindo um papel importante para a preservação das margens e o favorecimento ao escoamento superficial. Destaca-se o manguezal urbano de Vitória, que compreende mais de 8 km², o maior do Brasil e da América Latina. Outro destaque é a necessidade de conservação, principalmente nas proximidades da foz do Rio Santa Maria da Vitória, pois nota-se que essas áreas sofrem grandes pressões antrópicas para a sua transformação em ocupações urbanas.

Existem algumas iniciativas relacionadas à recuperação florestal, com destaque para o Programa Reflorestar, do Governo do Estado. Como sua abrangência é estadual a definição das áreas para o reflorestamento inclui critérios relevantes para os recursos hídricos, como por exemplo a quantidade de sedimentos retidos e o potencial de geração de água. Trata-se de uma iniciativa fundamental para recuperar a cobertura vegetal do solo e evitar a erosão o que assoreia os rios a jusante e mais próximos à RMGV, afetando diretamente seu regime fluvial.

Toda análise feita sobre as UCs tem por objetivo a conservação dos ecossistemas, considerando também o impacto destas no manejo dos recursos hídricos, por exemplo, através da proteção das áreas de recargas e dos mananciais. As Áreas de Preservação Permanente (APP), quando conservadas, também contribuem na proteção. É fundamental que a preservação da vegetação seja incorporada como estratégia para o manejo adequado dos recursos hídricos, contribuindo também no amortecimento de picos de cheia, através da interceptação e infiltração das águas pluviais.

3.2 Qualidade da água

A qualidade da água de um corpo hídrico é consequência direta do uso do solo de sua

¹⁵ O art. 26 da Lei Federal nº 9.985/2000 define que o agrupamento de UC, sobrepostas ou justapostas, se denomina mosaico, cabendo nesses casos ser realizada uma gestão integrada e participativa, compatibilizando os objetivos específicos de cada unidade. No Produto 4.01: Diagnóstico Físico Prévio (PDGV-RE-P04-1-001-R1) são apresentados os mosaicos estudados.

bacia hidrográfica e das medidas de controle implantadas. Com o objetivo de estabelecer padrões nacionais de qualidade da água, a Lei 9433, de 1997, define, como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo seus usos preponderantes.

O enquadramento dos corpos d'água é, assim, o principal instrumento de planejamento para o controle da poluição. A Resolução n.º 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), define o enquadramento como sendo o estabelecimento das metas e/ou objetivos de qualidade da água (classes) a serem obrigatoriamente alcançados ou mantidos em um segmento do corpo d'água, conforme os usos preponderantes pretendidos.

Segundo o Art. 4º da Resolução 357 (BRASIL, 2005) as águas doces são classificadas em cinco classes: uma classe especial e classes de 1 a 4, descritas a seguir:

- **Especial:** águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- **Classe 1:** águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (conforme Resolução CONAMA n° 274/2000); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas;
- **Classe 2:** águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca;
- **Classe 3:** águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais; e,
- **Classe 4:** águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Os usos mais exigentes, destinados à preservação do equilíbrio natural de comunidades aquáticas requerem enquadramentos mais restritivos (como a classe especial), enquanto usos menos exigentes, como a navegação, podem ser enquadrados em classes menos restritivas.

Já, as águas salobras são classificadas em quatro classes, uma classe especial e classes de 1 a 3 (BRASIL, 2005):

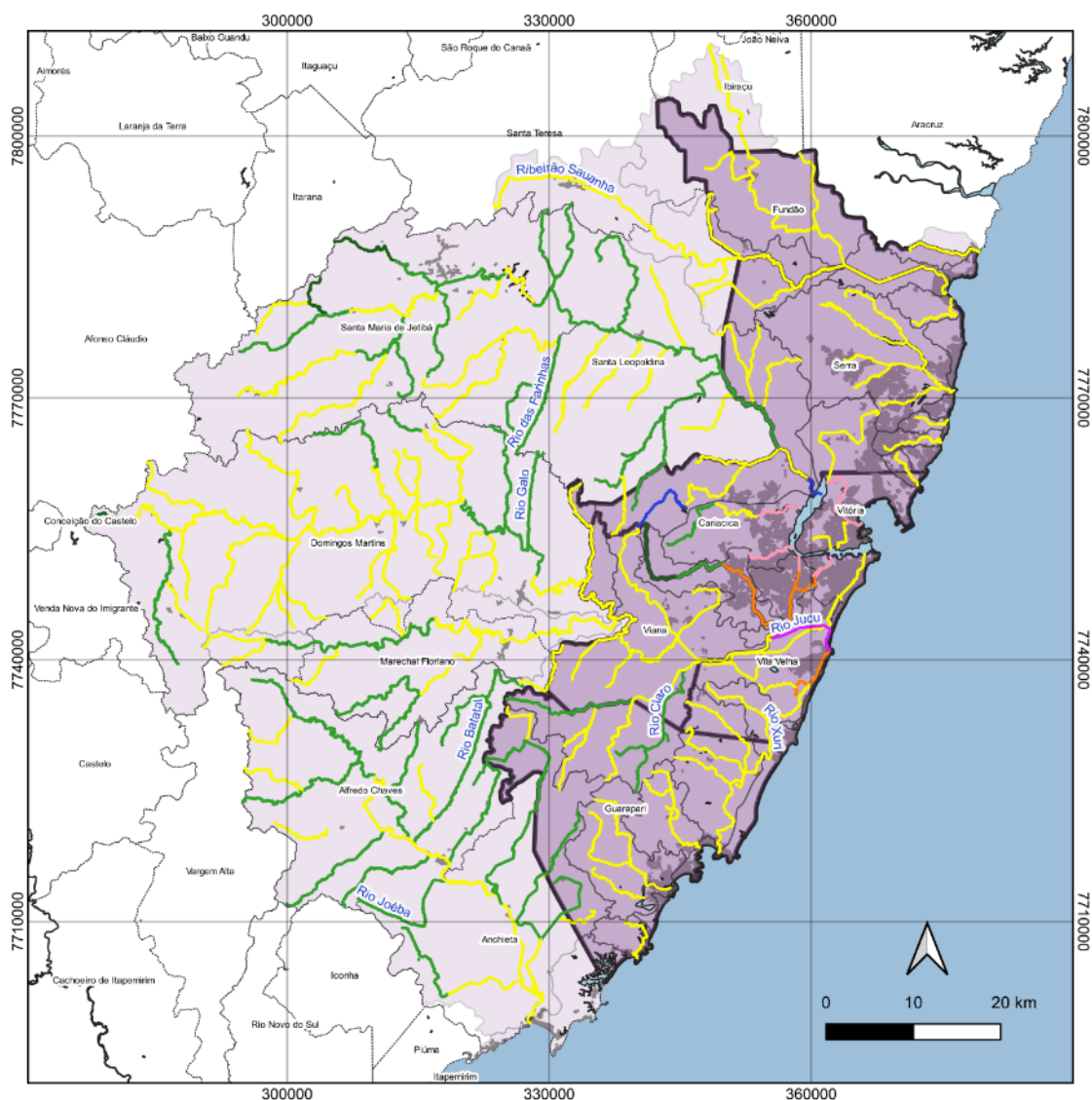
- **Classe especial:** águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- **Classe 1:** águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- **Classe 2:** águas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário; e,
- **Classe 3:** águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Os estudos feitos pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2020) para o enquadramento dos corpos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jucú, Santa Maria da Vitória, Benevente e Litoral Centro-Norte, que atravessam a Região Metropolitana da Grande Vitória, mostram que eles são predominantemente enquadrados nas Classe 1 ou 2.











Os mapas da * Os rios classificados como “Classe 1 a ser estudada UC Classe Especial (E)” remete a recomendação de estudos para que sejam implantadas Unidades de Conservação (UC) ao longo desses trechos, deixando em aberto a possibilidade de um enquadramento destes corpos hídricos como Classe Especial

Figura 4 e da * Os rios classificados como “Classe 1 a ser estudada UC Classe Especial (E)” remete a recomendação de estudos para que sejam implantadas Unidades de Conservação (UC) ao longo desses trechos, deixando em aberto a possibilidade de um enquadramento destes corpos hídricos como Classe Especial.

Figura 5 mostram o enquadramento dos rios da RMGV.



Legenda

- | | | | |
|---|---|---|-------------------------------------|
|  | Bacias Hidrográficas do PDAU (na RMGV) |  | Enquadramento |
|  | Bacias Hidrográficas do PDAU (fora da RMGV) |  | Classe 1 |
|  | Áreas Edificadas na Área de Estudo |  | Classe 1 a ser estudada UC Classe E |
|  | Região Metropolitana da Grande Vitória |  | Classe 1 Salobra |
|  | Municípios |  | Classe 2 |
|  | Massa d'Água |  | Classe 2 Salobra |
| | |  | Classe 3 |
| | |  | Classe Especial |

* Os rios classificados como “Classe 1 a ser estudada UC Classe Especial (E)” remete a recomendação de estudos para que sejam implantadas Unidades de Conservação (UC) ao longo desses trechos, deixando em aberto a possibilidade de um enquadramento destes corpos hídricos como Classe Especial

Figura 4 – Enquadramento dos corpos hídricos das bacias hidrográficas que contribuem para a RMGV.

Fonte: Adaptado de AGERH, 2021.

Figura 5 – Enquadramento dos corpos hídricos próximos à região da Baía de Vitória.

Fonte: Adaptado de AGERH, 2021.

No enquadramento dos corpos hídricos da RMGV predominam as Classes 1 e 2 o que se reflete em um desafio ao Estado, já que para atender às metas do enquadramento são necessárias medidas permanentes de controle de poluição.

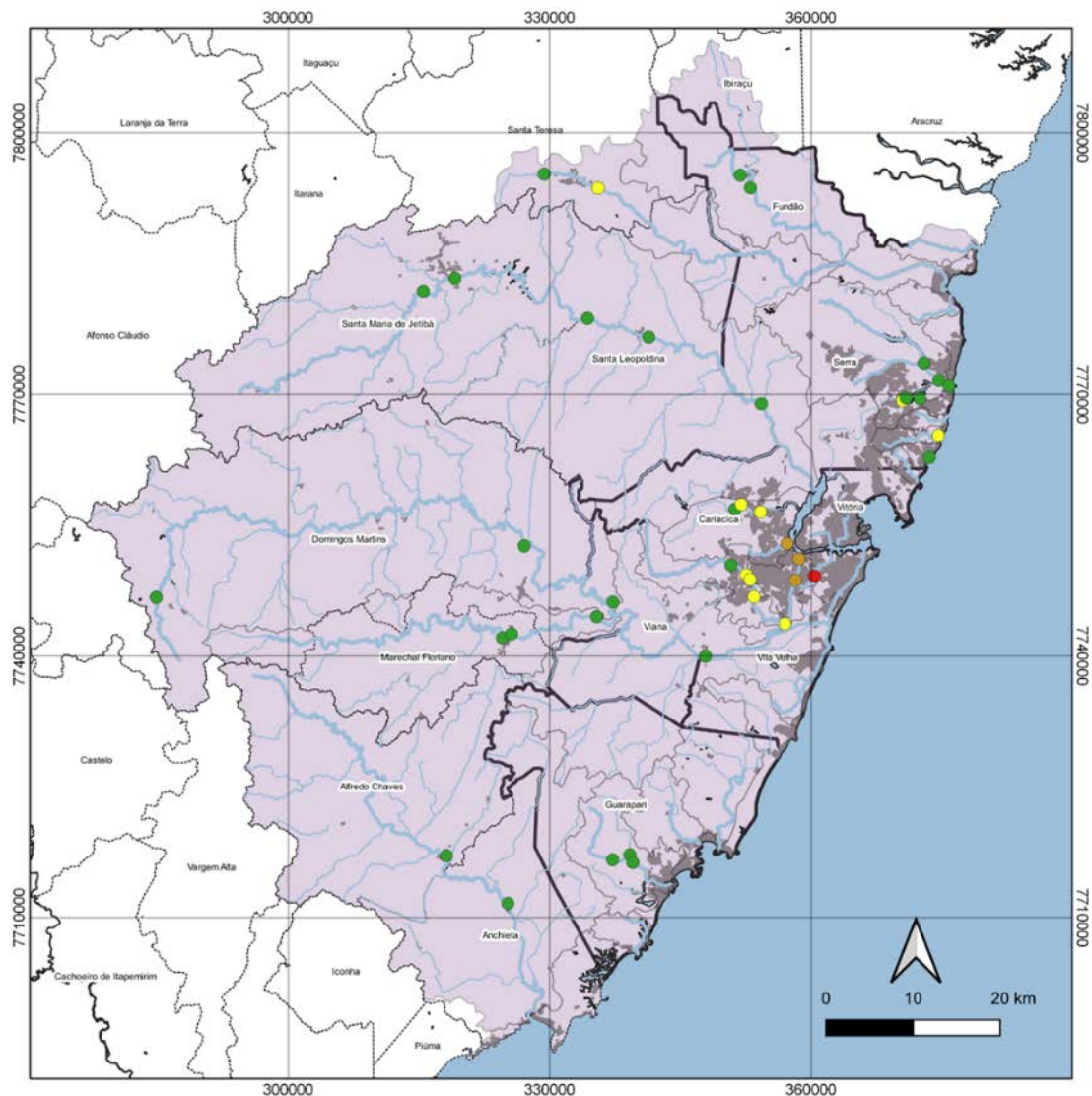
Além da verificação do enquadramento dos corpos hídricos das bacias hidrográficas da área de abrangência do PDAU, foi analisado o Índice de Qualidade das Águas (IQA), cujo cálculo é efetuado a partir de uma relação com diversos parâmetros e diferentes pesos estabelecidos em função da sua importância para a determinação da qualidade da água, conforme recomendação da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA). São eles: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez. Os resultados devem ser interpretados de acordo com a Tabela 8 abaixo.

Tabela 8 – Faixas de avaliação do IQA e seus respectivos resultados.

Faixa de avaliação	Resultado do índice de qualidade das águas
80 - 100	Ótimo
52 - 79	Bom
37 - 51	Razoável
20 - 36	Ruim
0 - 19	Péssimo

Fonte: Adaptado de AGERH, 2021.

Para o levantamento da gama de parâmetros para a determinação do IQA foram listadas as estações de monitoramento operadas pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), no Espírito Santo. Foram identificadas 41 unidades na área de abrangência do PDAU, cujos IQAs são espacializados no mapa da Figura 6.



Legenda

IQA Médio (2007 a 2020)	— Hidrografia
● Ótimo	■ Massa d'Água
● Bom	■ Bacias Hidrográficas do PDAU-RMGV
● Razoável	■ Áreas Edificadas na RMGV
● Ruim	■ Região Metropolitana da Grande Vitória
● Péssimo	■ Municípios

Figura 6 – Espacialização dos resultados médios gerais do IQA para o período de estudo.

Fonte: Adaptado de AGERH, 2021.

Os IQAs médios apurados no período de 2007 a 2020, indicados na Figura 6, mostram que os corpos hídricos nos trechos da RMGV não estão em boas condições, apresentando índices de razoável a péssimo.

No Produto 4.1 (PDGV-RE-P04-1-001-R1) são apresentadas análises mais detalhadas da qualidade da água das bacias hidrográficas estudadas mostrando que,

principalmente nos trechos urbanos, os indicadores de qualidade estão distantes dos padrões estabelecidos pelas classes de enquadramento.

As principais fontes de poluição dos corpos hídricos urbanos são (YAZAKI L.O., 2021) e (YAZAKI L.O., 2012):

- a) Deposição atmosférica;
- b) Sedimentos;
- c) Cargas poluidoras acumuladas na superfície da bacia hidrográfica;
- d) Cargas acumuladas na rede de drenagem;
- e) Esgotos in natura lançados na rede de drenagem e nos corpos hídricos;
- f) Perdas nas redes de esgotos;
- g) Cargas remanescentes das estações de tratamento de esgotos.

As três primeiras fontes de poluição impactam a qualidade das águas principalmente em dias de chuva, quando partículas presentes no ar e no solo são transportadas aos corpos hídricos pelas águas pluviais. Esse impacto é mais elevado quando a chuva é precedida de dias secos. Destaca-se, na RMGV, a concentração elevada de partículas de minério de ferro e carvão (conhecidas como “pó preto”), poluentes derivados das atividades relacionadas ao manuseio de minério de ferro e carvão do Porto de Tubarão.

As três últimas fontes sofrem poucas variações temporais e praticamente independem do regime de chuvas. São classificadas como “vazões de tempo seco” ou “vazões de estiagem”. Destaca-se na RMGV a alta presença de esgotos no sistema de águas pluviais. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2021), o índice de esgoto tratado na RMGV em 2021 era de 51% o que significa que quase a metade dos esgotos produzidos é despejada sem tratamento nos corpos hídricos (equivalente aos esgotos gerados por cerca de 960 mil habitantes), sem contar as perdas na rede coletora.

As cargas acumuladas na rede de drenagem (quarta fonte de poluição) decorrem das demais. A velocidade de escoamento nas redes de drenagem, rios e canais em tempo seco, geralmente é muito baixa; insuficiente para promover o transporte de partículas que acabam sedimentando no sistema hídrico. No início das chuvas essa carga é suspensa pela ação do escoamento e transportada para os pontos mais baixos e para o mar.

O problema da poluição hídrica, portanto, é uma questão relevante na RMGV. Não sem razão, no primeiro ciclo de audiências públicas do PDAU, realizado em dezembro de 2021 e janeiro de 2022, a maior “preocupação futura” expressa pelos participantes

foi com a qualidade da água e o controle de sedimentos (para mais detalhes, ver Produto 10.3 (PDGV-RE-P10-3-001-R1).

Os programas propostos no PDAU (ver Capítulo 8), incorporados no Plano de Ação (ver Capítulo 9), tratam também dessas questões apontando as principais medidas que deverão ser empreendidas para o aprimoramento das ações de melhora da qualidade das águas visando às metas das classes de enquadramento dos corpos hídricos da RMGV.

3.3 Geologia

As feições geológicas da RMGV são caracterizadas por 16 unidades litológicas, conforme mostra a Figura 7. Variam desde rochas cristalinas, ígneas e metamórficas a sedimentares. As que se destacam são relacionadas a seguir:

- Complexo Nova Venécia (Np3nv);
- Granitoides foliados a gnáissicos predominantemente metaluminosos (NP3γ11);
- Suíte Bela Joana (NP3γ2);
- Leucogranito Carlos Chagas (NP3γ2Scc);
- Unidade Granada-biotita Granito Ataléia (NP3γ2Sat);
- Ribeirão Jacarandá (εγ31qđ);
- Suíte Viana (εγ51esvi);
- Suíte Vitória (εγ51esvi);
- Suíte Fundação (εγδ5esfu);
- Grupo Barreiras (ENb);
- Depósitos aluviais e coluviais indiferenciados (Q12ca);
- Cordões litorâneos recentes (Q2cl);
- Depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes (Q2a).

A descrição de cada uma das unidades litológicas está apresentada no Produto P4.1 - Diagnóstico Físico Prévio (PDGV-RE-P04-1-001-R1).

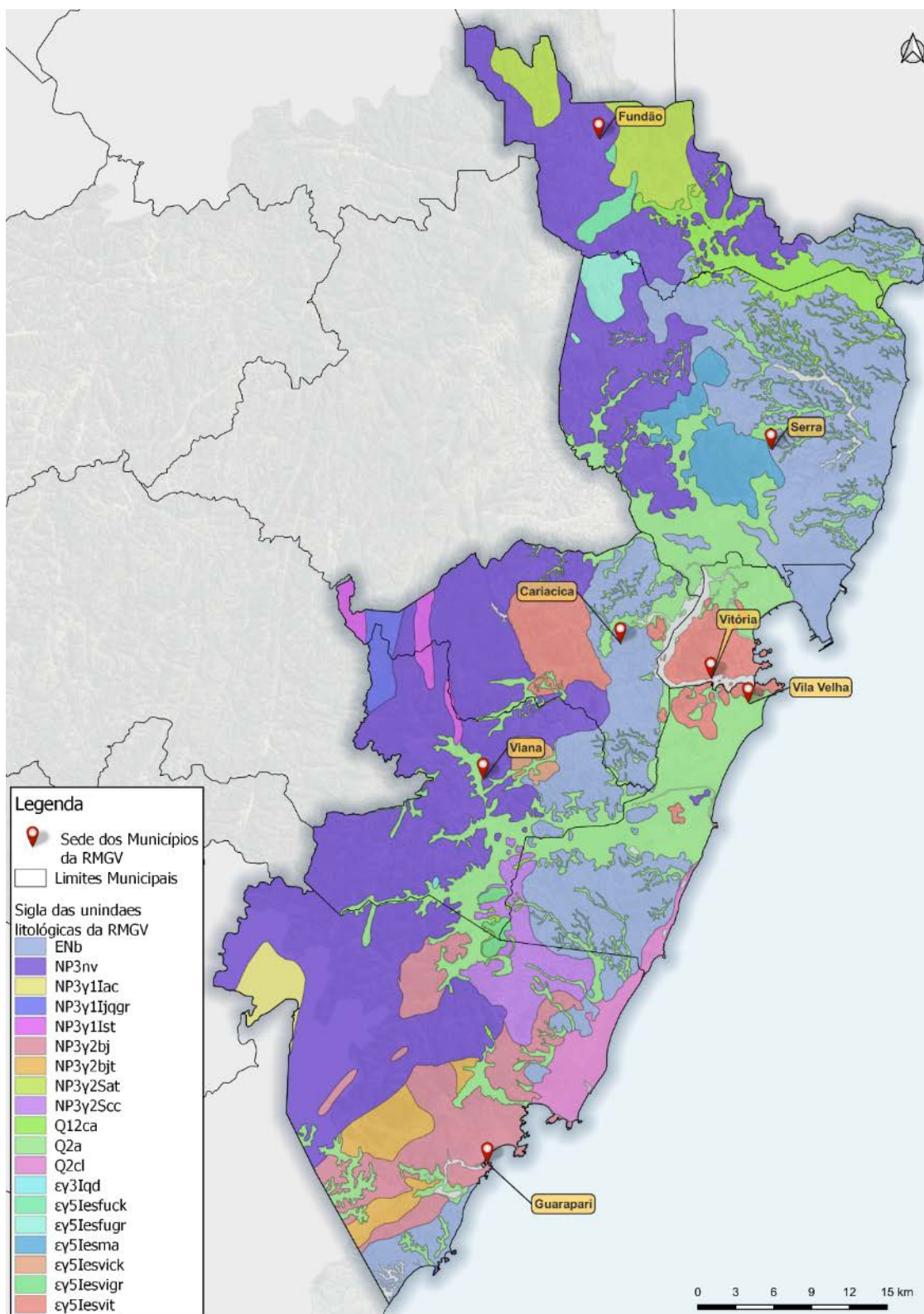


Figura 7 - Unidades litológicas da Região Metropolitana da Grande Vitória.

Fonte: Adaptado de CPRM, 2014.

3.4 Pedologia

A pedologia trata dos estudos relacionados à identificação, à formação, à classificação e ao mapeamento dos solos. Dentre os estudos realizados no escopo do PDAU, a pedologia e o uso do solo são importantes, pois são utilizados para a determinação do *Curve Number* (CN), coeficiente empírico adimensional de transformação chuva-vazão, utilizado na aplicação do método do *Soil Conservation Service* (SCS) para estudos hidrológicos. Com o CN o modelo hidrológico do PDAU calcula a capacidade do solo de gerar escoamento superficial.

A base pedológica utilizada no estudo do PDAU foi a mesma utilizada pela Nota Técnica nº46/2018/SPR da ANA (2018) e pode ser visualizada na Figura 8, a seguir.

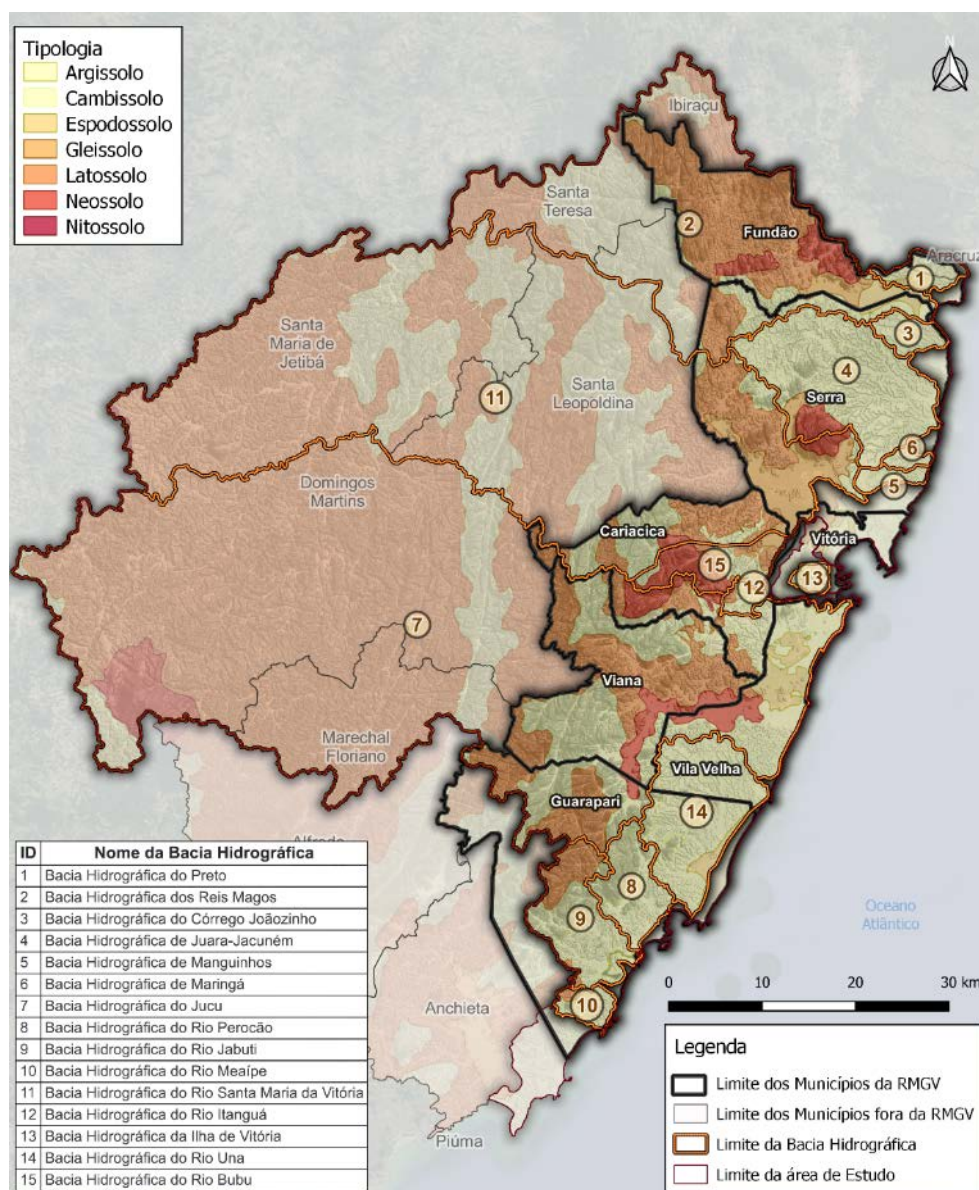


Figura 8 – Mapa pedológico da área de abrangência.

Fonte: Adaptado de ANA, 2017.

3.5 Uso e ocupação do solo

A caracterização do uso e da ocupação do solo nas datas-marco de planejamento (anos 2025, 2032, 2040) é apresentada em detalhes no Produto 6.1 - Tomo II (PDGV-RE-PO6-1-002-R1).

O estudo de uso e ocupação do solo teve como data de corte 2020 que é o ano das imagens aéreas de alta qualidade da base de dados do Governo do Estado do Espírito Santo, denominado GEOBASES, e que foram disponibilizadas ao PDAU. Foi elaborado por meio de técnicas de geoprocessamento a partir da classificação supervisionada semiautomática.

A classificação supervisionada da área de estudo considerou as classes descritas na Tabela 9, cujas feições alinham-se ao estudo de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, realizado bianualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística.

Tabela 9 – Classes de uso da terra e ocupação do solo e suas descrições de acordo com monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil realizado pelo IBGE (2016)

Classe	Descrição
Área artificial	Áreas onde predominam superfícies antrópicas não-agrícolas. São aquelas estruturadas por edificações e sistema viário, nas quais estão incluídas as metrópoles, cidades, vilas, as aldeias indígenas e comunidades quilombolas, áreas de rodovias, serviços e transportes, redes de energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por complexos industriais e comerciais e edificações que podem, em alguns casos, estar situadas em áreas periurbanas. Também pertencem a essa classe as áreas onde ocorrem a exploração ou extração de substâncias minerais, por meio de lavra ou garimpo.
Vegetação florestal	Área ocupada por florestas. Consideram-se florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 m de altura, incluindo-se aí as áreas de floresta ombrófila densa, de floresta ombrófila aberta, de floresta estacional, além da floresta ombrófila mista. Inclui outras feições em razão de seu porte superior a 5 m de altura, como a savana florestada, campinarana florestada, savana-estépica florestada, os manguezais e os buritizais.

Classe	Descrição
Vegetação campestre	Área caracterizada por formações campestres. Entende-se como campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversas da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um estrato gramíneo-lenhoso. Incluem-se nessa categoria as savanas, estepes, savanas-estépicas, formações pioneiras e refúgios ecológicos. Encontram-se disseminadas por diferentes regiões fitogeográficas, compreendendo diferentes tipologias primárias: estepes planaltinas, campos rupestres das serras costeiras e campos hidroarenosos litorâneos (restinga). Essas áreas podem estar sujeitas a pastoreio e a outras interferências antrópicas de baixa intensidade como as áreas de pastagens não manejadas do Rio Grande do Sul e do Pantanal.
Corpo d'água continental	Inclui todas as águas interiores, como rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares. Também engloba corpos d'água naturalmente fechados (lagos naturais) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais de água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica).
Corpo d'água costeiro	Inclui todas as águas costeiras (lagunas, estuários e baías que ocupam as planícies costeiras) e as águas inseridas nas 12 milhas náuticas, conforme Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993.
Área descoberta	Esta categoria engloba locais sem vegetação, como os afloramentos rochosos, penhascos, recifes e terrenos com processos de erosão ativos. Também inclui as praias e dunas, litorâneas e interiores, e acúmulo de cascalho ao longo dos rios.

Fonte: Adaptado do IBGE, 2016.

Os resultados da classificação supervisionada de uso do solo para o ano de 2020 são mostrados na Figura 9 a seguir.

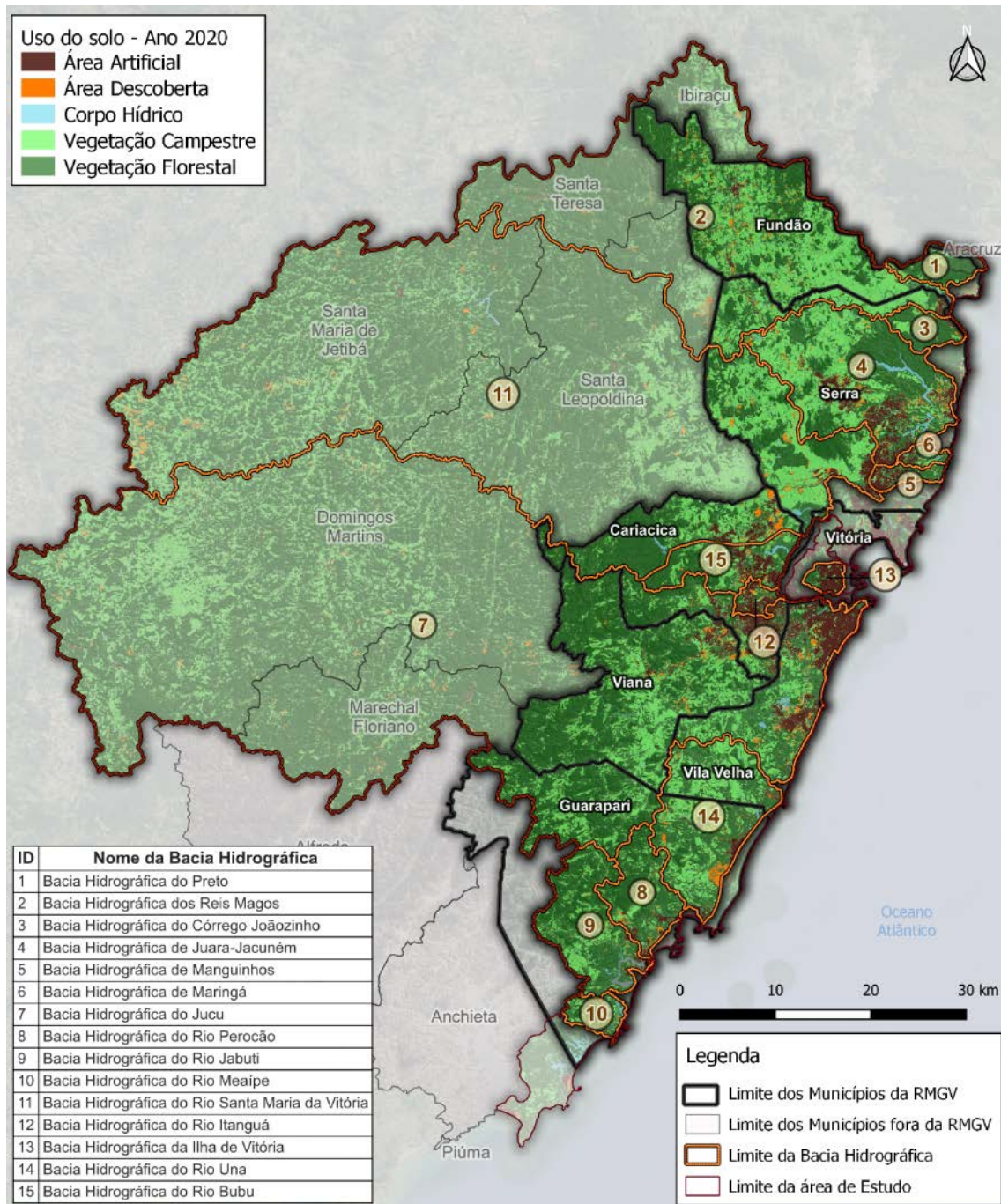


Figura 9 – Uso do solo de 2020 resultado da classificação supervisionada semiautomática de uso do solo.

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

A classificação supervisionada de uso do solo de 2020 foi a base para a construção dos cenários de desenvolvimento - mapas de uso do solo dos demais anos de planejamento (2025/2032/2040). Para tanto, foram sobrepostas, ao mapa de 2020, as camadas vetoriais, cruciais para a identificação dos vetores de expansão, como: as rodovias, ferrovias, perímetro urbano e áreas de restrições legais. Com estas camadas

sobrepostas foi possível traçar o uso do solo dos demais anos, a partir de considerações urbanísticas referentes à expansão urbana nos eixos de desenvolvimento identificados.

Assim, apresenta-se a seguir o uso do solo projetado para o ano de 2040. Os demais mapas de uso e ocupação do solo estão apresentados no Produto 6.1: Tomo II (PDGV-RE-P06-1-002-R1). E, na Figura 10 apresenta-se o gráfico que demonstra a evolução da ocupação urbana de 2020 para 2040.

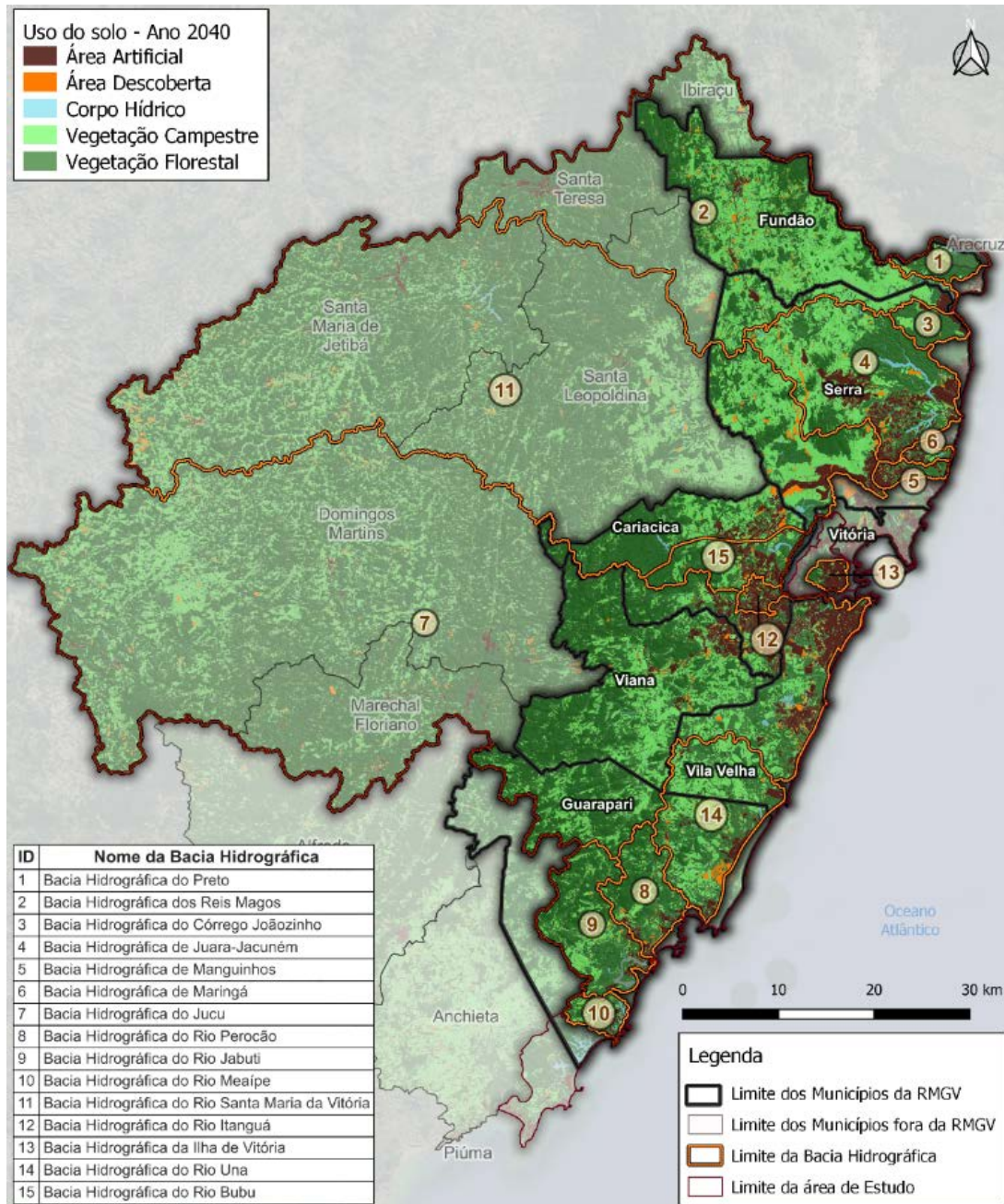


Figura 10 – Projeção do uso do solo para 2040 resultado da classificação supervisionada semiautomática e dos estudos urbanísticos realizados.

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

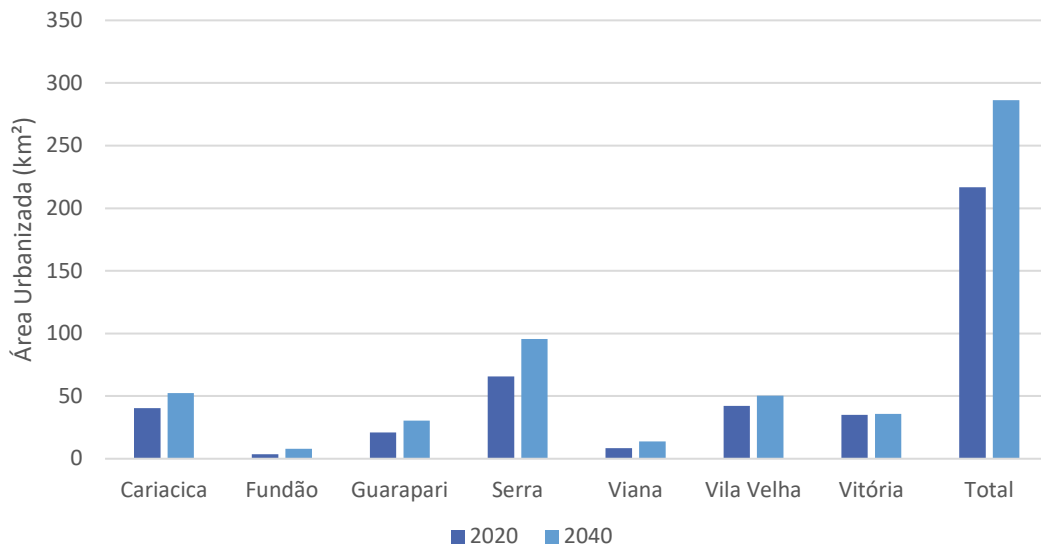


Figura 11 –Evolução da ocupação do solo (área urbanizada) 2020 e 2040.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

3.6 População

Para o desenvolvimento dos cenários futuros foi estudada a evolução demográfica dos municípios da RMGV e dos situados nas bacias que contribuem para essa região.

A Figura 12 apresenta o gráfico da projeção populacional dos municípios da RMGV: a Tabela 10 apresenta as projeções demográficas que alcançaram resultados em diferentes escalas espaciais, tendo como base as séries históricas de dados oficiais, resultando em projeções próximas das observadas em outros estudos como o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) do Espírito Santo e os Planos Municipais de Saneamento Básico dos 7 municípios da RMGV. Ressalta-se que não foram consideradas as populações totais dos municípios de Aracruz, Ibraçu, Piúma e Santa Teresa.

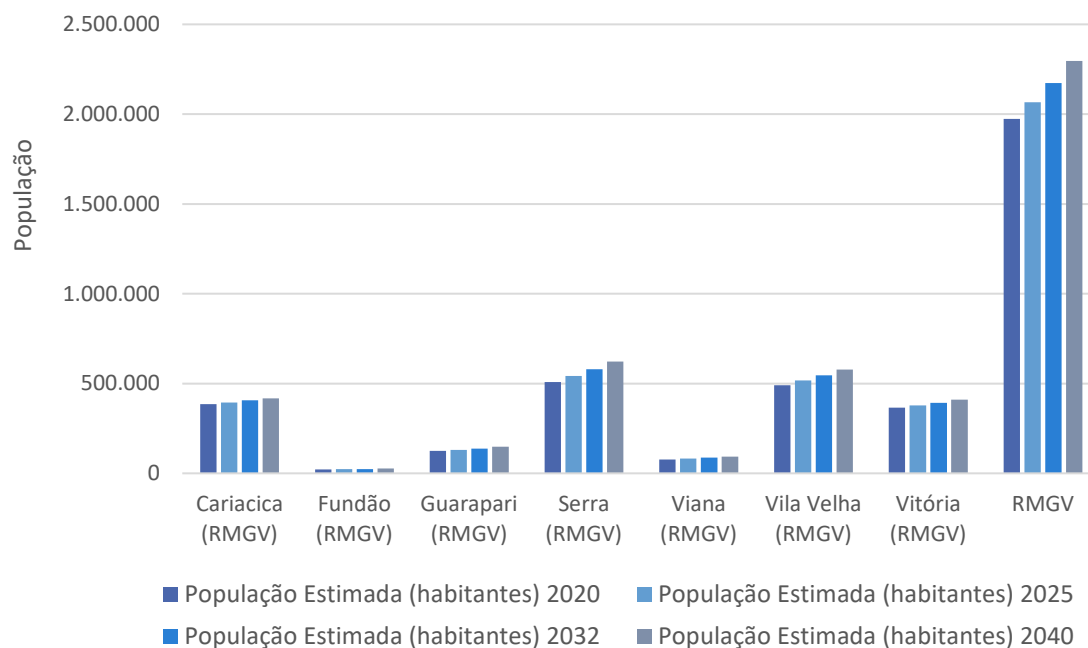


Figura 12 - Projeção populacional dos municípios da RMGV para 2020, 2025, 2032 e 2040.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Tabela 10 – Projeção populacional das parcelas dos municípios contidos nas bacias que contribuem para a RMGV

Município	População estimada (habitantes)			
	2020	2025	2032	2040
Cariacica (RMGV)	385.849	394.916	405.993	418.323
Fundão (RMGV)	21.140	22.699	24.397	26.372
Guarapari (RMGV)	124.484	130.286	137.537	147.458
Serra (RMGV)	508.537	542.641	579.426	622.088
Viana (RMGV)	77.245	81.847	86.948	92.735
Vila Velha (RMGV)	490.990	516.463	545.347	578.397
Vitória (RMGV)	364.908	377.486	392.849	410.838
Alfredo Chaves	14.799	15.051	15.294	15.565
Anchieta	28.455	30.554	32.645	34.970
Aracruz	114	121	130	140
Domingos Martins	34.417	35.104	36.014	37.061
Ibiraçu	847	878	913	960
Marechal Floriano	16.533	17.355	18.259	19.276
Piúma	605	636	670	735
Santa Leopoldina	12.526	12.673	12.597	12.602

Município	População estimada (habitantes)			
	2020	2025	2032	2040
Santa Maria de Jetibá	40.214	42.272	44.566	47.240
Santa Teresa	11.939	12.252	12.641	13.096
Total RMGV	1.973.153	2.066.338	2.172.497	2.296.211
Total	2.133.602	2.233.234	2.346.226	2.464.760

***Os dados dos municípios fora da RMGV consideram apenas áreas contidas nas bacias estudadas no PDAU.**

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

O resultado da projeção demográfica indica crescimento da população da RMGV, cabendo o destaque que a taxa geométrica de crescimento anual diminuiu ao longo do tempo, indicando que a população cresce assintoticamente em relação a um limite teórico, como se verifica em outras regiões brasileiras. Os municípios da RMGV são majoritariamente urbanos e seus crescimentos mantêm a tendência de aumento da população urbana, em relação à população rural de maneira semelhante à de outras regiões metropolitanas.

Observa-se que não foi considerado o impacto do “efeito Covid”, fenômeno iniciado no primeiro trimestre de 2020, e que pode ter algum impacto na projeção demográfica. As consequências desse evento, de proporções mundiais, ainda estão em fase de avaliação, o que poderá reduzir as projeções populacionais da área de estudo.

4 Critérios para a modelagem numérica do sistema de macrodrenagem

Visando a analisar espacialmente as áreas de risco de inundação foi desenvolvido um modelo numérico hidrológico-hidrodinâmico, calibrado e validado, que serviu como ferramenta de suporte para as tomadas de decisão, contribuindo para a análise e proposição de soluções.

O modelo utilizado é o SOBEK, desenvolvido pelo WL | Delft Hydraulics, que tem capacidade de representar o comportamento hidráulico da propagação da onda de cheia e acumulação dos volumes associados ao escoamento superficial e gerar manchas de inundação sobre um Modelo Digital de Terreno (MDT), para diferentes cenários, considerando chuvas intensas, marés críticas e o uso do solo das bacias.

O modelo foi carregado com dados topográficos, batimétricos, cadastros de estruturas (pontes, bueiros, galerias, canais), projetos de obras existentes e em fase de licitação ou construção (irreversíveis), chuvas de projeto e marés.

Sua calibração baseou-se na simulação de três eventos críticos distintos ocorridos entre os anos de 2019 e 2020 e sua validação foi realizada utilizando o registro fluviométrico disponível, as imagens de satélite do período do evento e as informações da população local sobre as áreas atingidas.

A seguir são apresentadas informações sobre os corpos hídricos modelados, os cenários de desenvolvimento considerados e o levantamento de campo realizado.

4.1 Corpos hídricos modelados

Para a definição dos corpos hídricos que foram modelados, o primeiro passo foi traçar, sobre a imagem de satélite de 2020 do IEMA, os rios de primeira e segunda ordem, tendo como pontos de referência as fozes no oceano, obtendo-se, assim o mapeamento básico do sistema hidrográfico da RMGV e bacias contribuintes.

O mapeamento básico da rede hídrica foi apresentado e discutido com os participantes do Grupo de Sustentação e foi complementado com trechos de corpos hídricos considerados pelo grupo como de grande relevância para o PDAU.

Avaliou-se para cada município, de acordo com a disponibilidade, o Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem, o Plano de Redução de Risco, o Plano Municipal de Saneamento Básico e as cartas de suscetibilidade a inundações do CPRM, identificando-se os corpos hídricos com registro de inundações, manchas de inundação e respectivos níveis de inundação e singularidades hidráulicas (comportas, estações de bombeamento de águas pluviais, galerias). Essas informações foram fundamentais para a seleção dos corpos hídricos com maior relevância para o trabalho e fundamentais a serem inseridos no software de modelagem.

Os técnicos do Consórcio Tetra Tech - Concremat reuniram-se com representantes de cada município e demais partes interessadas do GS, no intuito de validar as informações e a escolha dos corpos hídricos para modelagem, bem como identificar os trechos destes onde ocorrem as inundações mais significativas.

Para consolidar essa decisão foi enviado um questionário às prefeituras e órgãos públicos para confirmação das informações e, finalmente, em uma reunião com a CESAN e o Grupo de Sustentação do PDAU, foi validada a rede hídrica que foi cadastrada e modelada, indicada na Figura 13.

Para a rede hídrica assim definida foram solicitados os respectivos cadastros às prefeituras, DER e DNER, contudo poucas informações foram disponibilizadas o que indica que há pouco controle do sistema de macrodrenagem na RMGV.

Ao longo do Plano, por sugestão do GS, foram incluídos na modelagem hidrológica-hidrodinâmica mais alguns corpos hídricos não citados no processo de validação da rede de macrodrenagem, como, por exemplo, o Córrego Dr. Róbson em Serra. Nesses casos, como os levantamentos cadastrais já haviam sido concluídos, os parâmetros hidráulicos foram inferidos a partir de indicações fornecidas pelas prefeituras, análises de fotografias e imagens aéreas. Nesses casos, mesmo sem levantamentos rigorosos, a modelagem do sistema existente apresentou resultados considerados satisfatórios pelo Grupo de Sustentação, uma vez que representou com razoável acurácia os fenômenos de cheias reais.

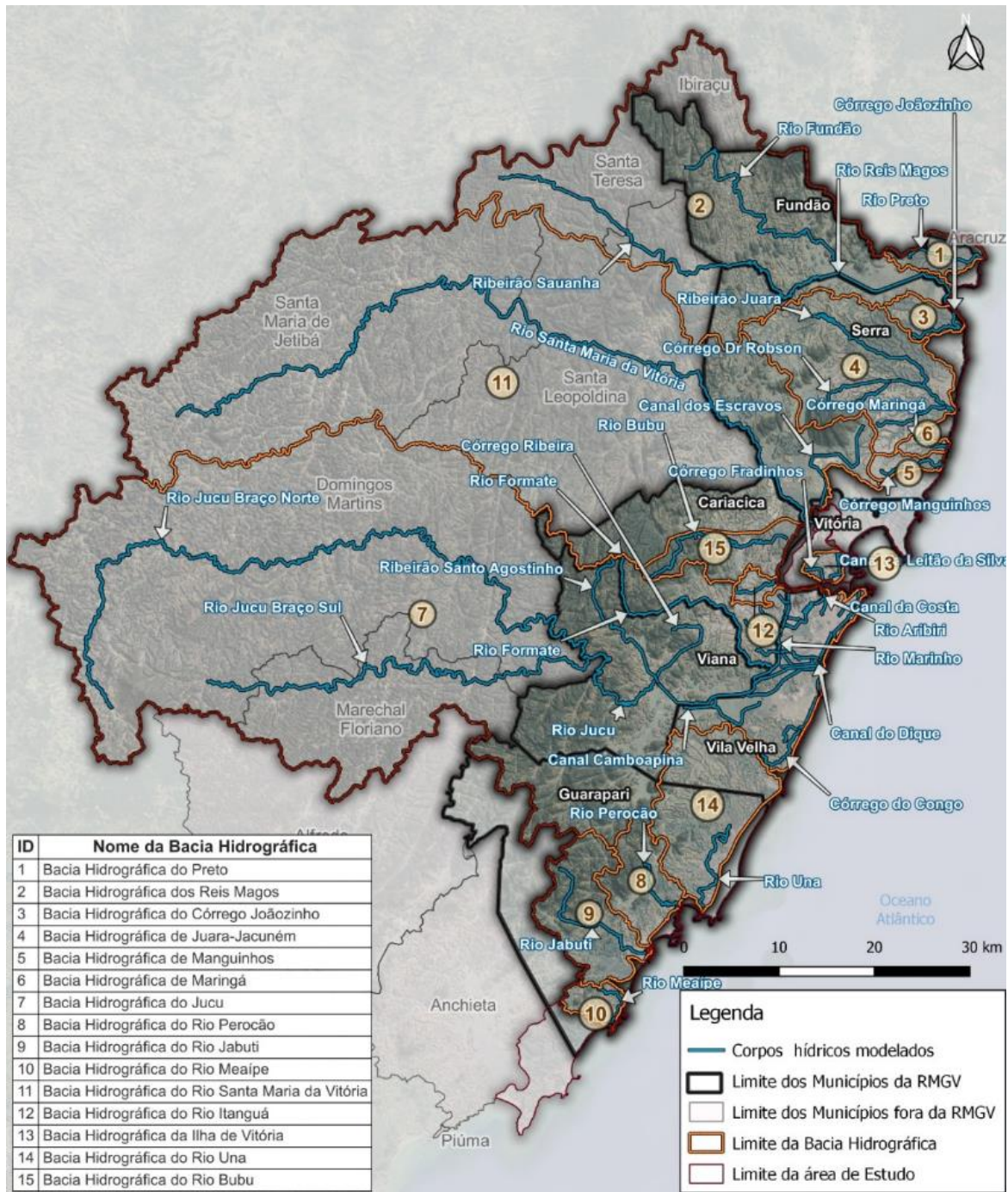


Figura 13 – Rede hídrica modelada no PDAU-RMGV.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A Tabela 11 apresenta os corpos hídricos que compõem a rede de macrodrenagem e que foram inseridos no modelo de simulação com as respectivas extensões.

Tabela 11 – Corpos hídricos cadastrados no PDAU-RMGV.

Municípios RMGV	Corpos hídricos cadastrados	Extensão (km)
Vitória	Canal Leitão da Silva	4,3
	Córrego Fradinhos	3,3
Vila Velha	Canal da Costa	6,7
	Córrego Bigossi	2
	Rio Aribiri	9,1
	Canal Aribiri	1,1
	Canal Marilândia	1,1
	Canal Cobilândia	1,8
	Canal Marinho	3
	Rio Marinho	11,9
	Canal Guaranhuns	3
	Canal do Dique	4,6
	Canal Pontal das Garças	6,1
	Córrego do Congo	8,5
	Rio da Draga	8
	Canal Araçás	1,1
	Canal Diagonal	2,3
	Canal Camboapina	23,6
	Rio Jucu	45
	Rio Jucu Braço Sul	73,3
Rio Jucu Braço Norte	138,5	
Cariacica	Rio Bubu	25,2
	Rio Itanguá	6,1
	Vala América	1,3
	Córrego Maria Preta	3,6
	Córrego Campo Grande	4,4
	Córrego Jardim de Alah	2,9
	Rio Formate	32,8
Serra	Rio Santa Maria da Vitória	126,9
	Ribeirão Sauanha	53,5
	Rio Reis Magos	15,4
	Córrego Joãozinho	8,3
	Ribeirão Juara	35,3

Municípios RMGV	Corpos hídricos cadastrados	Extensão (km)
	Córrego Doutor Robson	7,8
	Lagoa Jacuném	8,4
	Córrego Maringá	4,5
	Córrego Manguinhos	8,8
	Canal dos Escravos	16,1
Viana	Córrego Ribeira	11,2
	Ribeirão Santo Agostinho	19,8
Fundão	Rio Fundão	35,3
	Rio Preto	9,4
Guarapari	Rio Jabuti	19
	Rio Perocão	9
	Rio Una	16,1
	Rio Meaípe	7,6
TOTAL		847,0

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

4.2 Cenários de desenvolvimento

A parametrização dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico pela redução da infiltração e da retenção no solo - que levam ao aumento das vazões e do volume do escoamento superficial - foi efetuada a partir de um conjunto de descritores técnicos. O conjunto desses elementos constitui a base para a análise objetiva do desempenho atual e futuro do sistema de macrodrenagem, que permite estabelecer a relação causal entre a urbanização e os riscos de inundação.

O estudo dos cenários futuros, por sua vez, depende da evolução do uso do solo relacionada a fatores de ordem econômica, social e ambiental, além das influências provenientes dos relevos, suas feições, e dos biomas, além de outros elementos. Essas condicionantes possibilitaram a construção de cenários futuros, também chamados de cenários de desenvolvimento.

Para a definição da evolução do crescimento populacional e do uso e ocupação do solo projetado para a RMGV, foram considerados os dados secundários listados abaixo:

- Hidrografia: constituída pelos principais corpos hídricos da área de estudo e definida como sendo o sistema de macrodrenagem;
- Estudos demográficos, com dados sobre a distribuição espacial da população na RMGV;

- Projeção demográfica: projeção demográfica na RMGV para o horizonte de projeto;
- Expansão urbana: áreas livres e eixos de expansão municipais para a acomodação da população futura;
- Uso e ocupação do solo: alterações no uso e ocupação do solo com a expansão urbana projetada;
- Curve Number: parâmetro de transformação chuva-vazão do método adotado no PDAU que representa o impacto da alteração do uso e ocupação do solo nas vazões pluviais.

Com base nessas avaliações foram estudados os cenários futuros para os anos especificados no Termo de Referência do PDAU: 2025, 2032 e 2040.

4.3 Cadastros de campo

As informações secundárias sobre as características hidráulicas do sistema de macrodrenagem da RMGV¹⁶ foram complementadas por meio de cadastros de campo, realizados em duas etapas, cujos resultados são apresentados nos dois tomos do Produto P3.2.

O objetivo dos cadastros do sistema de macrodrenagem foi levantar, diretamente no campo, a geometria e as características dos corpos hídricos que, carregadas no modelo numérico de simulação, permitiram efetuar as simulações hidrodinâmicas que geraram as manchas de inundação para os diversos cenários estudados.

Os cadastros de campo foram precedidos de um trabalho de planejamento no qual foram definidas as seções transversais levantadas com ampla participação do GS, que conhecem profundamente a região e seus pontos mais críticos. As seções assim definidas estão indicadas na Tabela 12 e na Figura 13.

O Plano de trabalho dos serviços de campo, com a definição das seções a serem levantadas, antes de ser executado, foi validado pelo Grupo de Sustentação e pela fiscalização.

¹⁶ No processo de levantamento de dados foram localizados poucos cadastros ou *as built*. Em alguns casos, projetos de obras de drenagem executadas pelo DER-ES e pela SEDURB foram assumidos como cadastros; por exemplo: bueiros e galerias da ES 262 em Viana, galeria da Av. Leitão da Silva em Vitória e estações de bombeamento (EBAPs) de Vitória e Vila Velha.

Tabela 12 – Número de seções transversais cadastradas por corpo hídrico modelado no PDAU-RMGV

Municípios RMGV	Corpos hídricos modelados	Número de seções
Vitória	Canal Leitão da Silva	16
	Córrego Fradinhos	19
Vila Velha	Canal da Costa	23
	Córrego Bigossi ou Canal Capixaba	3
	Rio Aribiri	10
	Canal Aribiri	1
	Canal Marilândia	2
	Canal Cobilândia	3
	Canal Marinho	7
	Rio Marinho	16
	Canal Guaranhuns	10
	Canal do Dique	8
	Canal Pontal das Garças	1
	Córrego do Congo	2
	Rio da Draga	8
	Canal Araçás	2
	Canal Diagonal	7
	Canal Camboapina	3
Rio Jucú e Jucú Braços Norte e Sul	20	
Cariacica	Rio Bubu	5
	Rio Itanguá	6
	Vala América	7
	Córrego Maria Preta	3
	Córrego Campo Grande	2
	Córrego Jardim de Alah	3
	Rio Formate	10
Serra	Rio Santa Maria da Vitória	4
	Ribeirão Sauanha	7
	Rio Reis Magos	15
	Córrego Joãozinho	2
	Lagoa Juara e Ribeirão Juara	10
	Lagoa Jacuném	10
	Córrego Maringá	2
	Córrego Manguinhos	2
	Canal dos Escravos	2
Viana	Córrego Ribeira	10
	Rio Santo Agostinho	4
Fundão	Rio Fundão	3
	Rio Preto	3

Municípios RMGV	Corpos hídricos modelados	Número de seções
Guarapari	Rio Jabuti	8
	Rio Perocão	5
	Rio Una	5
	Rio Meaípe	7
TOTAL		296

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

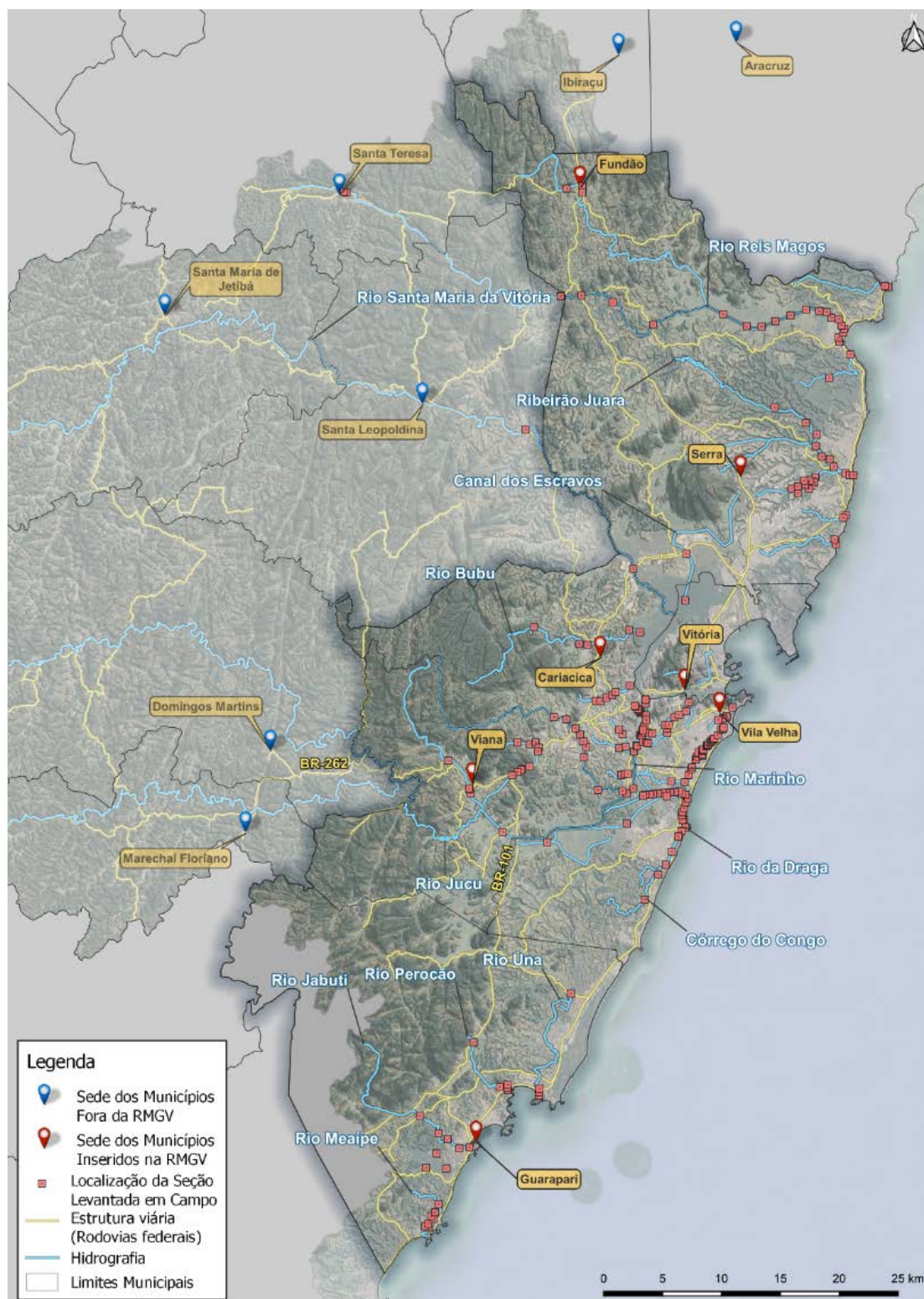


Figura 14 – Localização das seções transversais cadastradas dos corpos hídricos modelados no PDAU-RMGV.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Informações complementares podem ser encontradas no Produto 3.2 “1ª Etapa dos Levantamentos de Dados e Informações Primárias” (PDGV-RE-P03-2-001-R1).

5 Diagnóstico e prognóstico – Os riscos das cheias na RMGV

Os riscos das cheias na Região Metropolitana da Grande Vitória são resultado da complexa dinâmica natural de chuva, solo, vegetação e regime hidrológico, somadas às ações antrópicas de impermeabilização e intervenções hidráulicas com as mais diversas finalidades: canalizações, diques, barragens de elevação de nível, estações de bombeamento, comportas, entre outros.

O Produto P4.2 - Diagnóstico Físico Final, dividido em cinco tomos, apresenta um quadro geral dos estudos das condições ambientais atuais dessas bacias e os impactos produzidos sobre os corpos hídricos pelas ações antrópicas, com destaque às inundações decorrentes do extravasamento do sistema de macrodrenagem e da qualidade da água.

A modelagem numérica hidrológica e hidrodinâmica resultou nas simulações das áreas inundáveis para os anos de 2020 (diagnóstico), 2025, 2032 e 2040 (cenários futuros – prognósticos), para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, para cada um dos municípios inseridos na área de abrangência.

Esses cenários representam a situação atual e futura, considerando apenas as obras irreversíveis¹⁷ para minimizar os riscos das cheias na área de estudo. Na Tabela 13 pode ser observada a área inundável para a situação atual (2020) e para o cenário futuro (2040), considerando o TR de 25 anos.

Ressalta-se que as áreas inundáveis do cenário de 2040, nos municípios de Cariacica, Viana e Vila Velha, apresentaram uma redução em razão das obras irreversíveis que já estão sendo executadas ou que estão em processo de contratação. Isto significa que essas obras estarão concluídas antes do ano do horizonte de planejamento e demonstram que as intervenções trarão um resultado positivo para minimizar os riscos das cheias da RMGV.

As áreas inundáveis dos demais municípios, calculadas para o ano 2040, permanecem praticamente iguais às de 2020, mostrando que os impactos da evolução da urbanização, com as taxas previstas, têm pouca influência na ampliação dessas áreas, considerando a resolução da cartografia e do modelo de simulação adotados.

Na Tabela 14 também é possível notar a redução da área de inundação nas áreas urbanizadas para o ano de 2040. Em 2020, o total da relação entre área de risco e área urbanizada é de 8% e 2040 apresenta o total de 6%.

¹⁷ No PDAU foram consideradas obras irreversíveis, projetos já licitados ou obras em fase de execução.

Tabela 13 – Áreas inundáveis estimadas (km²) por municípios para os anos 2020 e 2040 (TR 25 anos) considerando as obras irreversíveis em fase de licitação ou execução

Município	Ano	
	2020	2040
	Área inundável (km ²)	Área inundável (km ²)
Cariacica	17	15
Fundão	30	30
Guarapari	19	19
Serra	74	74
Viana	21	17
Vila Velha	50	42
Vitória	8	8
TOTAL	219	205

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 14 –Área de risco de cheias para os anos 2020 e 2040 (TR 25 anos)

Município	Área total (km ²)	Ano					
		2020			2040		
		Área urbanizada (km ²)	Área de risco de cheias (TR 25 anos) (km ²)	Relação entre área de risco e área urbanizada (%)	Área urbanizada (km ²)	Área de risco de cheias (TR 25 anos) (km ²)	Relação entre área de risco e área urbanizada (%)
Cariacica	276	40	3,0	8%	52	3,2	6%
Fundão	290	4	0,2	6%	8	0,4	5%
Guarapari	456	21	1,1	5%	30	1,5	5%
Serra	545	66	2,9	4%	95	6,2	7%
Viana	313	9	0,6	7%	14	0,0	0%
Vila Velha	210	42	9,7	23%	50	5,7	11%
Vitória	74	35	2,3	7%	36	2,3	7%
TOTAL	2164	237	20,0	8%	324,09	19,46	6%

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

A Tabela 15, a seguir, apresenta a relação entre a população em áreas de risco e a população total do município, para o ano de 2020 e para o ano de 2040. O resultado aponta que a relação permanece praticamente a mesma para 2020 e 2040.

Tabela 15 – População em área de risco de cheia para 2020 e 2040 (TR 25 anos)

Município	Ano					
	2020			2040		
	População urbana (hab.)	População em área de risco de cheias (TR 25 anos)	Relação entre população em área de risco e população urbana (%)	População urbana (hab.)	População em área de risco de cheias (TR 25 anos)	Relação entre população em área de risco e população urbana (%)
Cariacica	385.849	22.848	6%	418.323	22.923	5%
Fundão	21.140	2.215	10%	26.372	2.791	11%
Guarapari	124.484	4.014	3%	147.458	4.743	3%
Serra	508.537	68.283	13%	622.088	84.091	14%
Viana	77.245	5.299	7%	92.735	4.996	5%
Vila Velha	490.990	117.016	24%	578.397	115.832	20%
Vitória	365.908	29.116	8%	410.838	32.770	8%
TOTAL	1.974.153	248.791	71%	2.296.211	268.146	66%

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

Os desafios da gestão das águas urbanas e, em particular, do controle dos riscos de inundações envolvem, não apenas a execução de obras, manutenção e operação do sistema de DMAPU, mas também um conjunto de estudos e estimativas que precedem as etapas de tomada de decisão que definirão essas ações. Sendo assim, essa etapa precedente é fundamental para o planejamento e a concepção de um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas eficaz que seja viável com base na sua sustentabilidade econômica e no seu sistema de gestão.

Sendo assim, o Produto P4.2 - Diagnóstico Físico Final – Tomo IV: Levantamento dos Prejuízos e Ônus Causados pelas Cheias à População e à Administração Pública (PDGV-RE-P04-2-004-R1), descreve os procedimentos para valoração monetária dos prejuízos decorrentes dos eventos de cheia por meio da aplicação do método de custos evitados específicos para cada esfera de prejuízos:

- Danos às edificações e seu conteúdo;
- Danos aos veículos;
- Danos à infraestrutura pública básica;
- Custos associados à realocação temporária da população afetada;
- Custos associados aos serviços de saúde e de emergência.

Ressalta-se que cada cenário¹⁸ de análise considera a ocorrência de um único evento de cheia simulado. Sendo cada cenário produto de fatores como modelagem hidráulica, projeções demográficas, projeções de uso e ocupação do solo etc. Os prejuízos estimados foram calculados para 20 cenários a partir da combinação de dois fatores, tempo de recorrência (TR 5, 10, 25, 50 e 100 anos) e anos de interesse (2020, 2025, 2032 e 2040).

A compilação de todas as esferas de prejuízos (danos às edificações e seu conteúdo, danos aos veículos, danos à infraestrutura pública básica, custos associados à realocação temporária da população afetada e custos associados aos serviços de saúde e de emergência) analisadas para cada um dos cenários está apresentada na Tabela 16; os resultados específicos para cada esfera estão descritos no Produto 4.2 – Tomo IV: Levantamento dos Prejuízos e Ônus Causados pelas Cheias à População e à Administração Pública (PDGV-RE-P04-2-004-R1).

¹⁸ Cada cenário corresponde a combinação de dois fatores: tempo de recorrência (TR 5, 10, 25, 50 e 100 anos) e anos de interesse (2020, 2025, 2032 e 2040).

Tabela 16 - Valoração total de todas as esferas analisadas, por cenário (R\$ milhões).

Cenário	TR	Ano	Danos às edificações e conteúdo	Danos aos veículos	Danos à infraestrutura pública básica	Custos associados à realocação temporária da população afetada	Custos associados aos serviços de saúde e de emergência	TOTAL
C1	5	2020	1.188	92	384	19	15	1.699
C2		2025	1.257	102	408	20	16	1.802
C3		2032	1.327	110	431	21	17	1.907
C4		2040	1.408	122	459	23	18	2.030
C5	10	2020	1.468	141	483	24	19	2.135
C6		2025	1.498	147	493	25	20	2.183
C7		2032	1.568	157	518	26	21	2.289
C8		2040	1.666	173	552	27	22	2.441
C9	25	2020	1.615	286	570	27	21	2.520
C10		2025	1.669	240	573	28	22	2.532
C11		2032	1.773	261	610	29	23	2.697
C12		2040	1.884	284	650	31	25	2.874
C13	50	2020	1.913	456	711	32	25	3.136
C14		2025	1.983	310	688	33	26	3.041
C15		2032	2.094	337	730	35	28	3.224
C16		2040	2.221	368	777	37	30	3.432
C17	100	2020	2.066	669	821	34	27	3.616
C18		2025	2.165	706	861	36	28	3.797
C19		2032	2.288	762	915	37	30	4.032
C20		2040	2.430	821	975	40	32	4.297

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

A Figura 15 mostra a representatividade de cada esfera em relação ao valor total de cada cenário de análise.

Composição dos valores por cenários (R\$ Milhões)

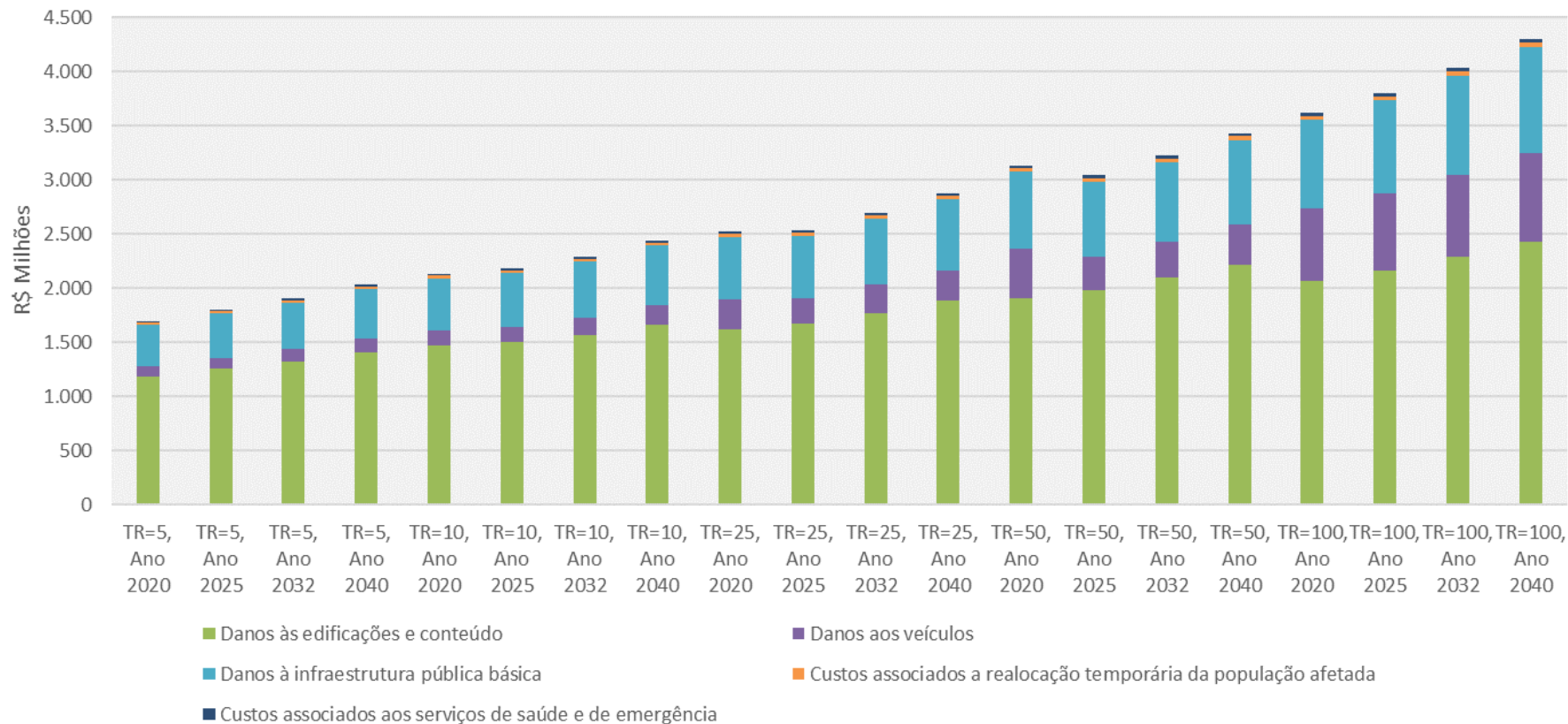


Figura 15 – Valor dos prejuízos de cada esfera na valoração total de cada cenário.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

O Produto 4.2 – Tomo IV, apresenta, também, uma compilação total dos prejuízos estimados por habitante da RMGV para os 20 cenários, conforme mostra a Tabela 17.

Tabela 17 – Prejuízo por habitante, por cenário

Cenário	TR	Ano	Prejuízo total (R\$)	População RMGV	Prejuízo por habitante (R\$/hab.)
C1	5	2020	1.698.740.680	1.973.153	861
C2		2025	1.802.183.278	2.066.338	872
C3		2032	1.907.101.168	2.172.497	878
C4		2040	2.030.121.513	2.296.211	884
C5	10	2020	2.134.616.927	1.973.153	1.082
C6		2025	2.182.501.574	2.066.338	1.056
C7		2032	2.288.987.612	2.172.497	1.054
C8		2040	2.440.966.459	2.296.211	1.063
C9	25	2020	2.519.549.350	1.973.153	1.277
C10		2025	2.531.947.295	2.066.338	1.225
C11		2032	2.696.754.300	2.172.497	1.241
C12		2040	2.874.142.116	2.296.211	1.252
C13	50	2020	3.135.584.380	1.973.153	1.589
C14		2025	3.040.552.683	2.066.338	1.471
C15		2032	3.224.466.242	2.172.497	1.484
C16		2040	3.431.741.795	2.296.211	1.495
C17	100	2020	3.616.465.627	1.973.153	1.833
C18		2025	3.796.617.566	2.066.338	1.837
C19		2032	4.031.971.229	2.172.497	1.856
C20		2040	4.297.153.529	2.296.211	1.871

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

A Figura 16, a seguir, apresenta os valores do prejuízo por habitante de cada cenário de análise.

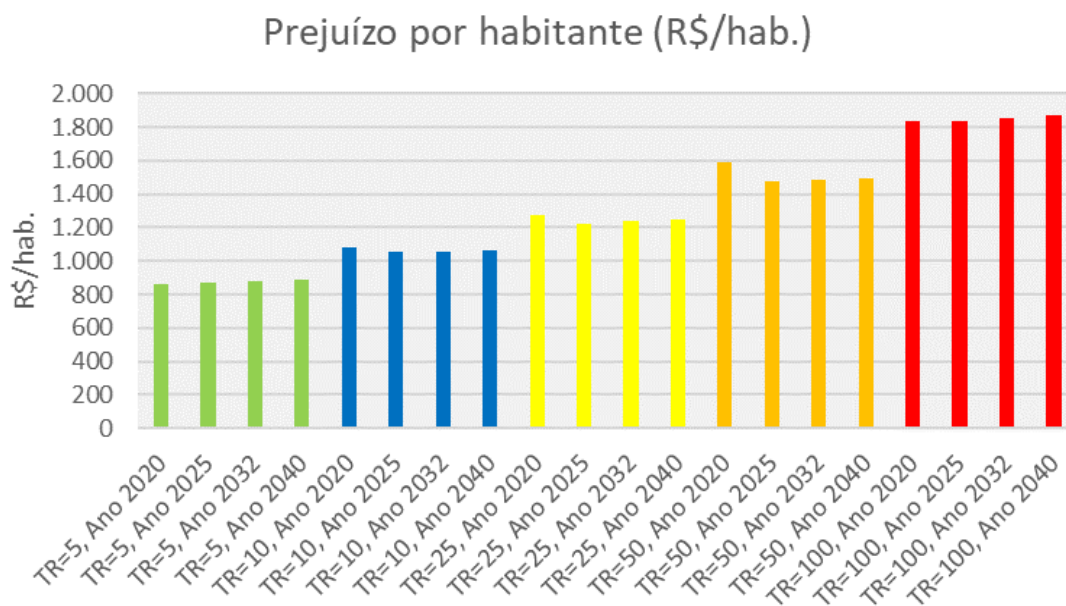


Figura 16 – Valor do prejuízo por habitante, por cenário.

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

Nos resultados apresentados, é possível observar que quanto maior o TR, maior a mancha de inundação gerada no processo de modelagem e, portanto, maior o valor dos prejuízos estimados. Essa tendência é constatada em relação ao horizonte de planejamento, a cada ano os prejuízos estimados são maiores indicando que o crescimento da população tem efeito direto nos valores estimados.

6 Proposições

6.1 Processo de formulação das proposições

O PDAU-RMGV no processo de formulação das proposições desenvolveu três etapas de discussão:

- Discussões técnicas entre os especialistas do consórcio;
- Discussões técnicas com o Grupo de Sustentação¹⁹;
- Eventos de participação pública (seminários, audiências, entre outros).

Para uma melhor compreensão da metodologia adotada para a elaboração das proposições do PDAU apresenta-se, a seguir, na Figura 17, o fluxograma metodológico.

¹⁹ Grupo de Sustentação (GS): grupo instituído pelo Termo de Referência do PDAU, constituído pela fiscalização e membros da equipe técnica da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), membros da equipe técnica do Consórcio Tetra Tech-Concremat, representantes administração pública estadual e municipal, instituições de ensino e órgãos como Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT), Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo (DER-ES), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), dentre outros.

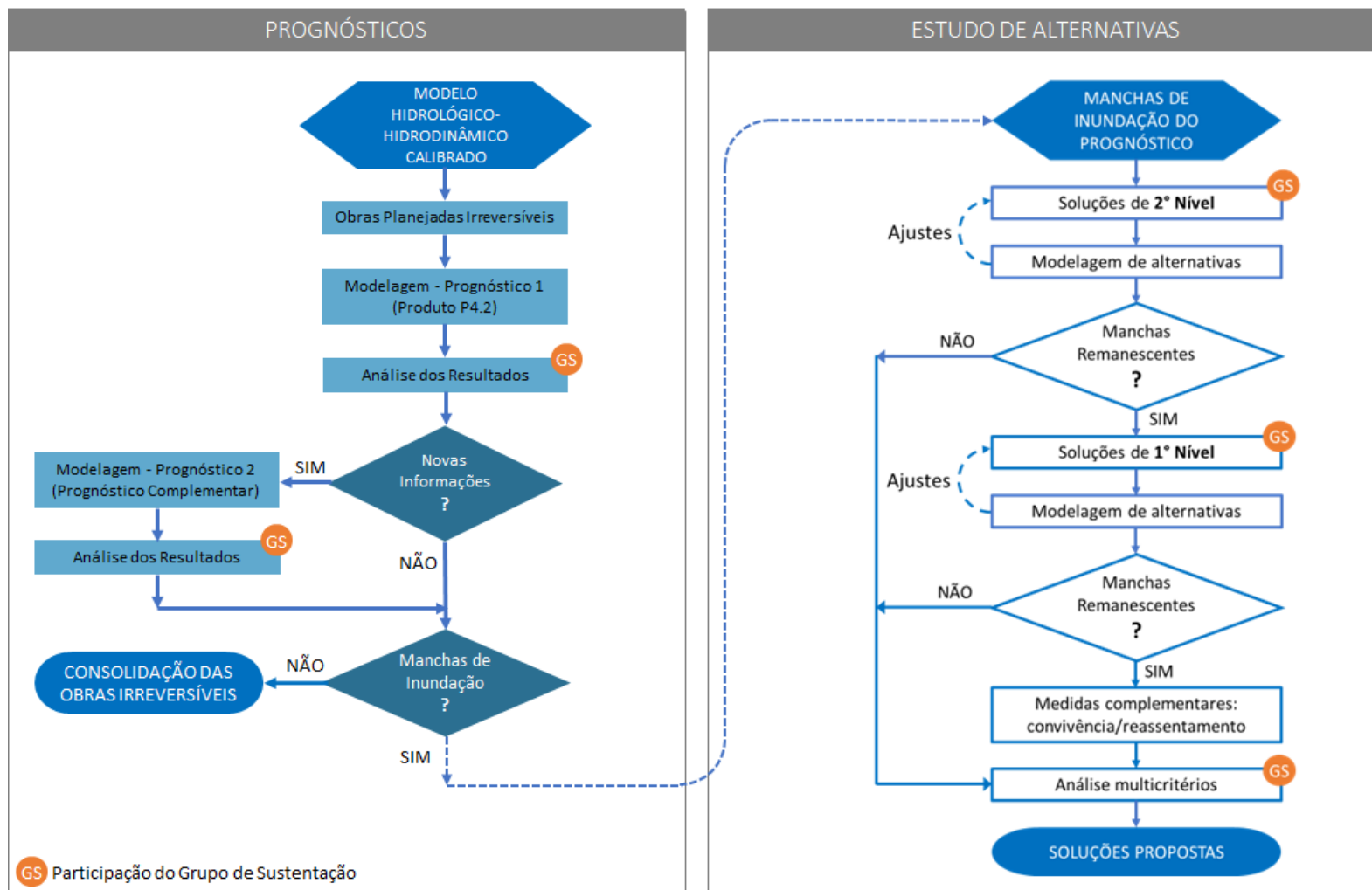


Figura 17 - Fluxograma metodológico da elaboração das proposições do PDAU.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Como pode ser observado na figura anterior as soluções foram desenvolvidas a partir do modelo hidrológico hidrodinâmico calibrado que resultou no Prognóstico 1 - apresentado no Tomo I – Estudos Hidrológicos e Modelagem Hidráulica - do Produto P4.2 (PDGV-RE-P04-2-001-R1).

O Prognóstico 1 foi simulado considerando os corpos hídricos selecionados que compõem o sistema de macrodrenagem caracterizado pelas seções batimétricas levantadas em campo, estudo e projetos irreversíveis e os poucos cadastros de estruturas de macrodrenagem que foram disponibilizados pela SEDURB, DNIT e secretarias de obras das prefeituras municipais. Para as análises prognósticas, foi definido com o Grupo de Sustentação (GS) a simulação das manchas de inundação para o tempo de recorrência de 25 anos de chuva e maré críticas, considerando o cenário de ocupação urbana projetado para o ano de 2040.

Com o trabalho já avançado foram disponibilizadas novas informações de obras irreversíveis pela SEDURB que, por estarem diretamente ligadas ao PDAU, foram inseridas no modelo. Novas modelagens foram efetuadas considerando essas novas informações, o que gerou, para algumas bacias hidrográficas, resultados complementares que foram consolidados no Prognóstico 2.

Com os resultados obtidos foi realizada uma nova análise e verificada a necessidade de soluções complementares.

Após cada resultado da modelagem foram estudadas e propostas soluções de segundo nível que, após novas simulações, foram apresentadas e discutidas nas reuniões semanais com o GS.

Cada etapa de carregamento do modelo com dados do sistema de macrodrenagem (seja dos cadastros, seja das obras irreversíveis) gerou resultados que foram analisados em conjunto com o GS e a fiscalização. Nas áreas onde verificou-se a ocorrência de manchas de inundação remanescentes, após a implantação de soluções de segundo nível, foram propostas soluções de primeiro nível, que novamente passaram pelo processo de modelagem. No caso de persistência de manchas de inundação após a simulação de soluções de primeiro e segundo níveis, foram indicadas medidas complementares para as áreas afetadas, como remoção e reassentamento e soluções adaptativas. Após todo esse processo as proposições passaram pela análise multicritério com a finalidade de apontar a melhor alternativa para cada área.

Para as medidas de controle complementares, o PDAU estabeleceu o seguinte rol de intervenções, com seus respectivos códigos:

- Situação Tipo 1 – Remoção e reassentamento
 - 1A – Desapropriação / indenização + parque alagável;
 - 1B – Remoção e reassentamento + parque alagável;
- Situação Tipo 2 – Soluções adaptativas
 - 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada;
 - 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária;
- Situação Tipo 3 – Soluções urbanas: adaptação, zoneamento e gestão de riscos

- o 3 – Zoneamento urbano.

Adotou-se o critério de altura média da lâmina d'água de um (1) metro para definir os locais que receberão as soluções do tipo 1 ou do tipo 2. Isso deriva do estudo de viabilidade realizado nesse produto, que analisou dois aspectos: quantidade de domicílios afetados e investimento necessário. Nota-se que esse critério pode ser alterado pelos gestores do PDAU no momento da implantação das medidas de controle complementares, o que implica atualizar os polígonos delimitados neste plano.

O relatório P6.2 - Tomo I – Propostas de Medidas Estruturais e Não Estruturais (PDGV-RE-P06-1-001-R3) apresenta maiores detalhes do processo de definição das proposições descritas neste item.

6.2 Análise multicritério

O processo de análise multicritério tem o objetivo de escolher a alternativa (ou conjunto de alternativas) mais adequada para cada bacia hidrográfica. Trata-se de um processo participativo avaliado pelos órgãos de financiamento de obras públicas entre os quais o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), atual Ministério das Cidades, e o Banco Mundial. Tem por princípio compartilhar a responsabilidade da definição das soluções com as partes interessadas (*stakeholders*) que acompanham o desenvolvimento do PDAU, representadas no Grupo de Sustentação (GS).

A análise multicritério aplicada na seleção das alternativas, assumidas como as proposições do PDAU, contemplou as seguintes etapas:

Etapa 1 - Definição das alternativas;

Etapa 2 - Definição dos critérios, subcritérios e escalas de pontuação;

Etapa 3 - Atribuição dos pesos dos critérios e subcritérios;

Etapa 4 - Pontuação dos parâmetros de cada subcritério para cada alternativa;

Etapa 5 - Apuração do resultado da análise multicritério com definição da solução selecionada para cada bacia.

Na etapa 1 foram definidas as alternativas para cada bacia hidrográfica, conforme a metodologia do fluxograma da Figura 17. Na etapa 2 foram definidos os aspectos relevantes para auxiliar na tomada de decisão sobre as alternativas. Para tanto, junto com o GS foram estabelecidos critérios e subcritérios, conforme a Tabela 18.

Tabela 18 – Critérios e 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. Técnico-econômico	4.1. Custo de implantação (CAPEX).
	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.

Na etapa 3, o GS foi convidado a preencher os pesos para os critérios e subcritérios conforme suas experiências e leituras técnicas. As respostas dos membros foram sistematizadas, sendo adotada a média dos pontos apontados por representantes de cada instituição participante no GS, o que resultou na pontuação apresentada na Tabela 19 a seguir. De modo a preservar a uniformidade da análise e da metodologia, os pesos finais resultantes dessa consulta foram adotados para as análises multicritérios de todas as bacias, não havendo distinção de pesos para bacias diferentes.

Tabela 19 - 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	

Critério	Subcritério	Peso subcritério	Peso critério
3. Ambientais	3.1. Magnitude dos impactos ambientais negativos.	0,5	4
	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.

Na etapa 4 foram atribuídas pontuações para cada subcritério de cada alternativa. Nesse processo foram distinguidos os subcritérios subjetivos dos objetivos. Os subcritérios subjetivos são 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. Os demais foram definidos como subcritérios objetivos.

Os membros do Grupo e Sustentação pontuaram os critérios subjetivos preenchendo o formulário especificamente elaborado para esta etapa. Já, os pontos dos critérios objetivos foram calculados com os dados obtidos da modelagem numérica das manchas de inundação, estimativas de custos e outros dados.

Na quinta e última etapa foram apurados os resultados da análise multicritério e as alternativas mais pontuadas foram selecionadas e incorporadas ao Plano de Ação do PDAU.

O detalhamento da análise multicritério pode ser verificado no Capítulo 4 do Tomo I do Produto 6.2 – Propostas de Medidas Estruturais e Não Estruturais (PDGV-RE-P06-2-001-R3).

6.3 Proposições para as bacias

Este subitem busca apresentar as soluções selecionadas pela análise multicritério para as 15 bacias hidrográficas e os 44 corpos hídricos que compõem a rede de macrodrenagem da RMGV, conforme apresentado na Figura 18 e na Tabela 20, a seguir.

Cabe apenas destacar, que a toponímia utilizada para os corpos hídricos e respectivas bacias foi a da base hidrográfica do IEMA (2015) que, para todos os efeitos, é a oficial do Estado do Espírito Santo. E, vale lembrar que, em caso de dúvidas, o capítulo 2 deste relatório apresenta conceitos gerais e os termos mais utilizados nos estudos do PDAU.

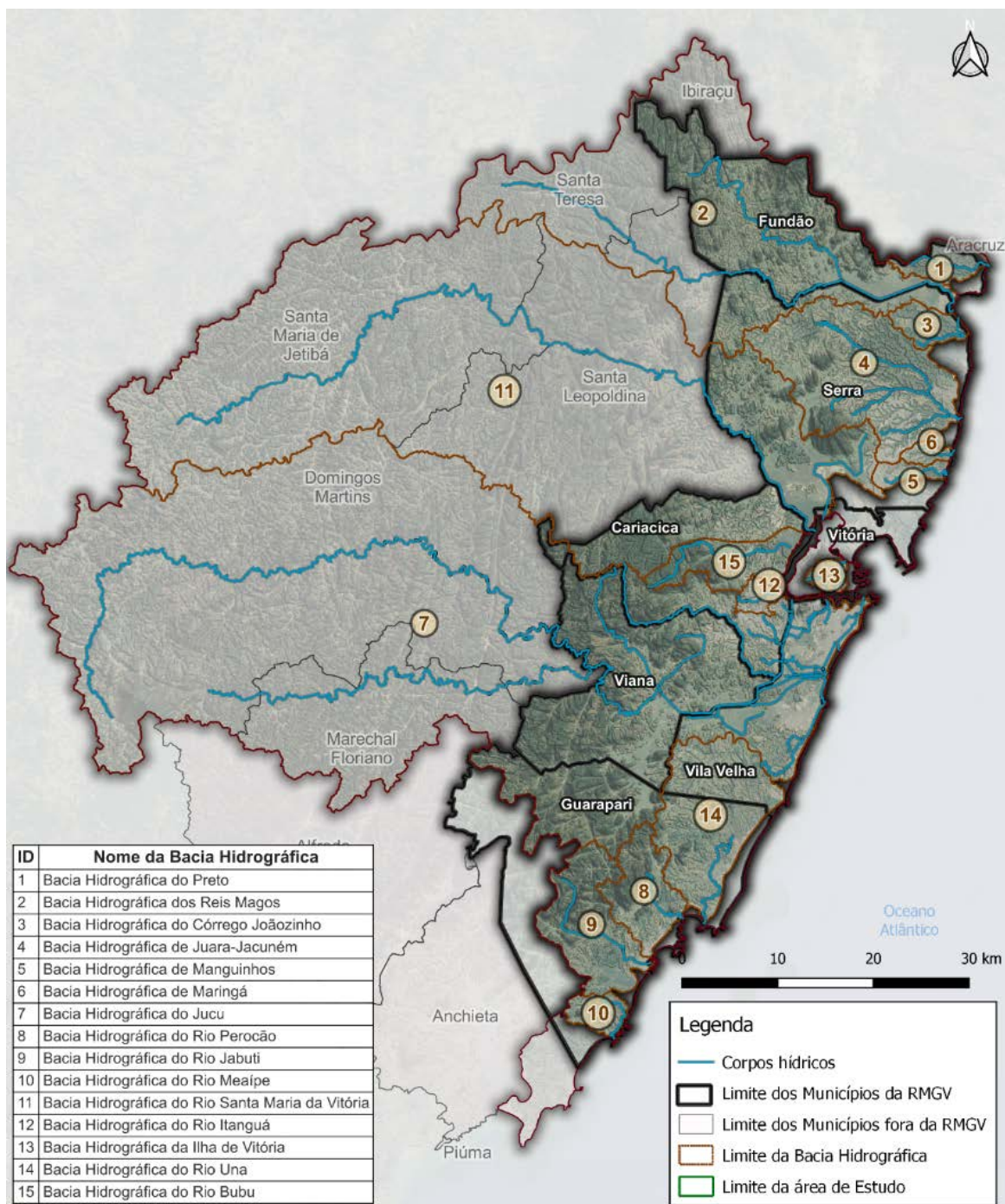


Figura 18 – Grupo de bacias hidrográficas.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Na Tabela 20, são apresentadas as 15 bacias hidrográficas dos 44 corpos hídricos estudados.

Tabela 20 – Grupo de bacias hidrográficas

ID	Bacia hidrográfica		Corpo hídrico		Municípios contidos na bacia
	Nome	Área (km ²)	Nome	Extensão (km)	
1	Rio Preto	28	Rio Preto	9,4	Aracruz*, Fundão
2	Reis Magos	667	Rio Reis Magos	15,4	Fundão, Ibirapu, Santa Leopoldina, Santa Teresa e Serra.
			Ribeirão Sauanha (Timbuí)	53,5	
			Rio Fundão	35,3	
3	Córrego Joãozinho	25	Córrego Joãozinho	8,3	Serra
4	Juara-Jacuném	221	Ribeirão Juara	35,3	Serra
			Lagoa Jacuném	8,4	
			Córrego Doutor Robson	7,8	
5	Manguinhos	15	Córrego Manguinhos	8,8	Serra
6	Maringá	9	Córrego Maringá	4,5	
7	Jucú-Marinho	2.166	Córrego Campo Grande	4,4	Cariacica, Domingos Martins, Guarapari, Marechal Floriano, Viana e Vila Velha.
			Rio Jucú	45,0	
			Rio Jucú Braço Sul	73,3	
			Rio Jucú Braço Norte	138,5	
			Rio Marinho	11,9	
			Canal Marinho	3,0	
			Vala América	1,3	
			Córrego Maria Preta	3,6	
			Córrego Jardim de Alah	2,9	
			Rio Formate	32,8	
			Rio Aribiri	9,1	
			Canal Aribiri	1,1	
			Canal Cobilândia	1,8	
			Canal Marilândia	1,1	
			Canal da Costa	6,7	
Córrego Bigossi	2,0				
Canal Guaranhuns	3,0				

ID	Bacia hidrográfica		Corpo hídrico		Municípios contidos na bacia
	Nome	Área (km ²)	Nome	Extensão (km)	
			Canal do Dique	4,6	
			Canal Diagonal	2,3	
			Canal Araçás	1,1	
			Canal Pontal das Garças	6,1	
			Rio da Draga	8,0	
			Córrego do Congo	8,5	
			Canal Camboapina	23,6	
			Córrego Ribeira	11,2	
			Ribeirão Santo Agostinho	19,8	
8	Rio Perocão	66	Rio Perocão	9,0	Guarapari.
9	Rio Jabuti	104	Rio Jabuti	19,0	Guarapari.
10	Rio Meaípe	21	Rio Meaípe	7,6	Guarapari.
11	Rio Santa Maria da Vitória	1.632	Rio Santa Maria da Vitória	126,9	Cariacica Serra, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá e Santa Teresa.
			Canal dos Escravos	16,1	
12	Rio Itanguá	13	Rio Itanguá	6,1	Cariacica.
13	Ilha de Vitória	11	Canal Leitão da Silva (Bacia Bento Ferreira)	4,3	Vitória
			Córrego Fradinhos	3,3	
14	Rio Una	157	Rio Una	16,1	Guarapari, Vila Velha
15	Rio Bubu	63	Rio Bubu	25,2	Cariacica
Total		5.198	-	847,0	-

*Municípios fora da RMGV.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

6.3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Preto

Na análise do prognóstico verificou-se que parte da população do bairro Balneário Costa Azul é impactada pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação prognóstica é de 273 hectares e atinge aproximadamente 77 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e de controle visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 19, a seguir, apresenta a mancha de inundação do prognóstico para a Bacia Hidrográfica do Rio Preto.

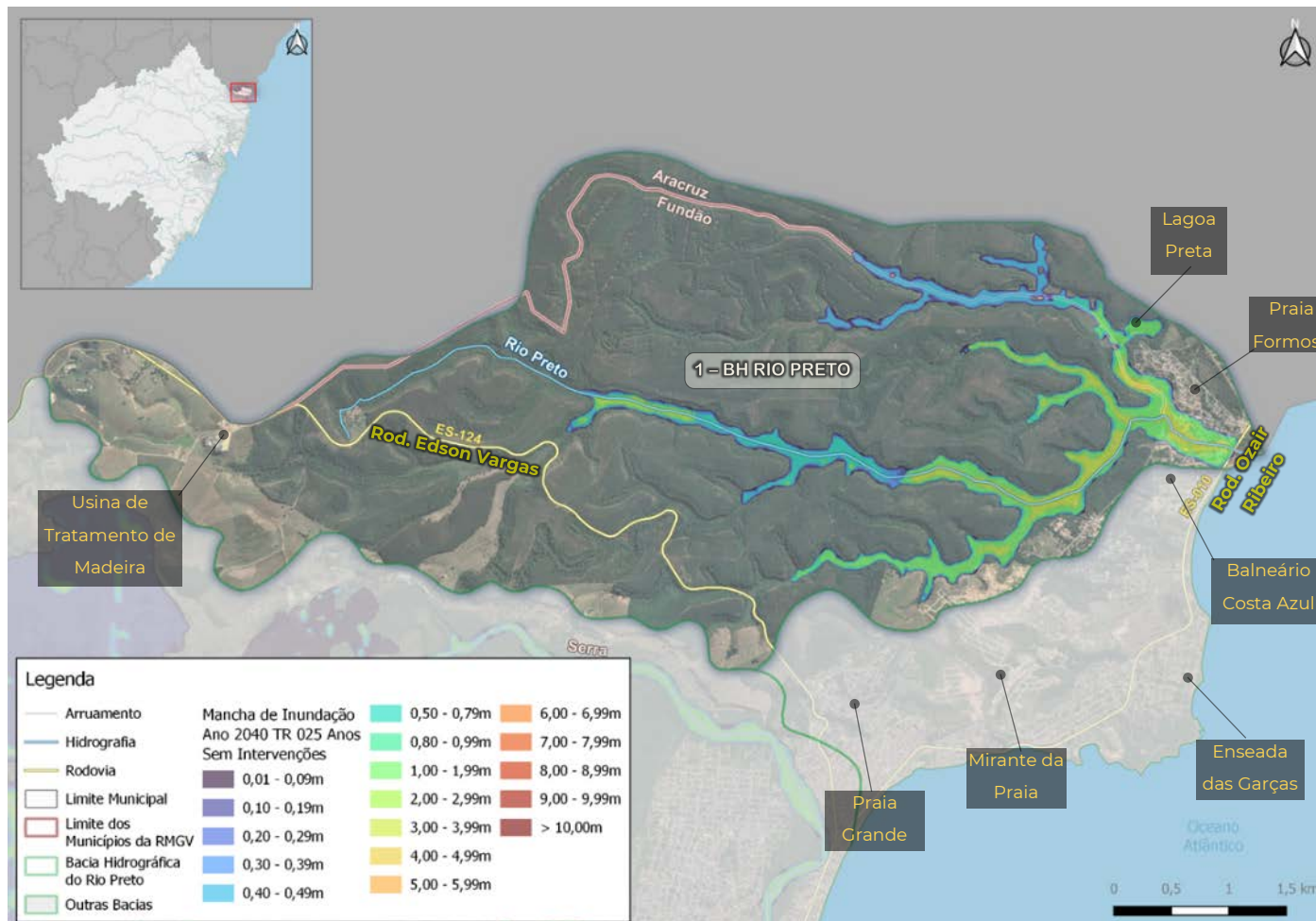


Figura 19 – Mancha de inundação prognóstica de tempo de recorrência 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Preto.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 21 – é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Preto.

Tabela 21 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia do Rio Preto

Código da Intervenção	Proposições	Dimensões
PRE-001-A	Aumento da condutividade hidráulica sob a ES-010*.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 20; • Extensão = 15 m; • Seção trapezoidal: base = 6,0 m; altura = 2,0 m, largura superior = 10 m; • Material de revestimento: natural; • Rugosidade especificada (Manning): 0,035.
PRE-001-B	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-010.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 20; • Tipo: reservatório de detenção; • Posição: em linha; • Volume útil: 76.000,00 m³; • Área útil: 64.221,00 m²; • Profundidade média do nível de água: 1,18 m; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Revestimento do fundo: sem revestimento; • Revestimento das paredes: sem revestimento.
PRE-001-C	Medidas de controle nas manchas remanescentes**.	<p>Localização: ver Figura 23 e Figura 24;</p> <p>Polígono 1 – 2B Soluções adaptativas (0,2 hectare);</p> <p>Polígono 2 – 1B Remoção e reassentamento (5 domicílios) + parque alagável (1,2 hectare);</p> <p>Polígono 3 - 1B Remoção e reassentamento (5 domicílios) + parque alagável (0,1 hectare);</p> <p>Polígono 4 - 1B Parque alagável (0,2 hectare);</p> <p>Polígono 5 – 2B Soluções adaptativas (0,4 hectare);</p> <p>Polígono 6 - 1B Remoção e reassentamento (5 domicílios) + parque alagável (0,9 hectare);</p> <p>Polígono 7 – 2B Soluções adaptativas (0,9 hectare);</p> <p>Polígono 8 - 1B Remoção e reassentamento (5 domicílios) + parque alagável (0,6 hectare);</p> <p>Polígono 9 - 2B Soluções adaptativas (0,2 hectare);</p> <p>Polígono 10 – 2B Soluções adaptativas (0,2 hectare);</p> <p>Polígono 11 – 3 Zoneamento.</p>

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente.

** Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU-RMGV, 2022

Na sequência são apresentadas as figuras com os mapas de localização das medidas

de controle propostas e as manchas de inundação correspondentes aos cenários simulados.

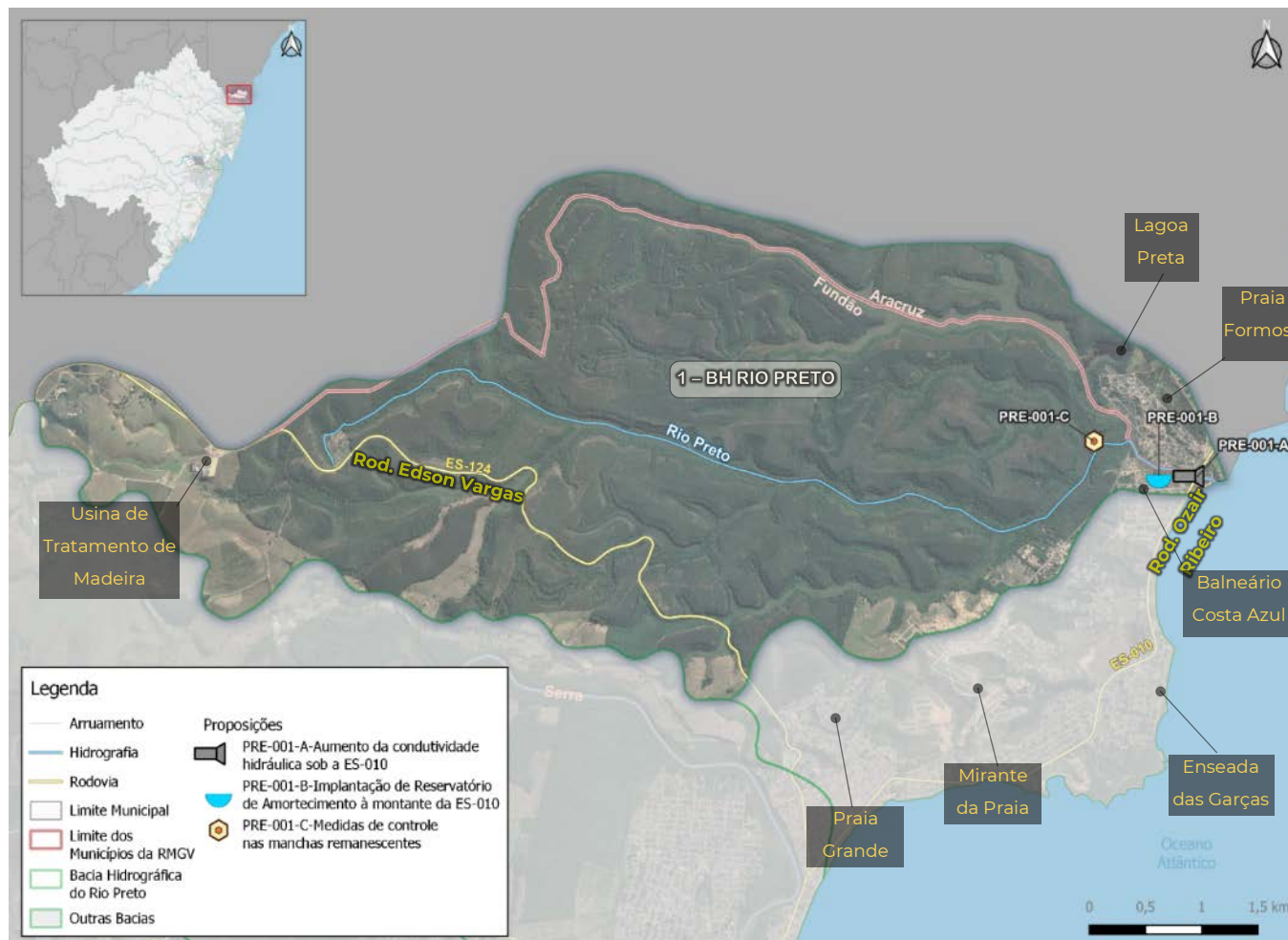


Figura 20 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Preto.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022

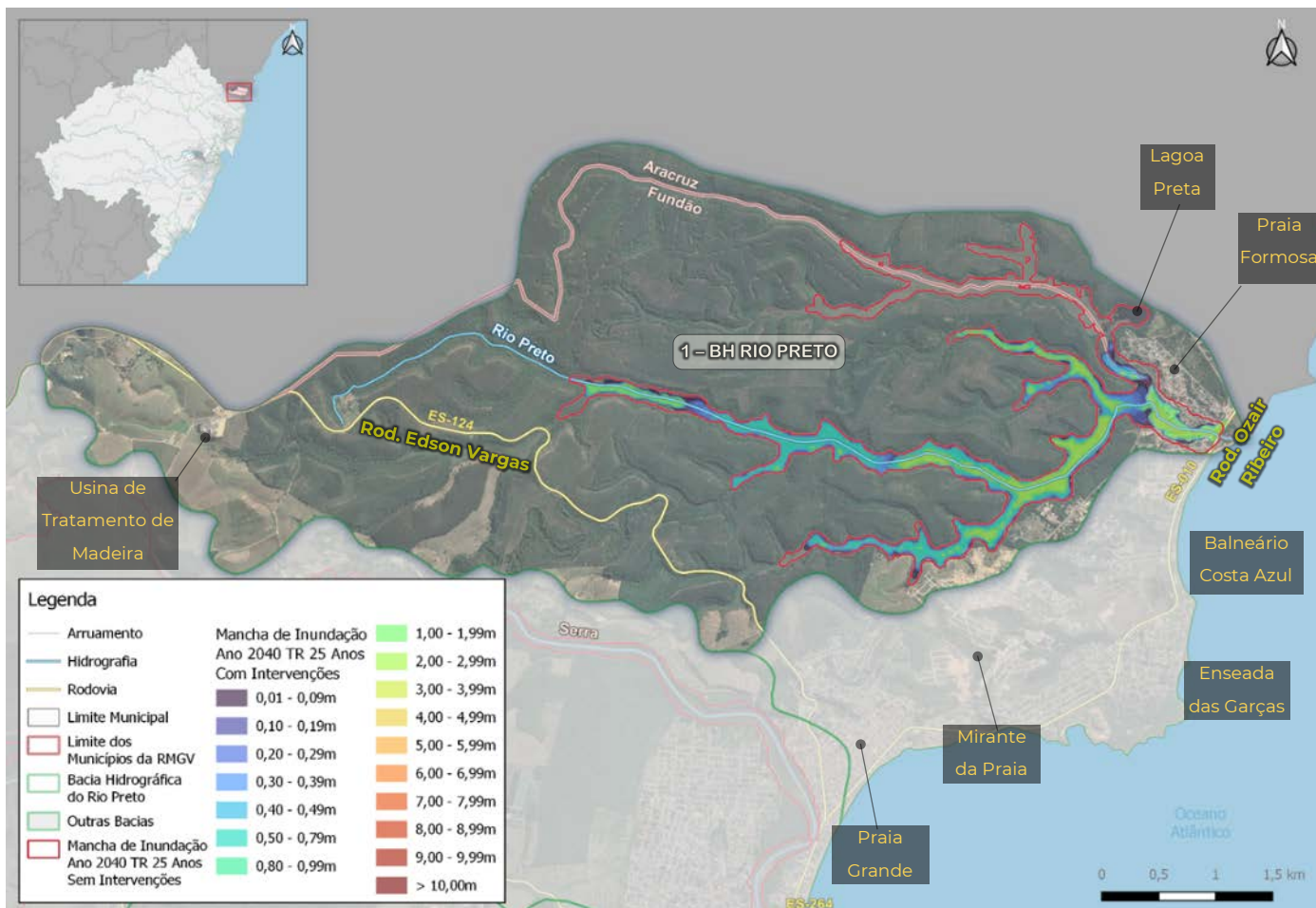


Figura 21 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções na Bacia Hidrográfica do Rio Preto.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 21, comparando as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Rio Preto, é possível observar que houve uma redução significativa da área da mancha na região ao norte da bacia, no bairro Costa Azul.

Contudo, regiões mais próximas às margens do Rio Preto, ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 182 hectares de área de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação das medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 22 e Figura 23.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não exista mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos.

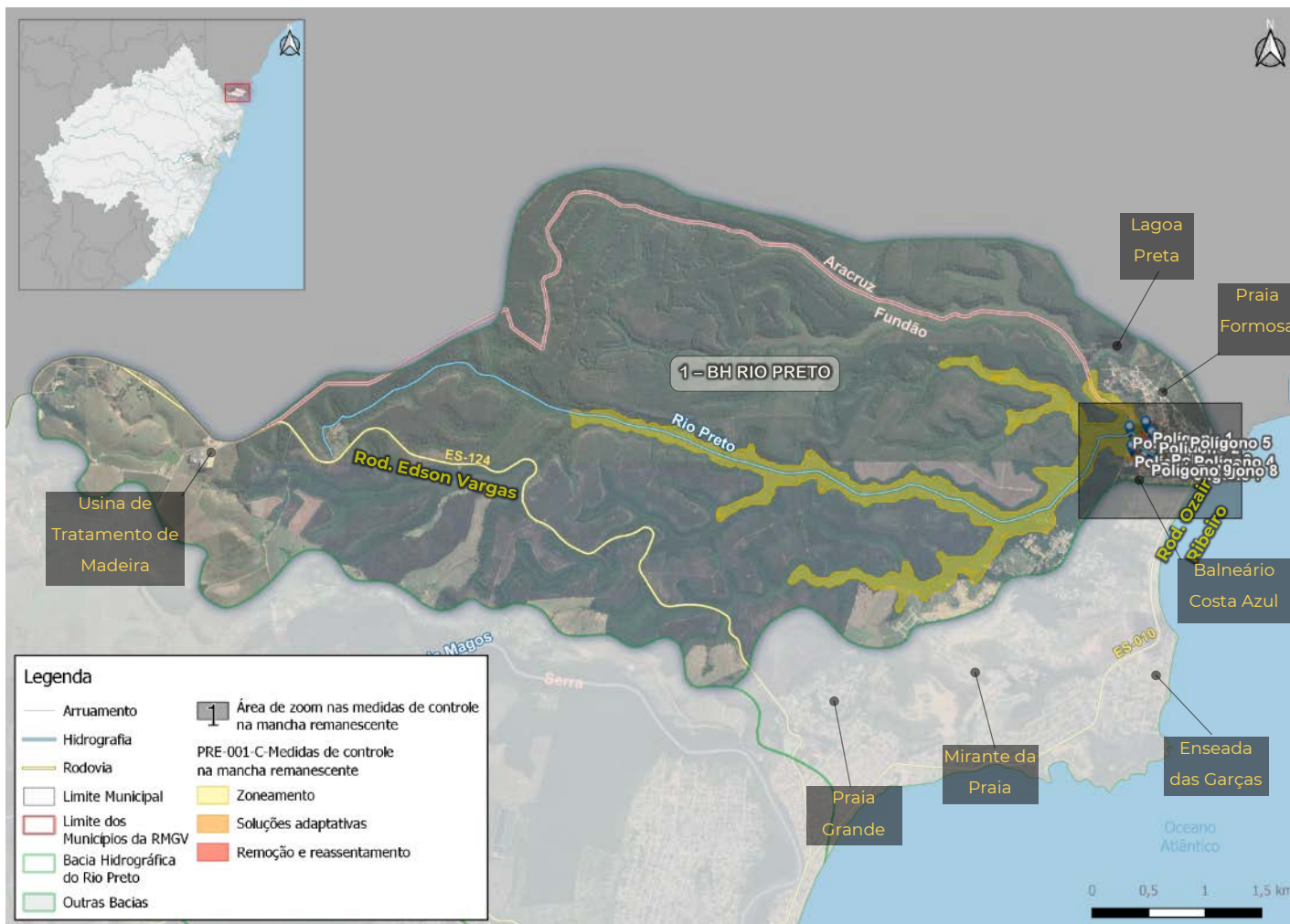


Figura 22 – Detalhe da intervenção PRE-001-C.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

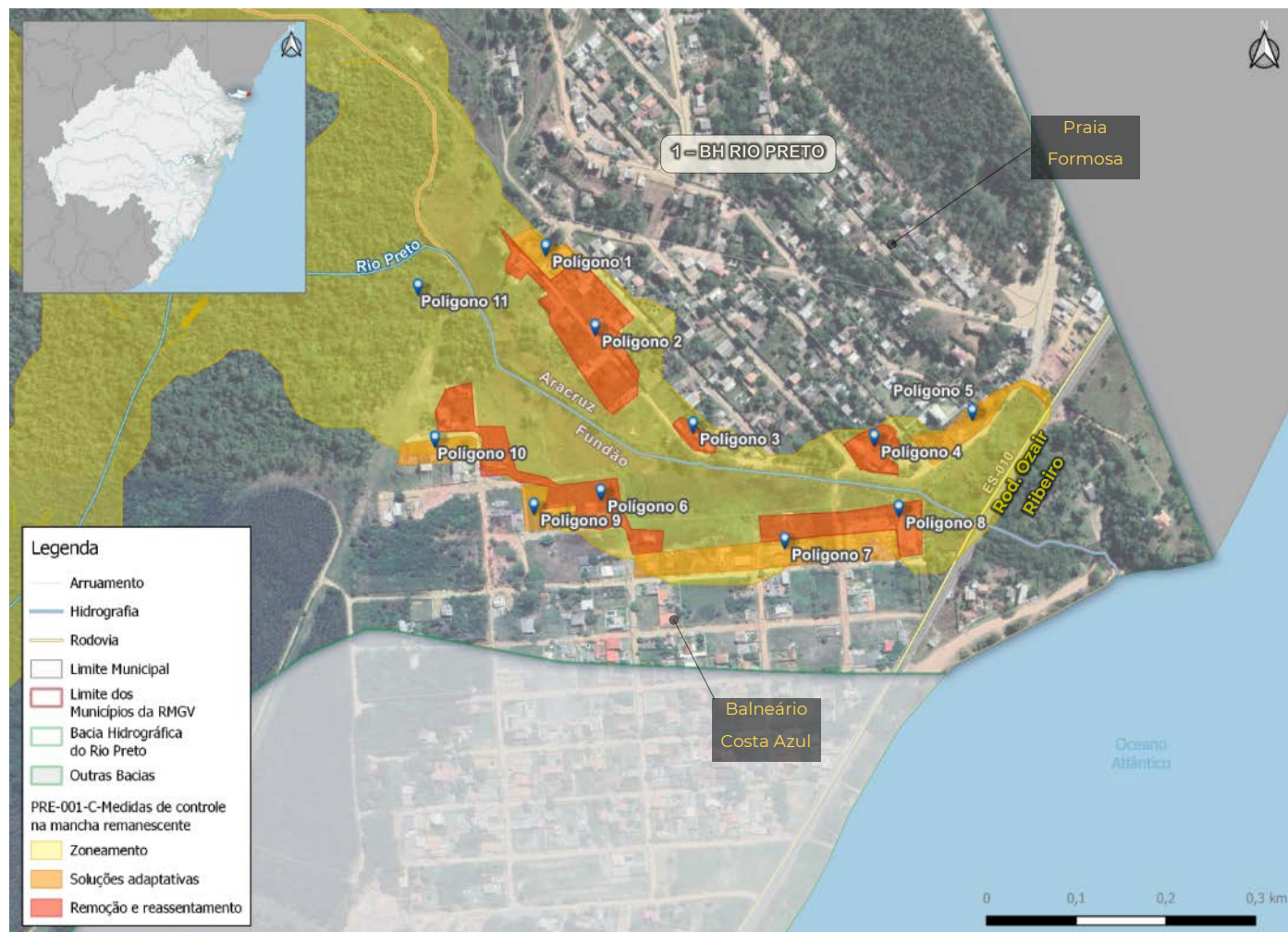


Figura 23 – Ampliação da intervenção PRE-001-C (medidas de controle complementares).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

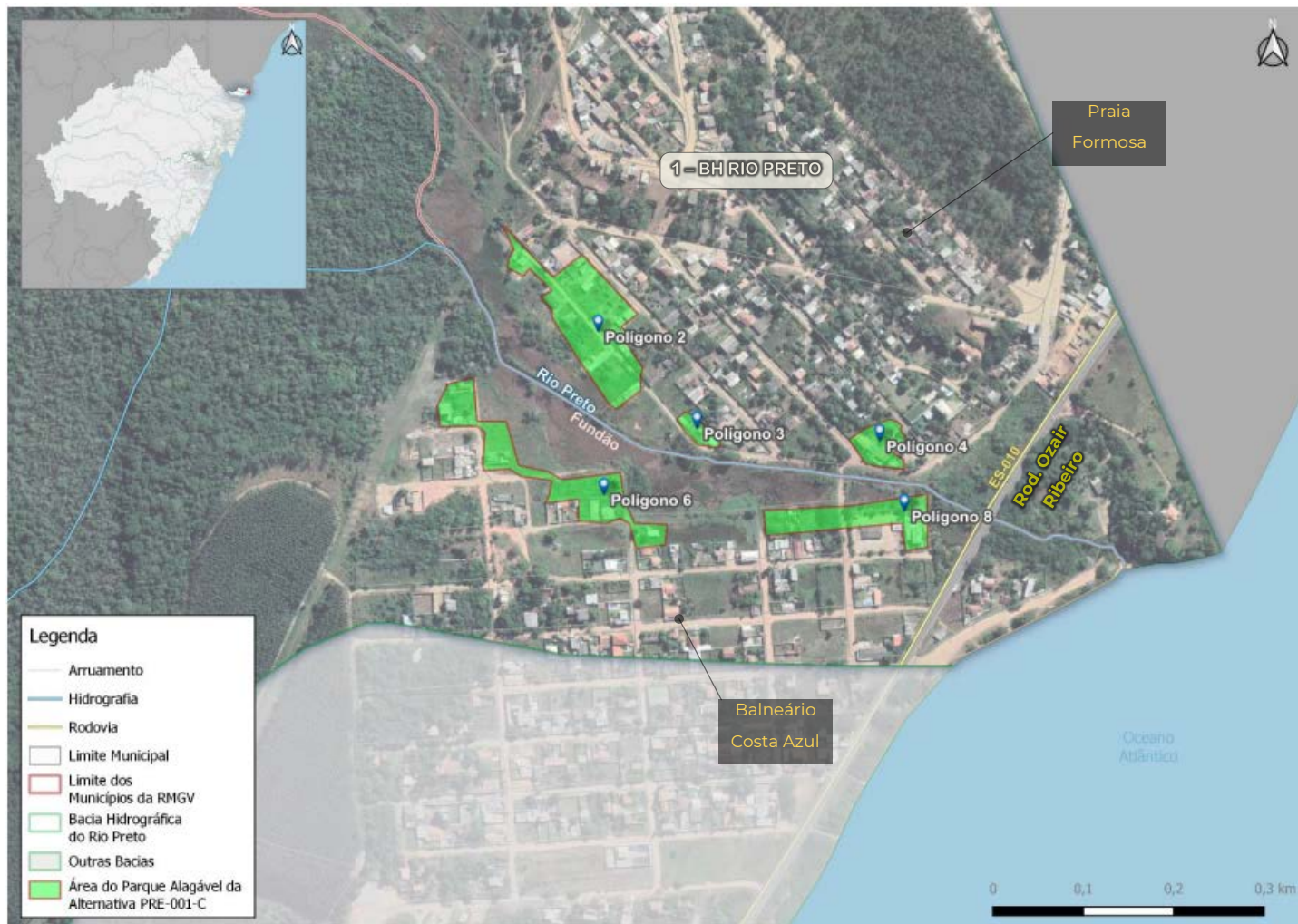


Figura 24 – Detalhe da intervenção PRE-001-C – indicação de implantação de parques nas áreas remanescentes de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.2 Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos

Na análise do prognóstico verificou-se que parte das populações dos bairros Beira Rio, Cocal, Sílvio Ceschini, Santa Marta, Orly Ramos, Santo Antônio, Centro, Oseias e Agrim Correia, todos pertencentes ao município de Fundão, cortados pelo Rio Fundão, além de áreas rurais ao sul da bacia, cortadas pelo Rio Reis Magos, pertencentes à Bacia Hidrográfica dos Reis Magos, são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

Além dessas populações, o impacto dos eventos críticos atinge 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.

A área da referida mancha de inundação prognóstica é de 4.030 hectares e atinge aproximadamente 917 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e medidas de controle complementares visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 25 e a Figura 26, a seguir, apresentam a mancha de inundação do prognóstico para a Bacia do Rio Reis Magos.

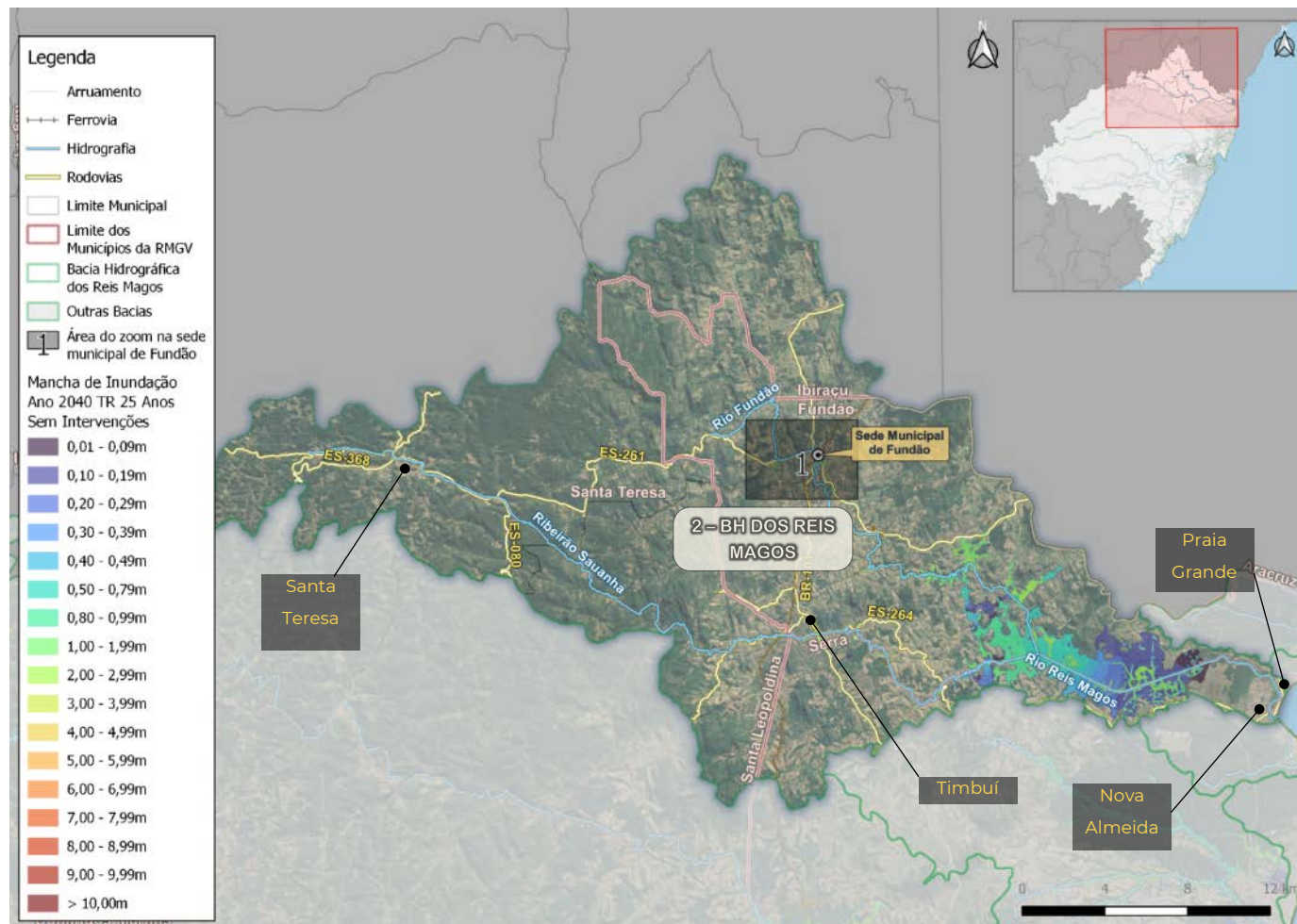


Figura 25 – Mancha de inundação prognóstica de Tempo de Recorrência 25 anos e Uso do Solo de 2040 para a Bacia do Rio Reis Magos.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

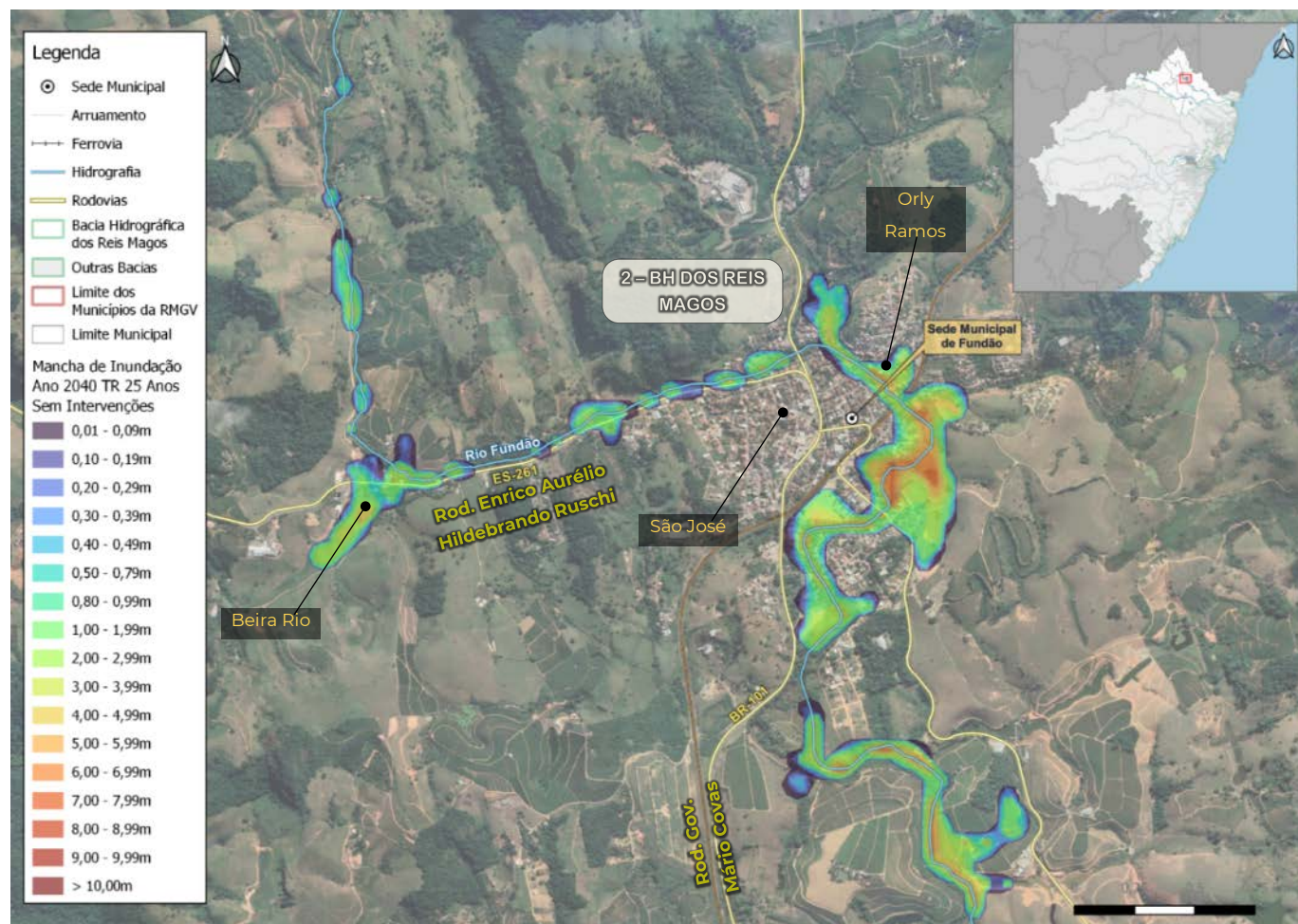


Figura 26 – Mancha de inundação prognóstica de tempo de recorrência 25 anos e uso do solo de 2040 para a região da sede do município de Fundão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 22 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Reis Magos.

Tabela 22 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Reis Magos

Código	Proposições	Dimensões
REI-001-A	Medidas de controle nas manchas de inundação do Prognóstico. *	Polígono 1 – 2 A Soluções adaptativas (3,1 hectares); Polígono 2 – 2 A Soluções adaptativas (1,0 hectare); Polígono 3 – 2 A Soluções adaptativas (2,7 hectares); Polígono 4 – 3 Zoneamento.

* Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As manchas de inundação do prognóstico se encontram na parte urbana do distrito de Nova Almeida na área litorânea do município de Fundão, acontecendo ao longo das áreas de preservação permanente e em manguezais.

Recomenda-se para as áreas afetadas soluções adaptativas e zoneamento de inundação.

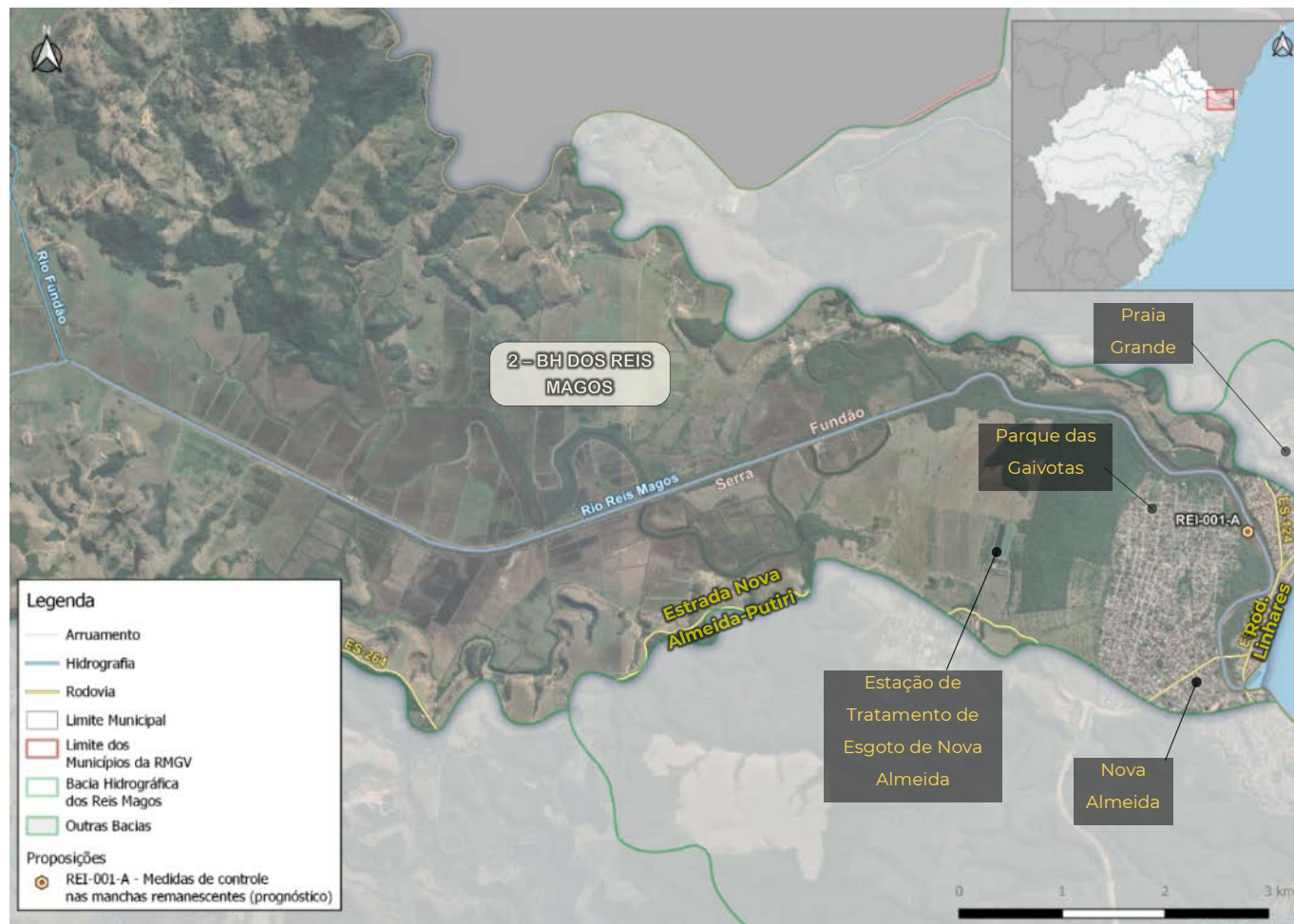


Figura 27 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

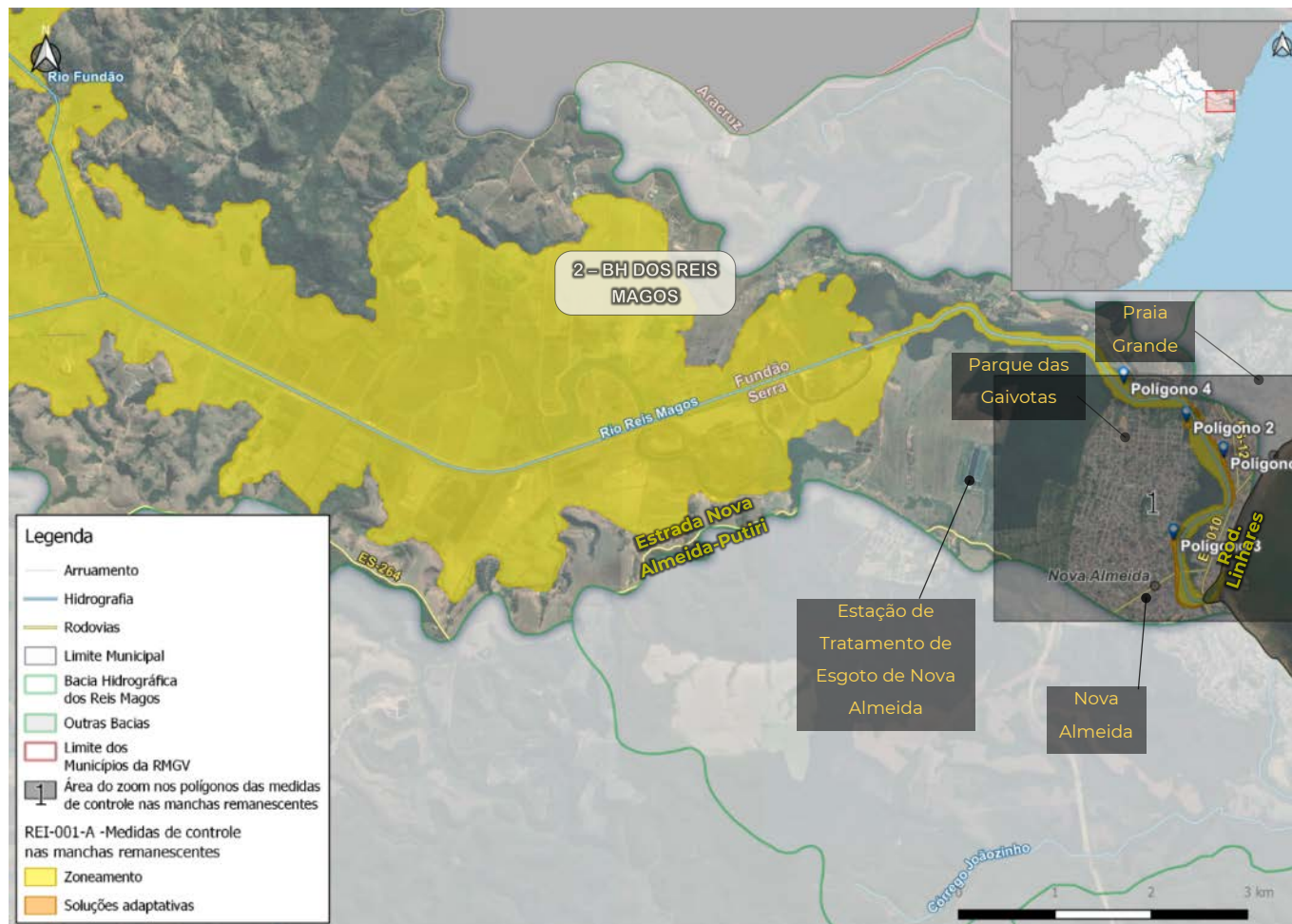


Figura 28 – Detalhe da intervenção REI-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.



Figura 29 – Ampliação da intervenção REI-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 23, é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Sauanha.

Tabela 23 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Sauanha

Código	Proposições	Dimensões
SAU-001-A	Medidas de controle nas manchas de inundação do Prognóstico.*	Polígono 1 –2B soluções adaptativas (0,6 hectare); Polígono 2 –1B Remoção e reassentamento (20 domicílios) +parque alagável (0,7 hectare); Polígono 3 –1B Remoção e reassentamento (20 domicílios) + parque alagável (0,6 hectare); Polígono 4 – 3 Zoneamento.

* Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 –Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A Figura 30, a seguir, mostra a localização da proposição do PDAU-RMGV para o Rio Sauanha. A Figura 31, a Figura 32 e a Figura 33 detalham a intervenção SAU-001-A, com destaque às áreas de requalificação urbana com a implantação de parques.

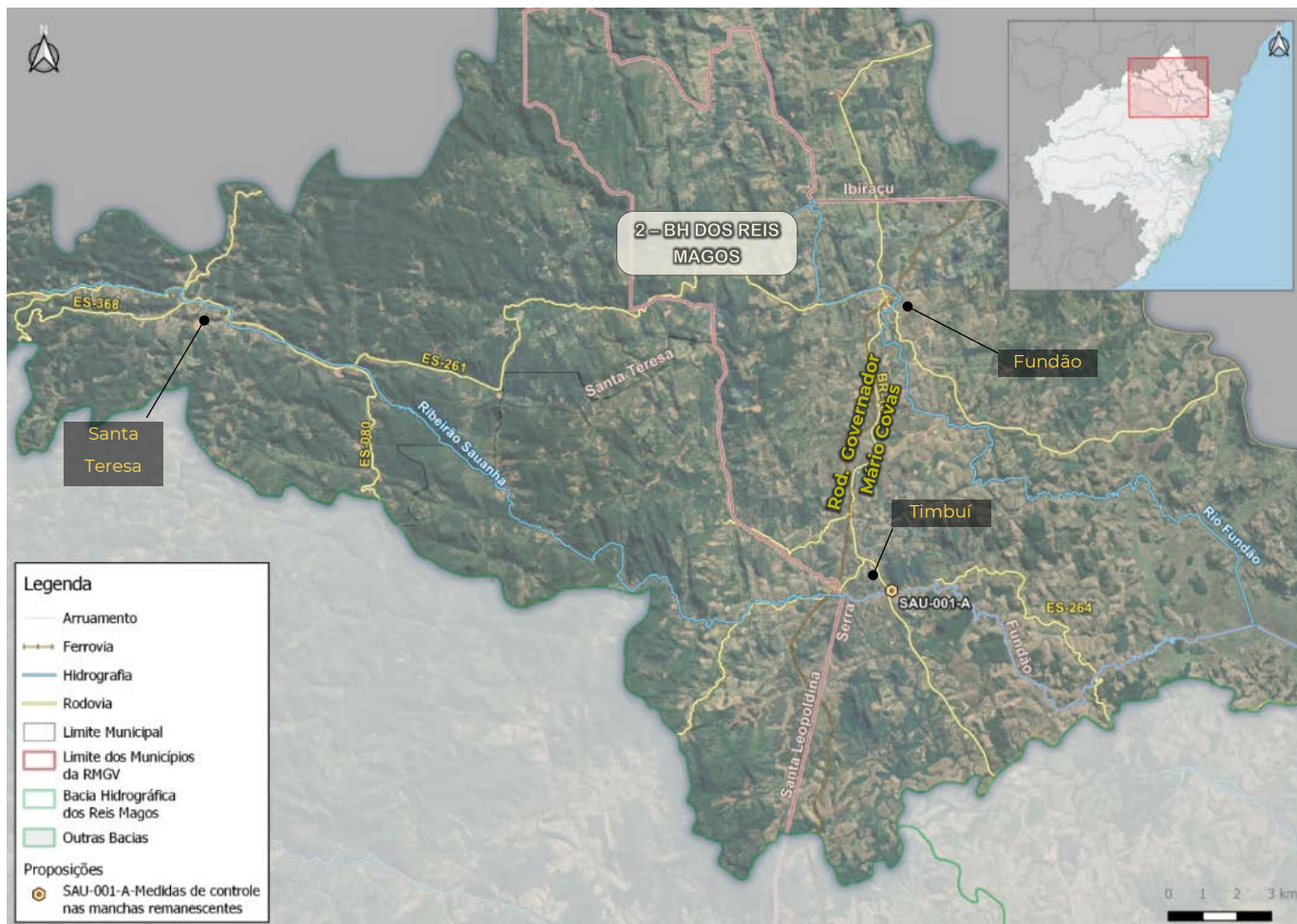


Figura 30 – Resumo das intervenções propostas para o Rio Sauanha.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

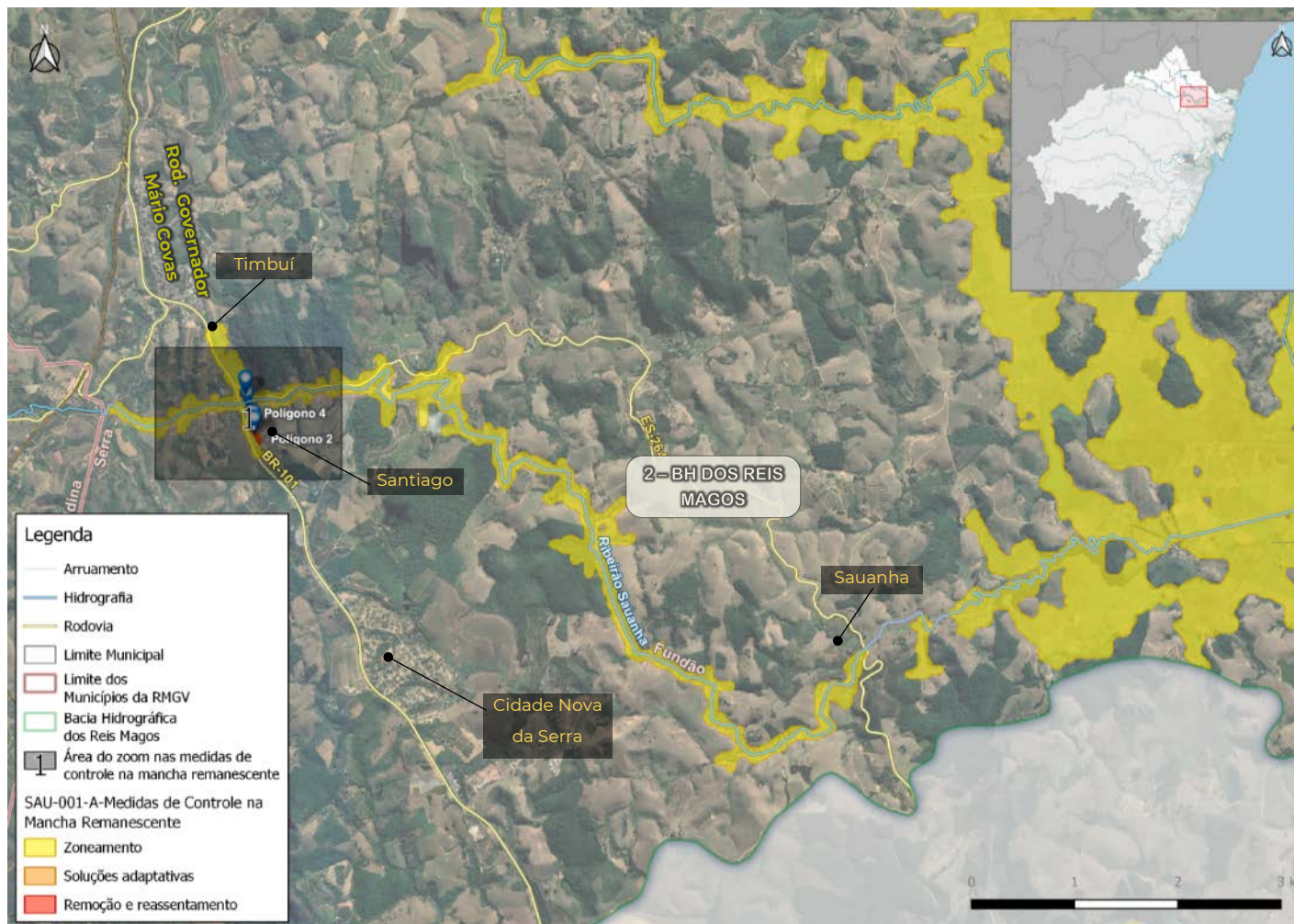


Figura 31 – Detalhe da intervenção SAU-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

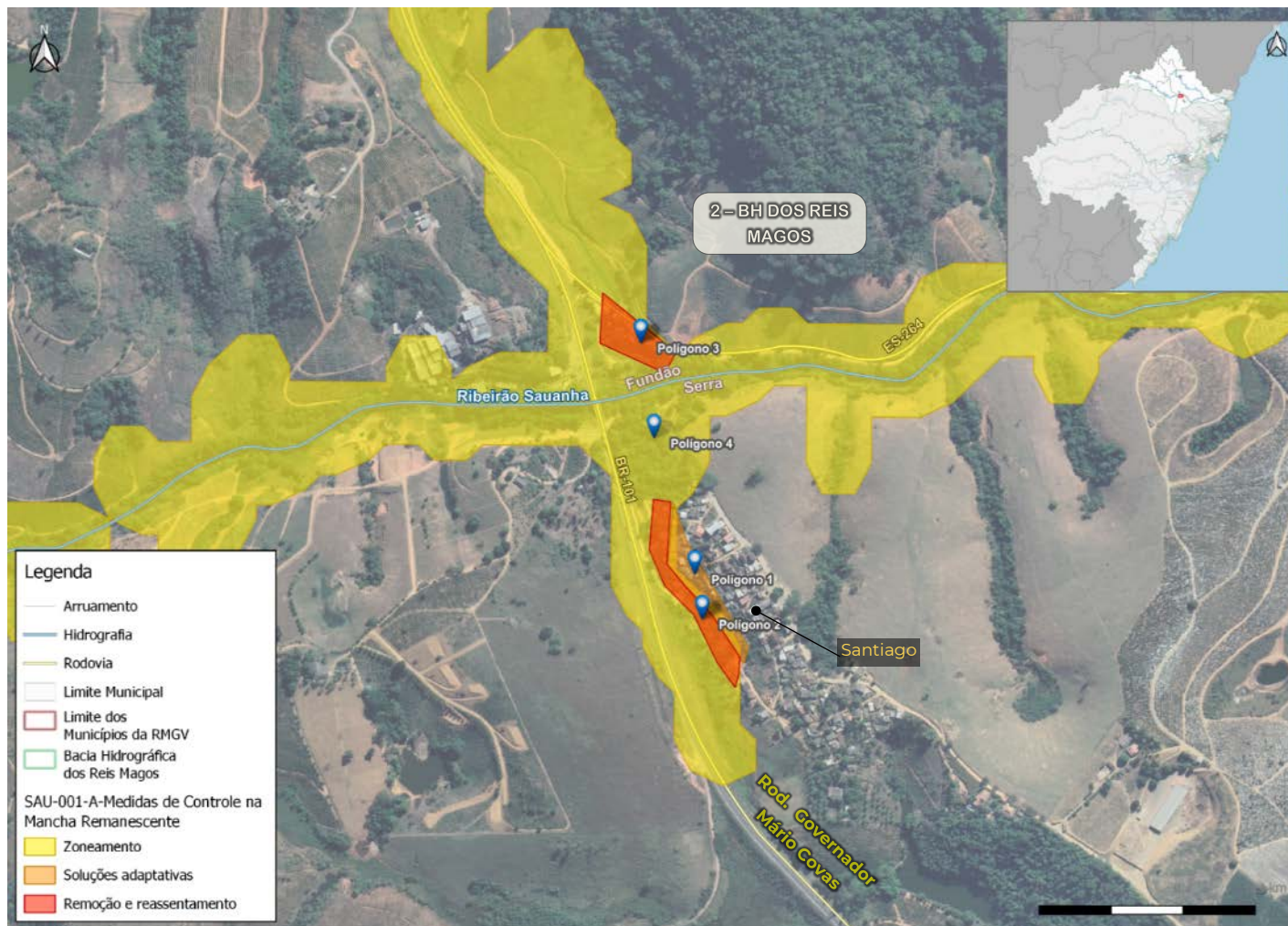


Figura 32 – Ampliação da intervenção SAU-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

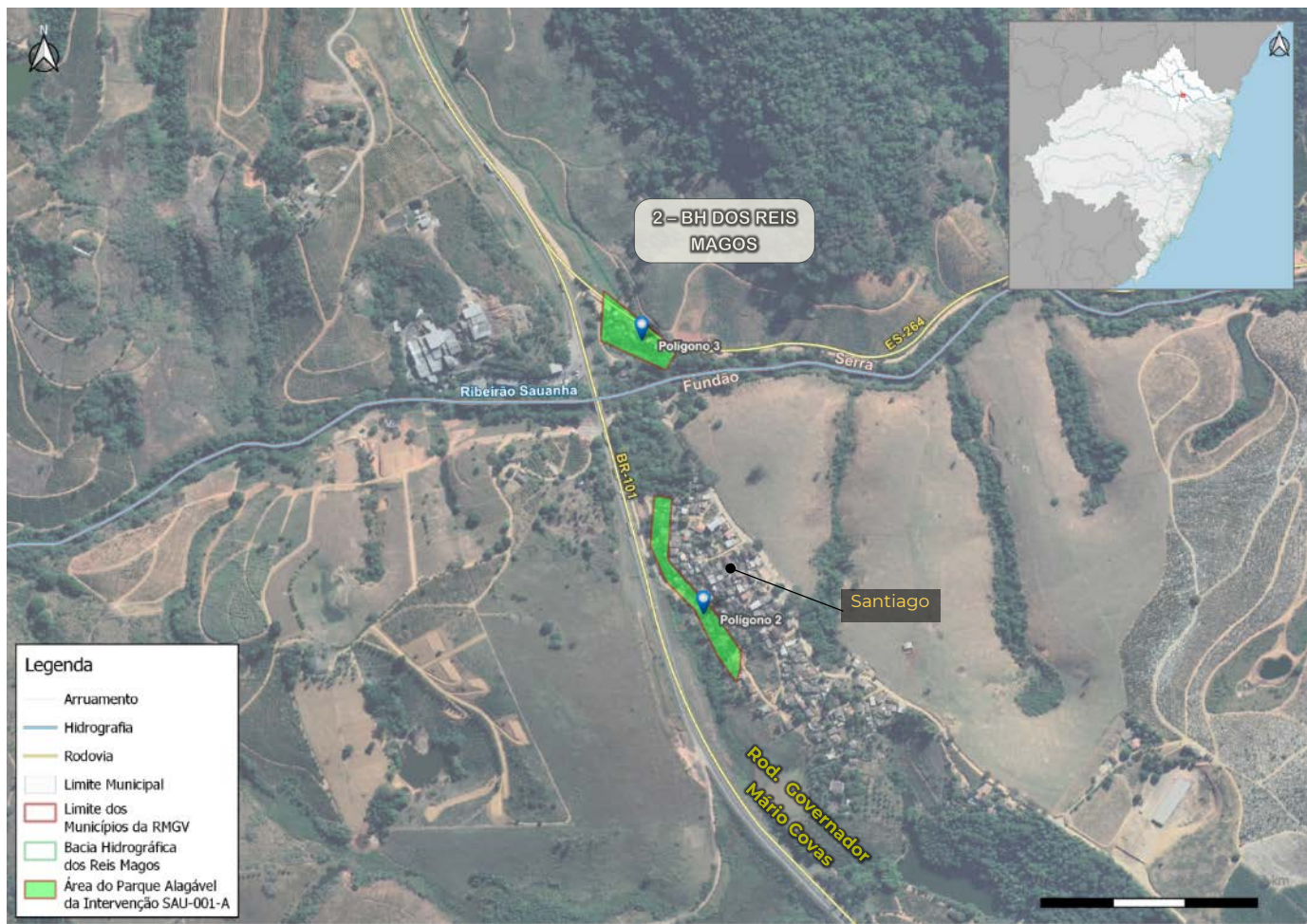


Figura 33 – Detalhe da intervenção SAU-001-A (Ampliação) – indicação de implantação de parques nas áreas remanescentes de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 24 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Fundão.

Tabela 24 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Fundão

Código	Proposições	Dimensões
FUN-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento em linha a montante da sede do município.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 34; • Tipo: reservatório de detenção aberto; • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Comprimento da barragem: 35,0 m; • Cota da crista da barragem: 45,0 m; • Altura média da barragem: 7,12 m; • Área útil: 588.375,00 m²; • Volume útil: 2.518.764,80 m³; • Profundidade média: 4,28 m; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Material da barragem: concreto.
FUN-002-B	Regularização da calha do Rio Fundão na área urbana da sede do município*	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 34; • Extensão aproximada: 2.300 m; • Coeficiente de rugosidade de Manning pré-intervenção: 0,050; • Coeficiente de rugosidade de Manning pós-intervenção: 0,035.
FUN-002-C	Implantação de reservatório de amortecimento no afluente (Rio Itapirã).	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 34; • Tipo: reservatório de detenção aberto; • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Comprimento da barragem: 50,0 m; • Cota da crista da barragem: 40,0 m; • Altura média da barragem: 7,0 m; • Área útil: 250.000 m²; • Volume útil: 1.572.052 m³; • Profundidade média: 6,28 m; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Material da barragem: concreto.
FUN-002-D	Medidas de controle nas manchas remanescentes **	<p>Polígono 1 – 2A Soluções adaptativas (0,6 hectare);</p> <p>Polígono 2 – 2A Soluções adaptativas (0,7 hectare);</p> <p>Polígono 3 – 2A Soluções adaptativas (0,5 hectare);</p> <p>Polígono 4 – 3 Zoneamento.</p>

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pela regularização da calha através da remoção de vegetação, rochas e detritos.

** Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Na sequência são apresentadas as figuras referentes à proposição do PDAU-RMGV, sendo que na Figura 34 estão localizadas as intervenções propostas. Nas Figura 35 e

Figura 36 é apresentada a comparação das manchas de inundação (com e sem intervenção). E, a Figura 37 detalha a intervenção FUN-002D destacando as áreas para a implantação de soluções adaptativas e zoneamento de inundação.

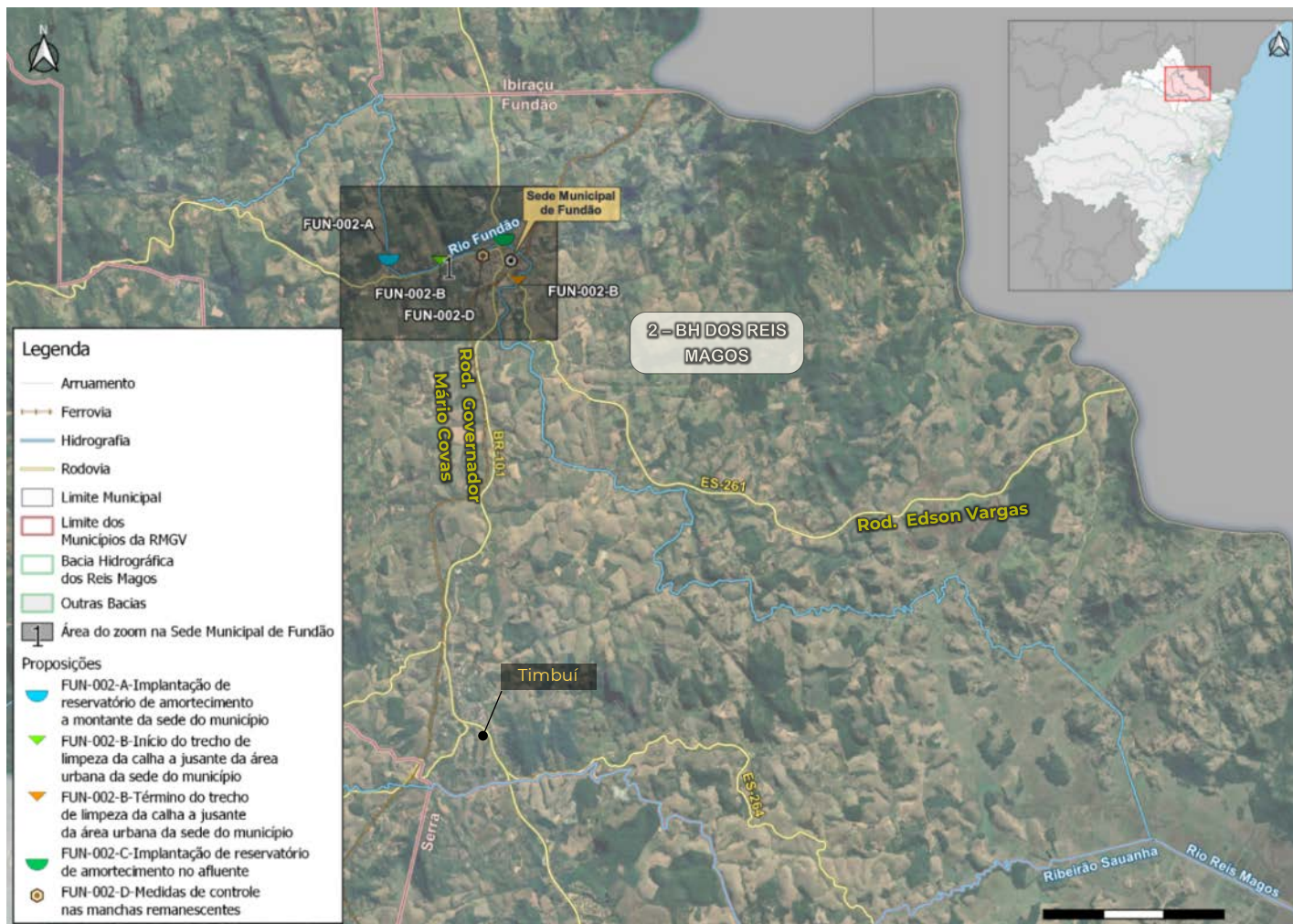


Figura 34 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Fundão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

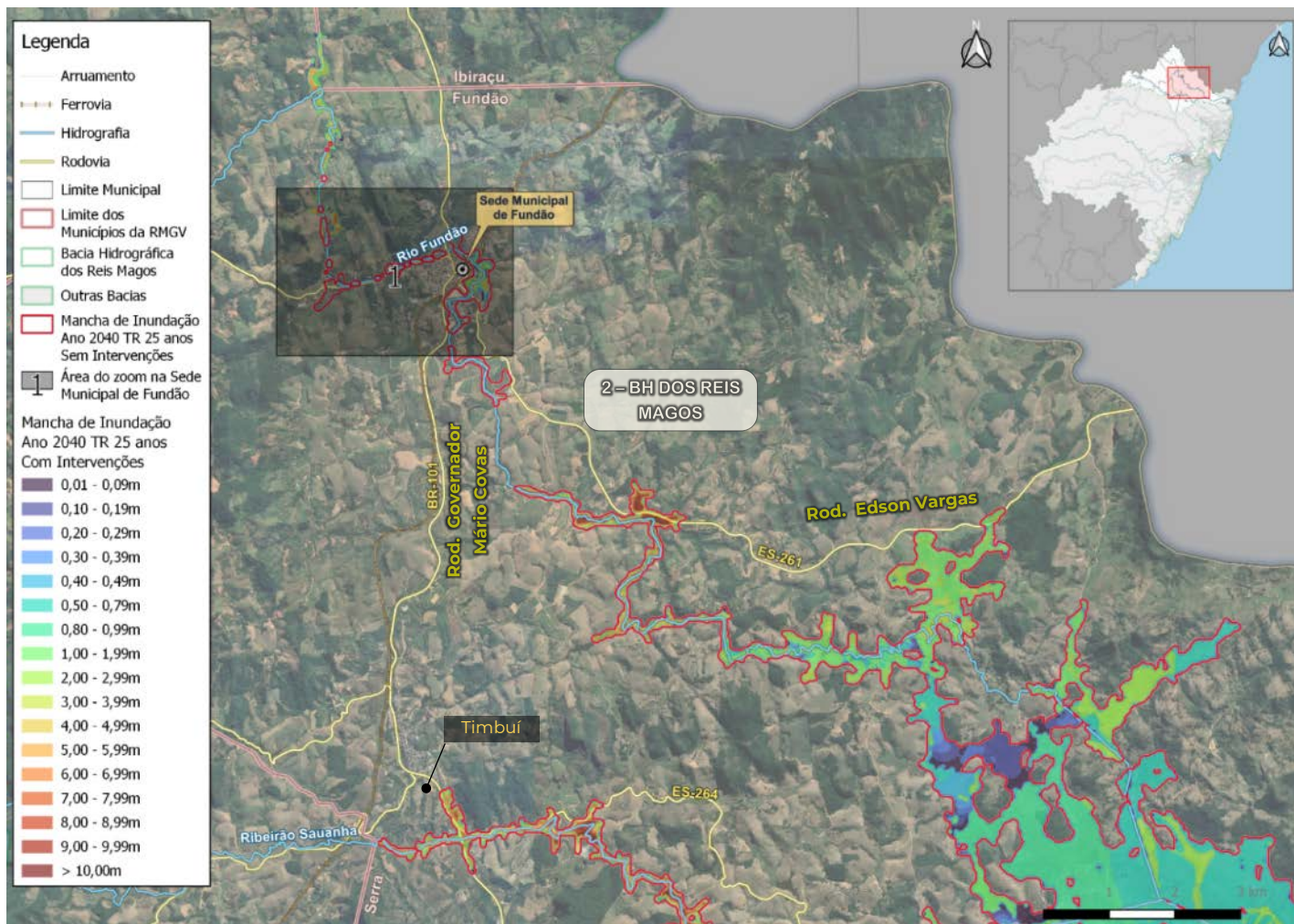


Figura 35 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Fundão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

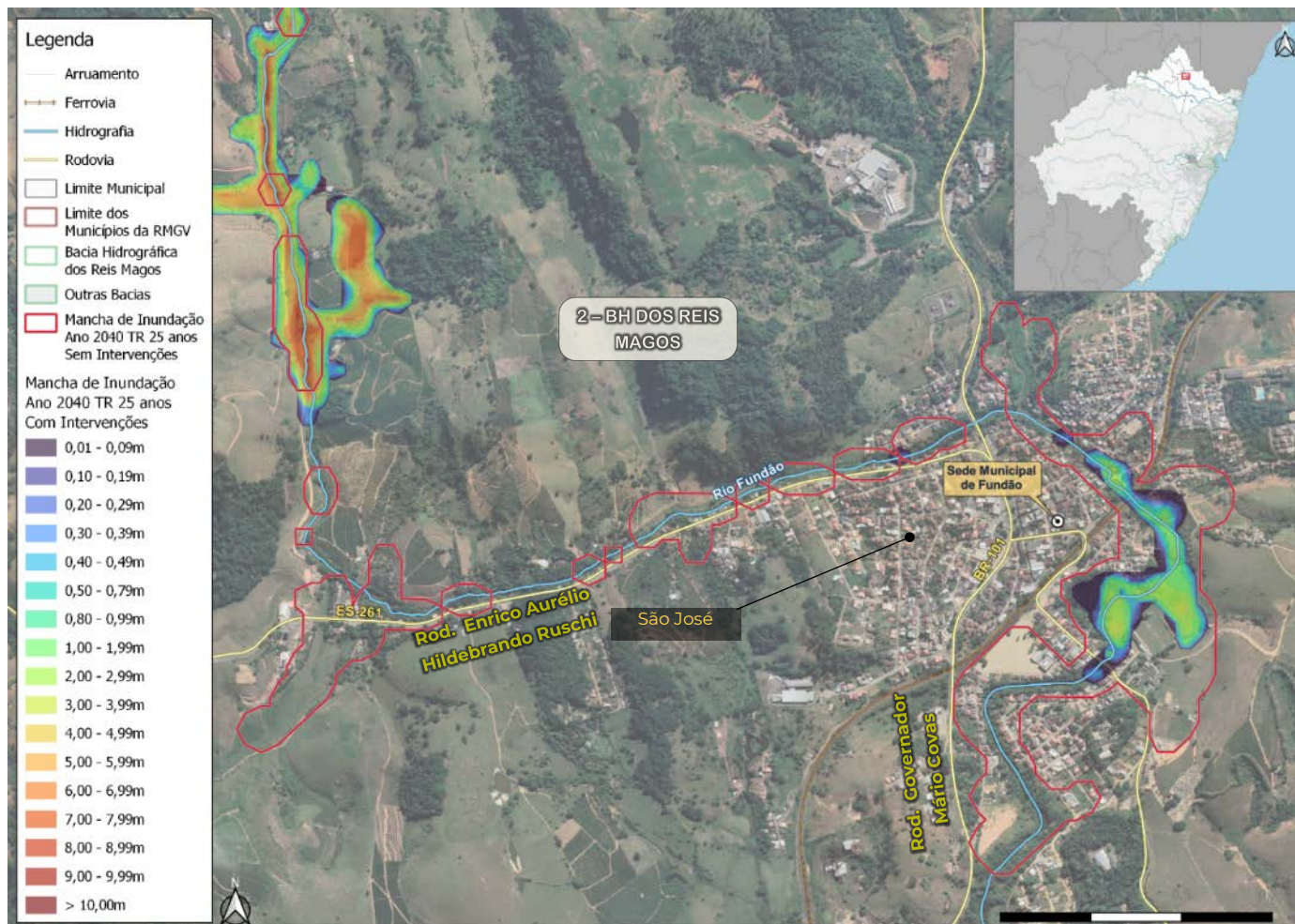


Figura 36 – Ampliação da Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Fundão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 36, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho), na Bacia Hidrográfica do Rio Fundão, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha na região dos bairros São José, Silvio Ceschini, Santa Marta e Orly Ramos. Além disso nota-se um aumento da mancha do cenário com intervenção em relação ao cenário sem intervenção na área a montante da zona urbana, representando o acúmulo de água no reservatório de amortecimento proposto (FUN-002-A).

Além disso, as regiões mais próximas às margens do Rio Fundão, ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 4.009 hectares de área de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação das medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 37 e Figura 38.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não exista mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos.

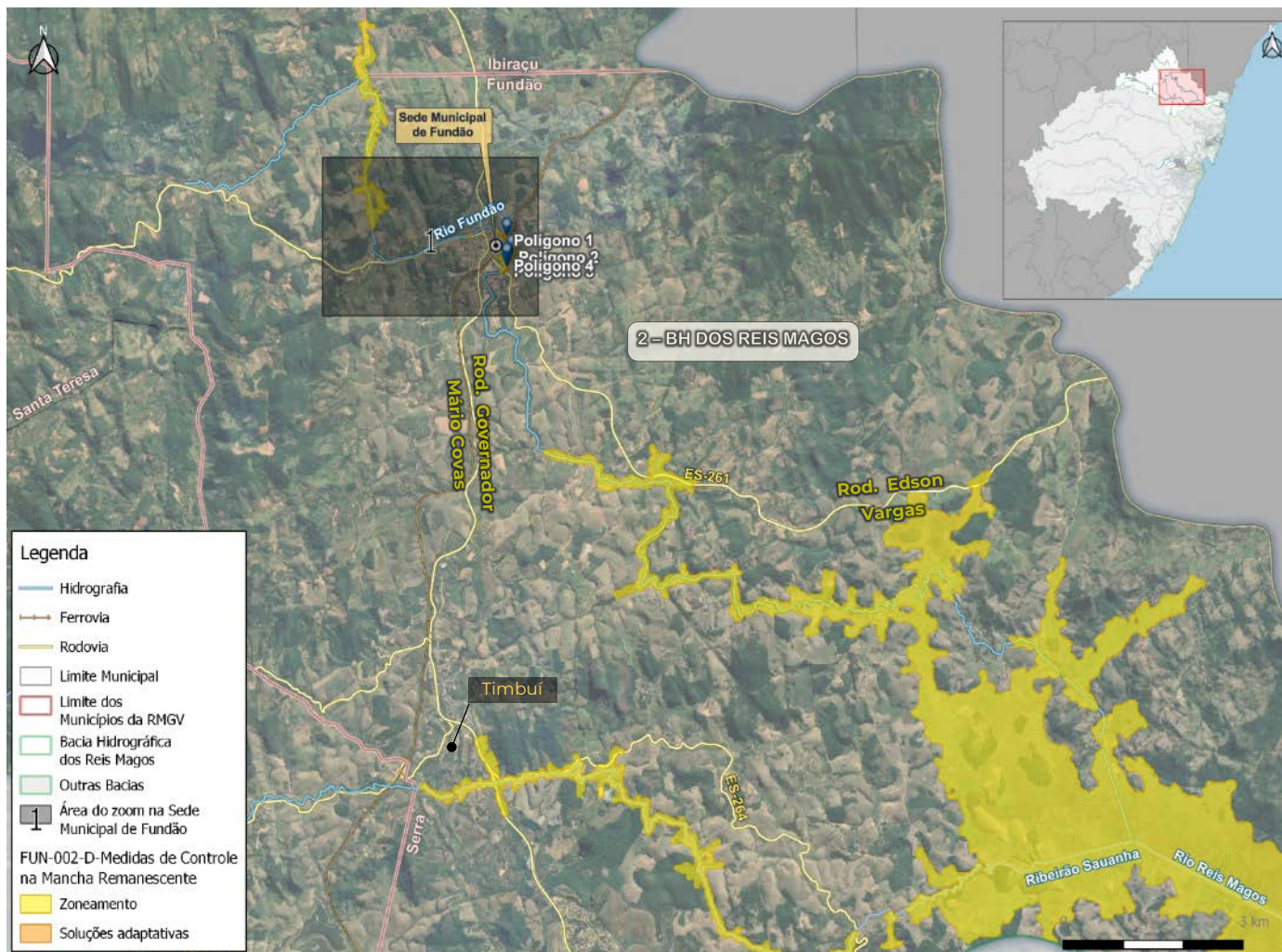


Figura 37 – Detalhe da intervenção FUN-002-D.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

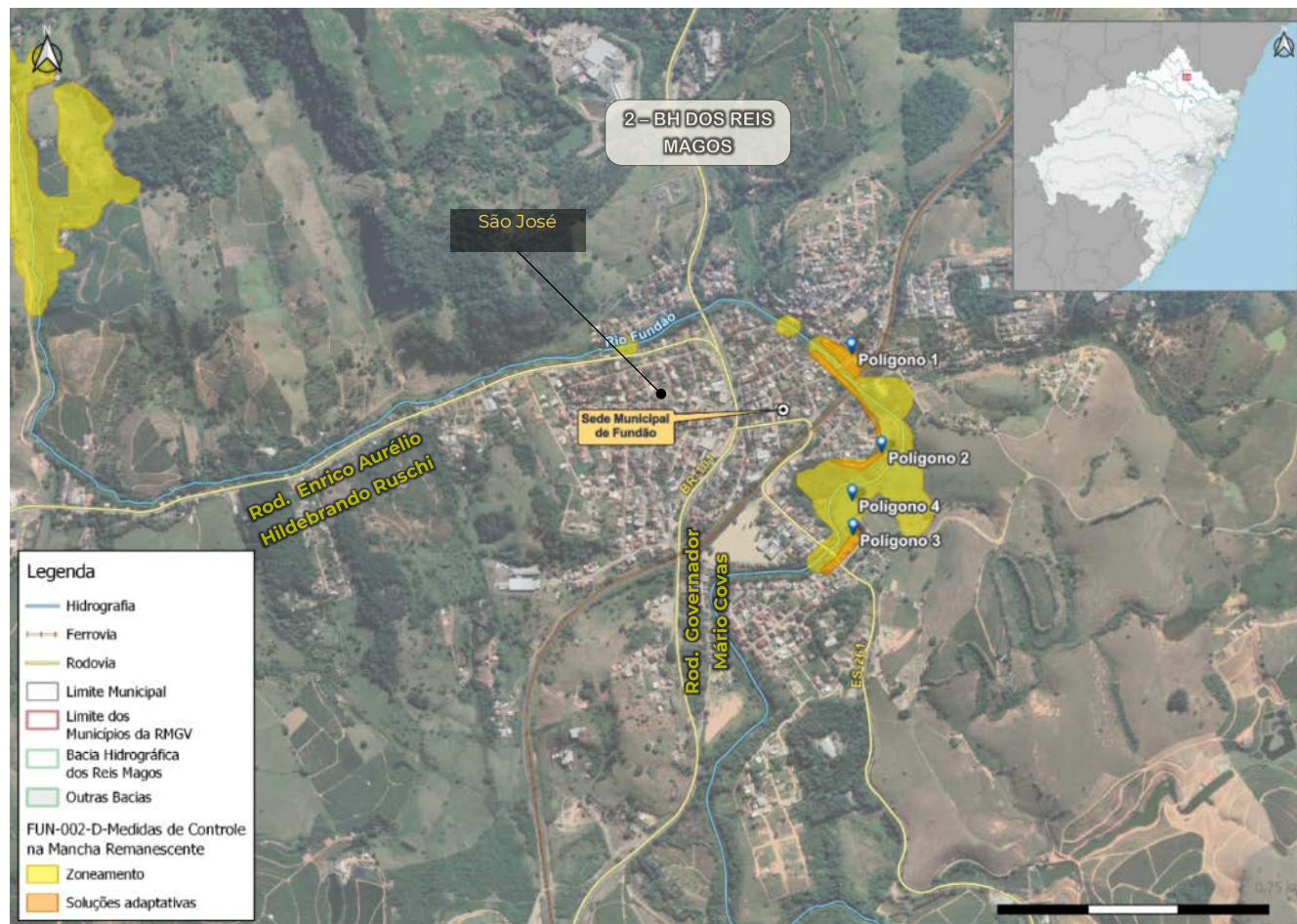


Figura 38 – Ampliação da intervenção FUN-002-D (Ampliação).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.3 Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho

Na análise do prognóstico verificou-se que partes das populações dos bairros Nova Almeida, Boa Vista I e São João são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 89 hectares e atinge aproximadamente 305 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e medidas de controle complementares visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 39, a seguir, apresenta a mancha de inundação do prognóstico para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.

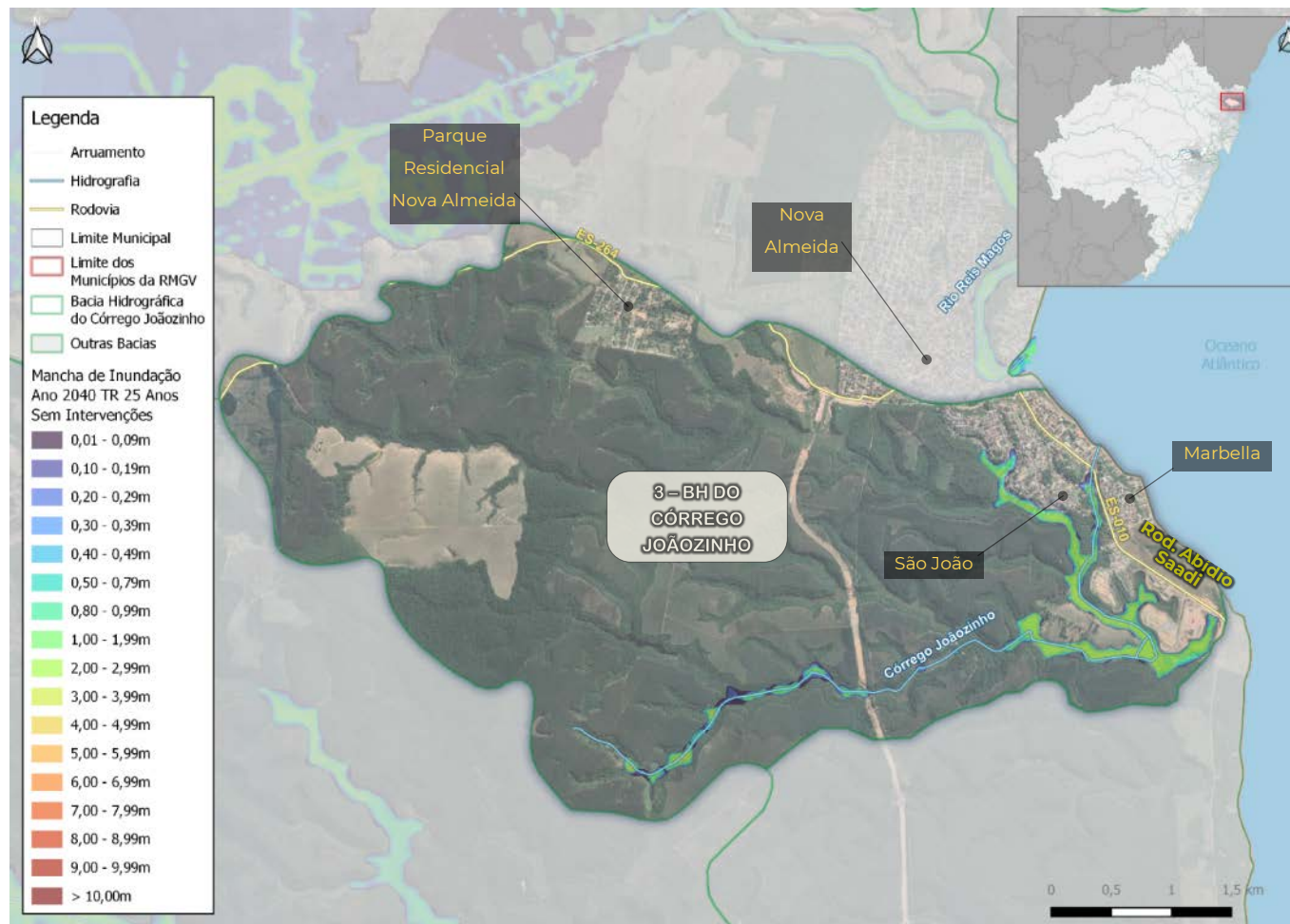


Figura 39 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e uso do solo de 2040 para o Córrego Joãozinho.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 25 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.

Tabela 25 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho

Código	Proposições	Dimensões
JOA-001-A	Aumento da condutividade hidráulica da galeria fechada (rua Estados Unidos) *	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 40; • Extensão = 250 m; • Seção retangular: base = 6,0 m; altura = 2,0 m; • Material de revestimento: concreto; • Rugosidade especificada (Manning): 0,015.
JOA-001-B	Aumento da condutividade hidráulica do canal aberto (trecho aproximado de 700 m a montante da ES-010). **	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 40; • Extensão aproximada: 700 m; • Manning pré-intervenção: 0,05; • Manning pós-intervenção: 0,04.
JOA-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente. ***	<p>Polígono 1 – 3 Zoneamento;</p> <p>Polígono 2 – 2B Soluções adaptativas (1,2 hectare).</p>

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente.

** O aumento de condutividade proposto se caracteriza pela regularização da calha através da remoção de vegetação, rochas e detritos.

*** Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Na sequência são apresentadas as figuras referentes à proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho. Na Figura 40 estão localizadas as intervenções propostas e a Figura 41 apresenta a comparação das manchas de inundação (com e sem intervenção).

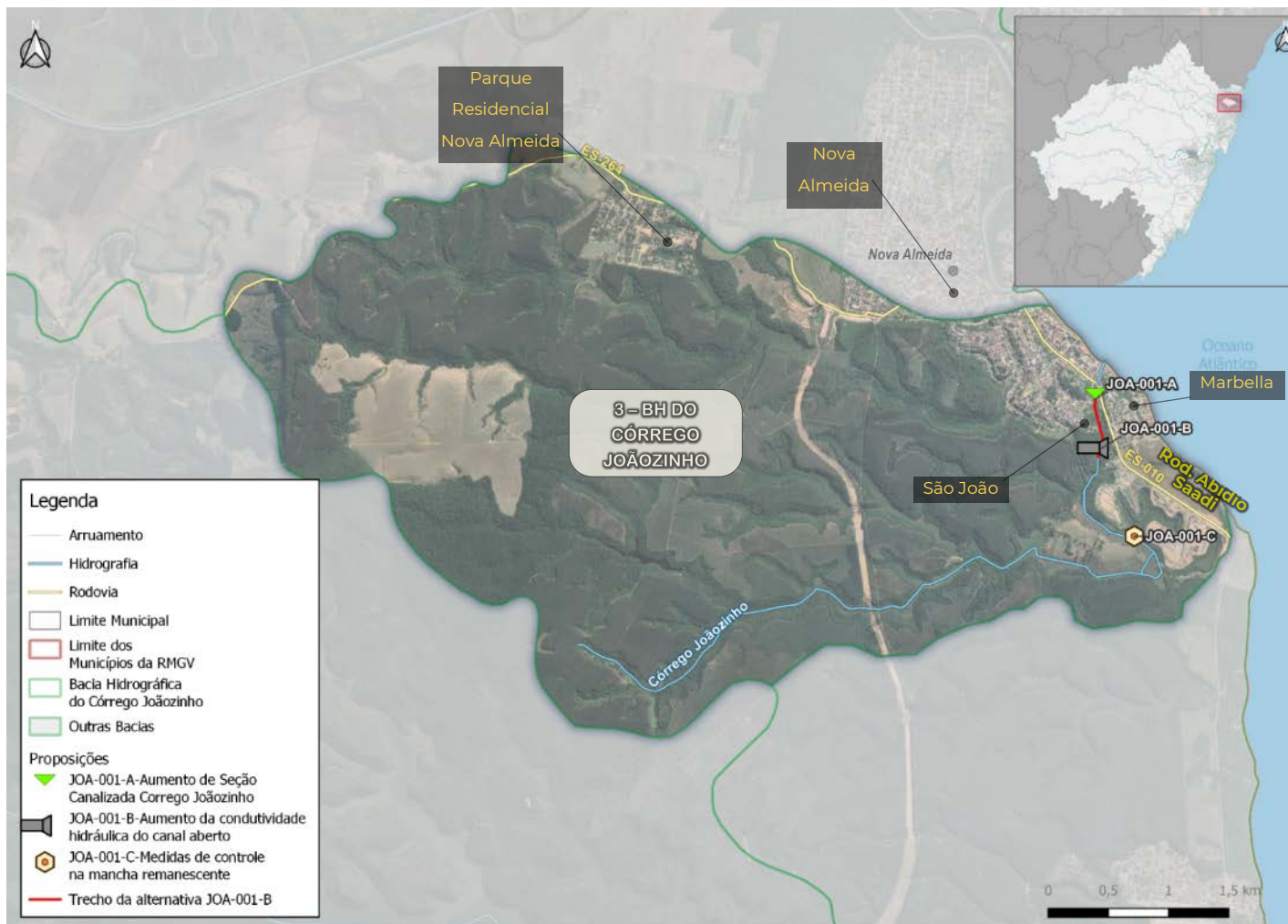


Figura 40 – Resumo das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

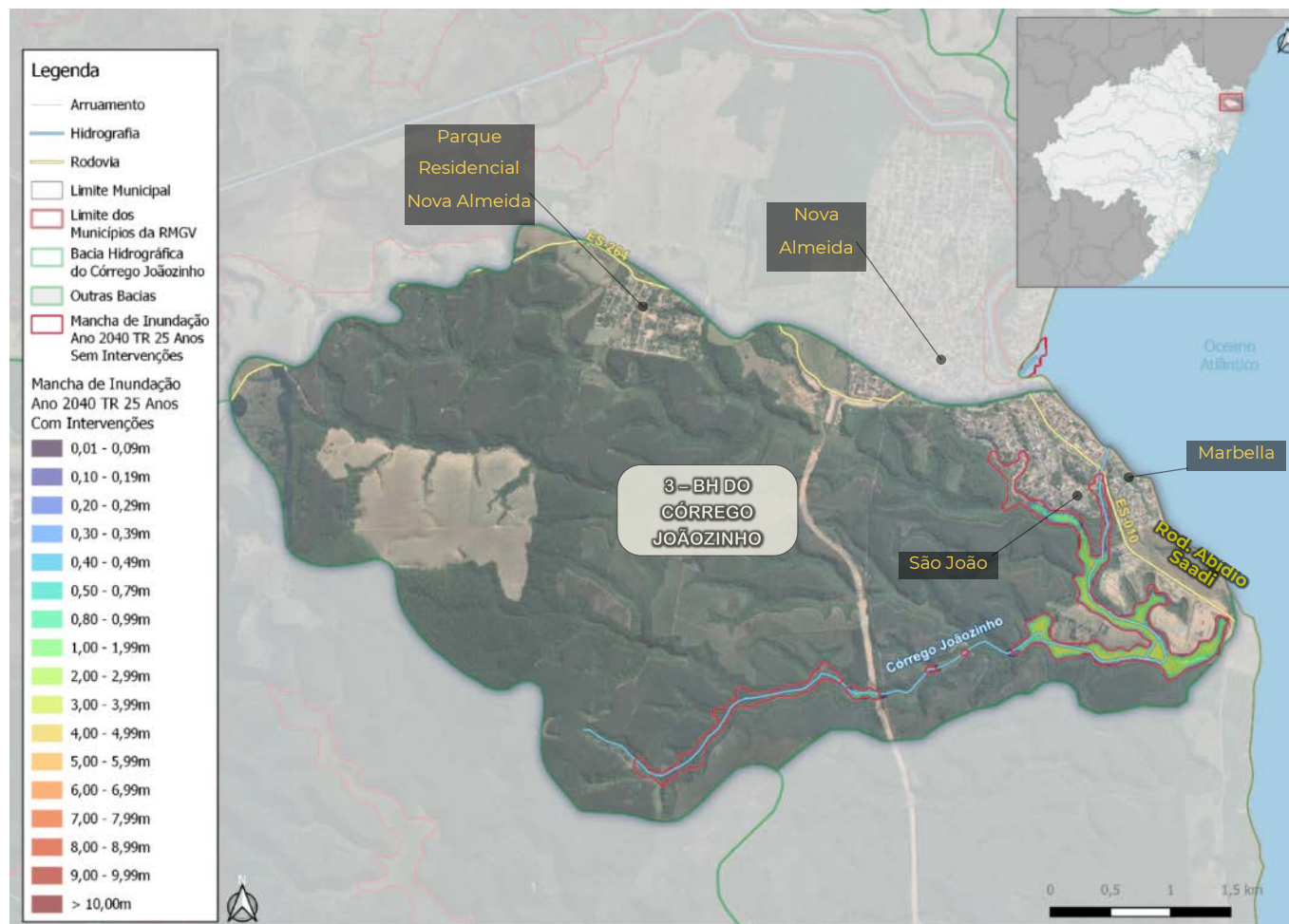


Figura 41 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 41 comparando as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha na região dos bairros Nova Almeida, Boa Vista e São João.

Entretanto, no bairro São João, as áreas mais próximas às margens do Córrego Joãozinho, ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 57ha de área de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação das medidas de controle complementares, conforme Figura 42, a seguir.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos.

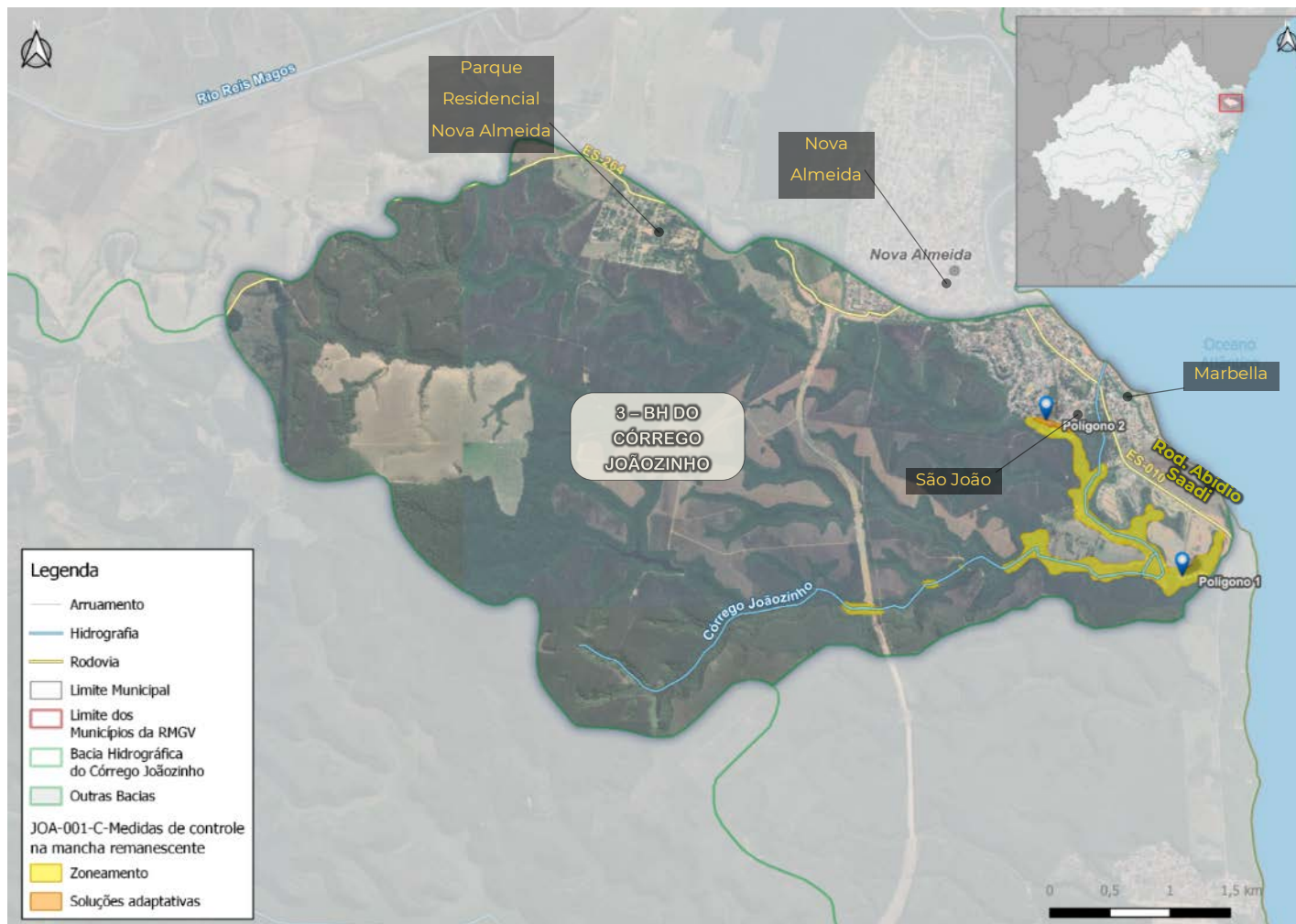


Figura 42 – Detalhe da intervenção JOA-001-C.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.4 Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném

Na análise do prognóstico verificou-se que partes das populações dos bairros Vista da Serra I e II, Planalto Serrano Blocos A, B e C, Santa Rita de Cássia, Serra Dourada I, Parque Jacaraípe, Jacaraípe e Bairro das Laranjeiras, do município de Serra são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 1.938 hectares e atinge aproximadamente 1.0236 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e medidas de controle complementares visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 43, a seguir, apresenta a mancha de inundação do prognóstico para a Bacia Hidrográfica Juara – Jacuném.

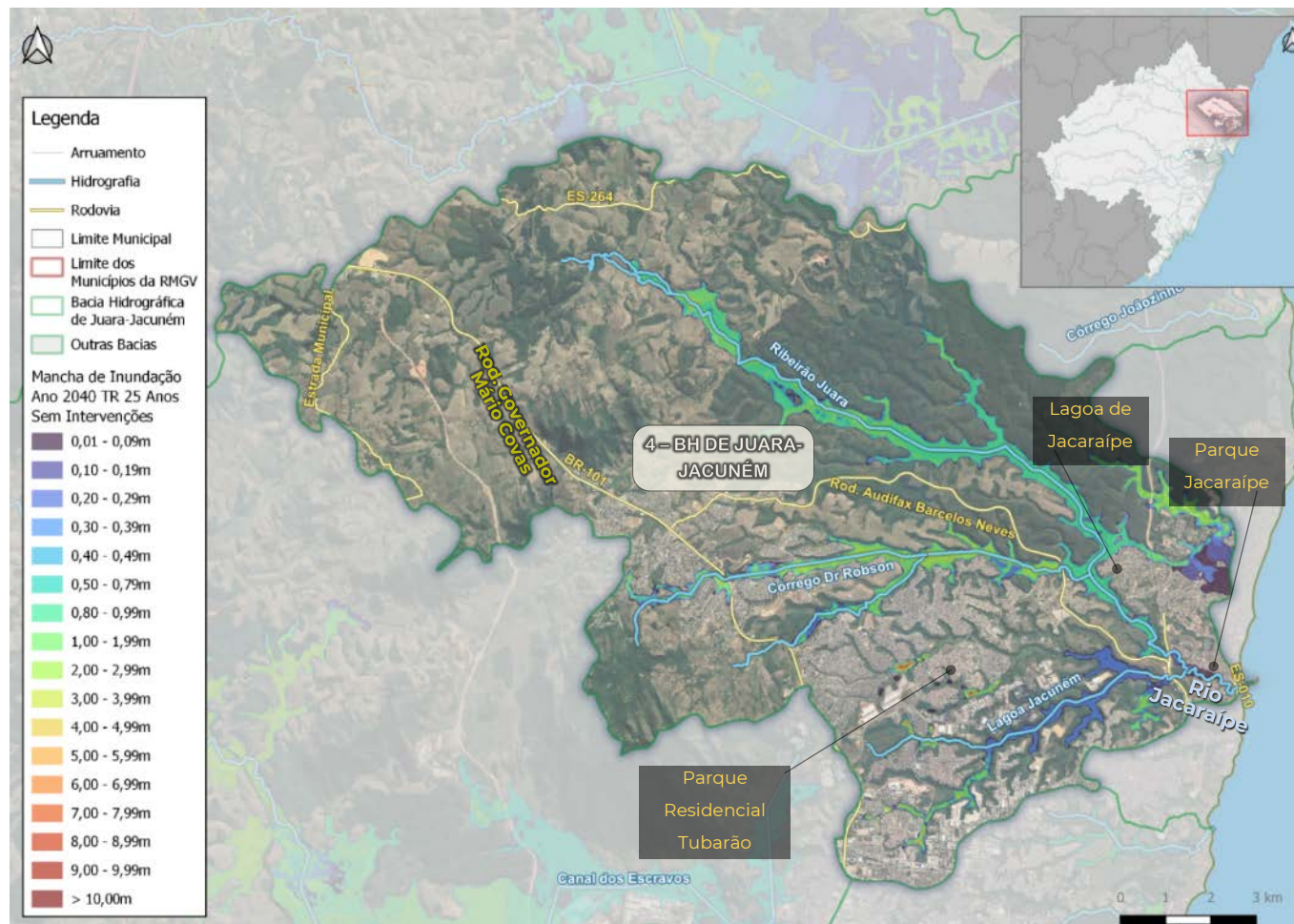


Figura 43 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.

Fonte: PDAU – RMGV.

A seguir, na Tabela 26 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Juara.

Tabela 26 – Proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Juara

Código	Proposições	Dimensões
JUA-001-A	Aumento da condutividade da seção sob a Avenida Lagoa Juara*	<ul style="list-style-type: none"> · Localização: ver Figura 44; · Extensão = 15 m; · Seção trapezoidal: base = 17,0 m; altura = 1,70 m, largura superior = 19,5 m; · Material de revestimento: natural; · Rugosidade especificada (Manning): 0,035.
JUA-001-B	Aumento da condutividade hidráulica sob a avenida Audifax Barcelos Neves (trecho final do Doutor Róbson) **	<ul style="list-style-type: none"> · Localização: ver Figura 44; · Tipo de estrutura: galeria celular dupla · Extensão = 30 m; · Seção retangular: base = 3,0 m; altura = 2,50 m; · Material de revestimento: concreto; · Rugosidade especificada (Manning): 0,015; · Declividade: 0,004 m/m.
JUA-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente. ***	<p>Polígono 1 – 3 Zoneamento;</p> <p>Polígono 2 – 2B Soluções adaptativas (11,7 hectares);</p> <p>Polígono 3 – 2B Soluções adaptativas (0,7 hectare)</p> <p>Polígono 4 – 2B Soluções adaptativas (49,7 hectares);</p> <p>Polígono 5 – 2B Soluções adaptativas (3,8 hectares).</p> <p>Polígono 6 – 1B Remoção e reassentamento (30 domicílios) + parque alagável (3,9 hectares);</p> <p>Polígono 7 – 1B Remoção e reassentamento (100 domicílios) + parque alagável (2,3 hectares).</p>

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente.

** O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente, implantando uma galeria dupla. Embora os cálculos hidráulicos tenham sido realizados para galeria de duas células, é recomendável executar galeria de célula única com seção hidráulica equivalente.

*** Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Na sequência são apresentadas as figuras referentes à proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Juara. Na Figura 44, estão localizadas as intervenções propostas, na Figura 45 é apresentada a comparação das manchas de inundação (com e sem intervenção) e na Figura 46 é apresentada uma ampliação para um melhor visualização da comparação das manchas.

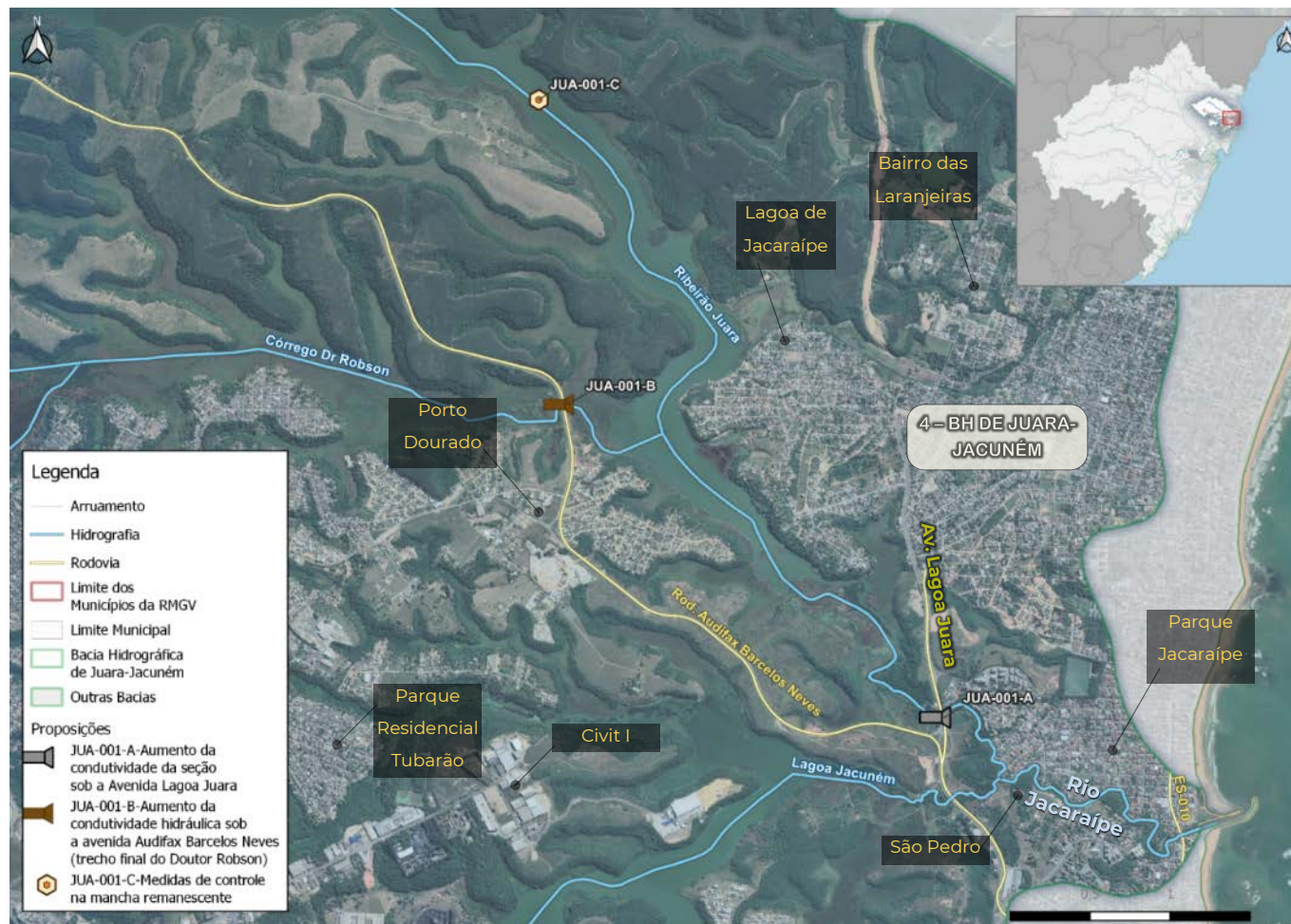


Figura 44 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

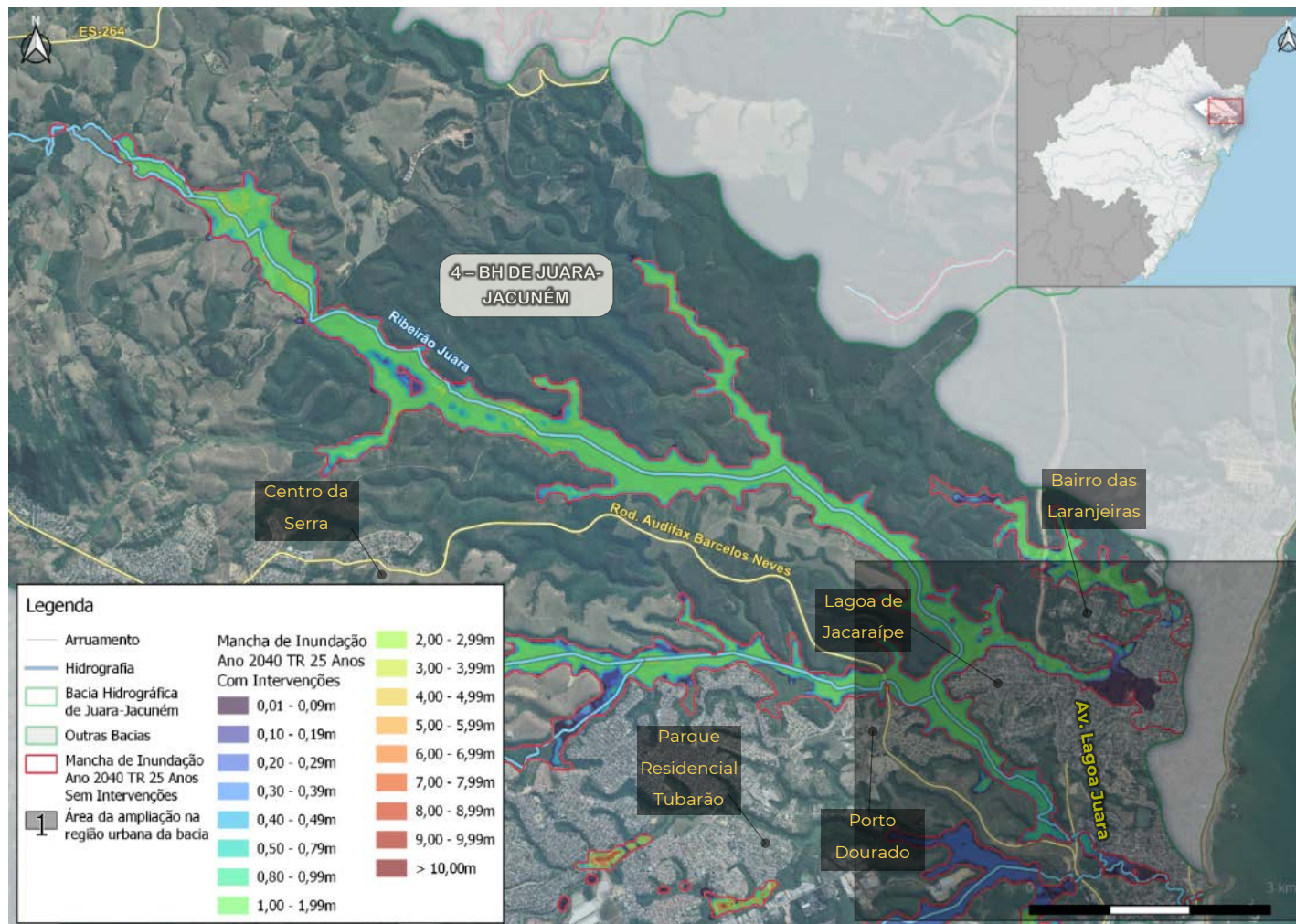


Figura 45 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacunêm

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

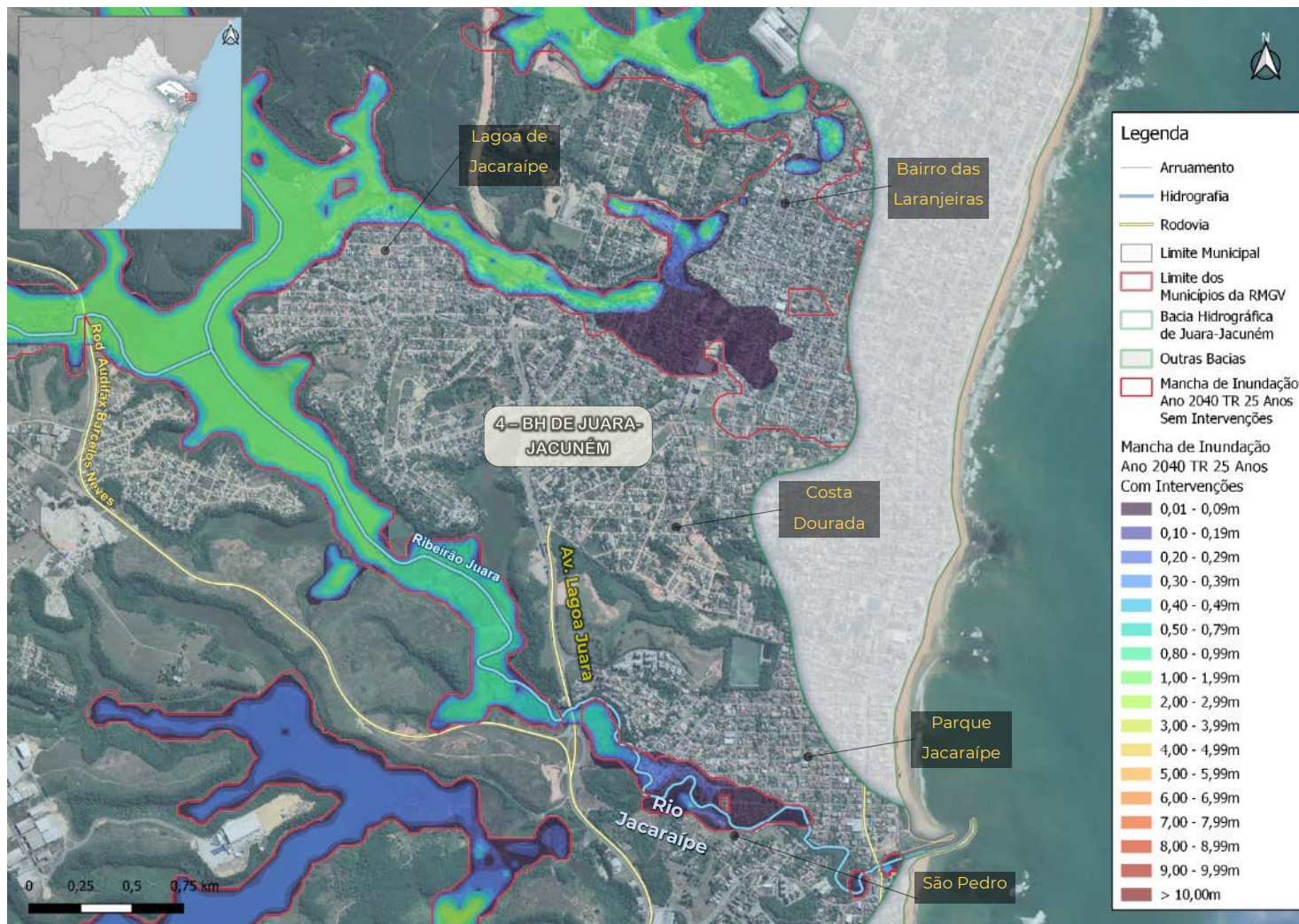


Figura 46 – Ampliação na Lagoa Juara - Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 45 e na Figura 46 comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha e da altura média da lâmina na região do bairro Laranjeiras.

Contudo alguns pontos ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 1644 hectares de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação das medidas de controle complementares, conforme a Figura 47 e a Figura 48. E, a Figura 49 apresenta as áreas para implantação dos parques.

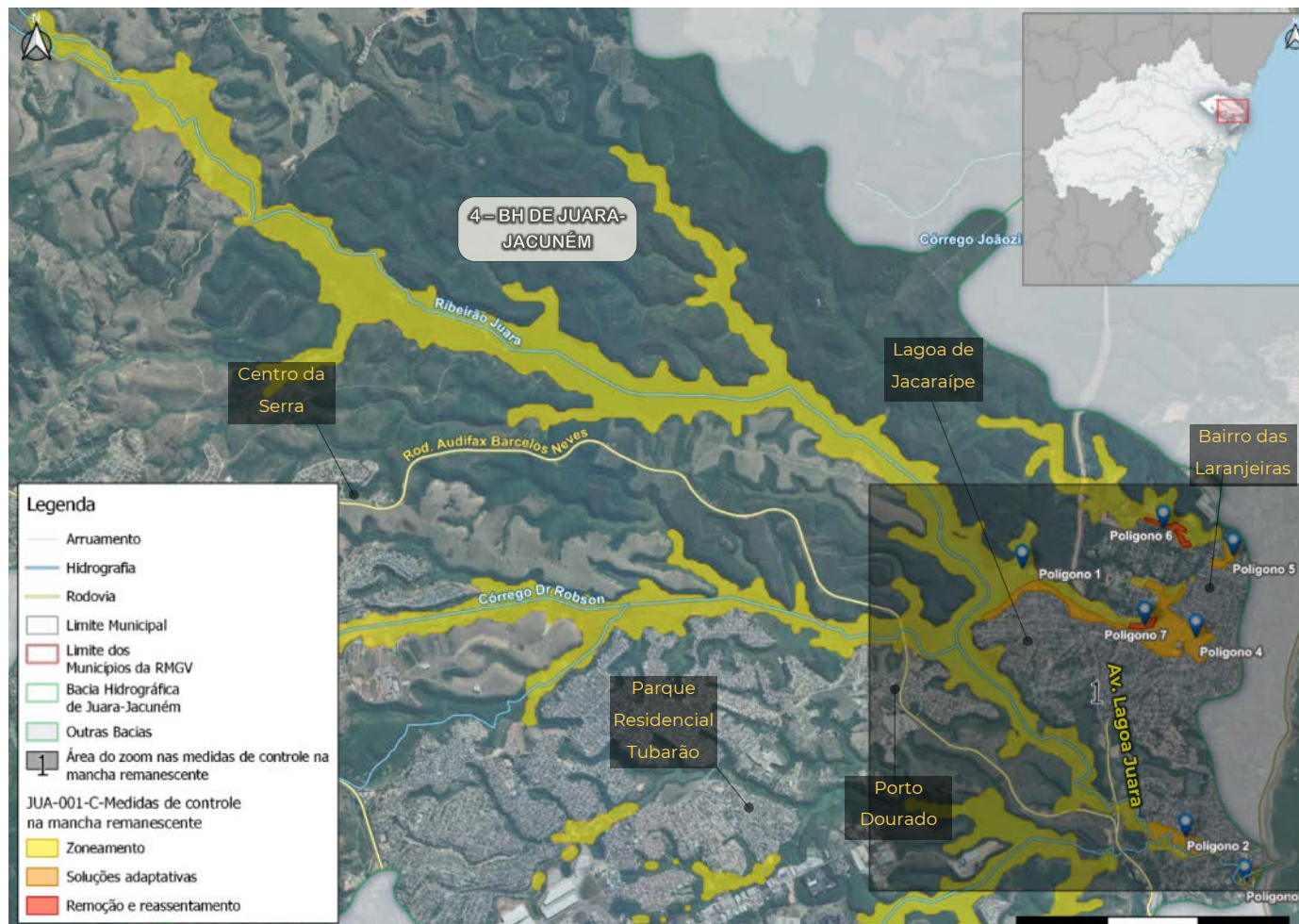


Figura 47 – Detalhamento da Intervenção JUA-001-C.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

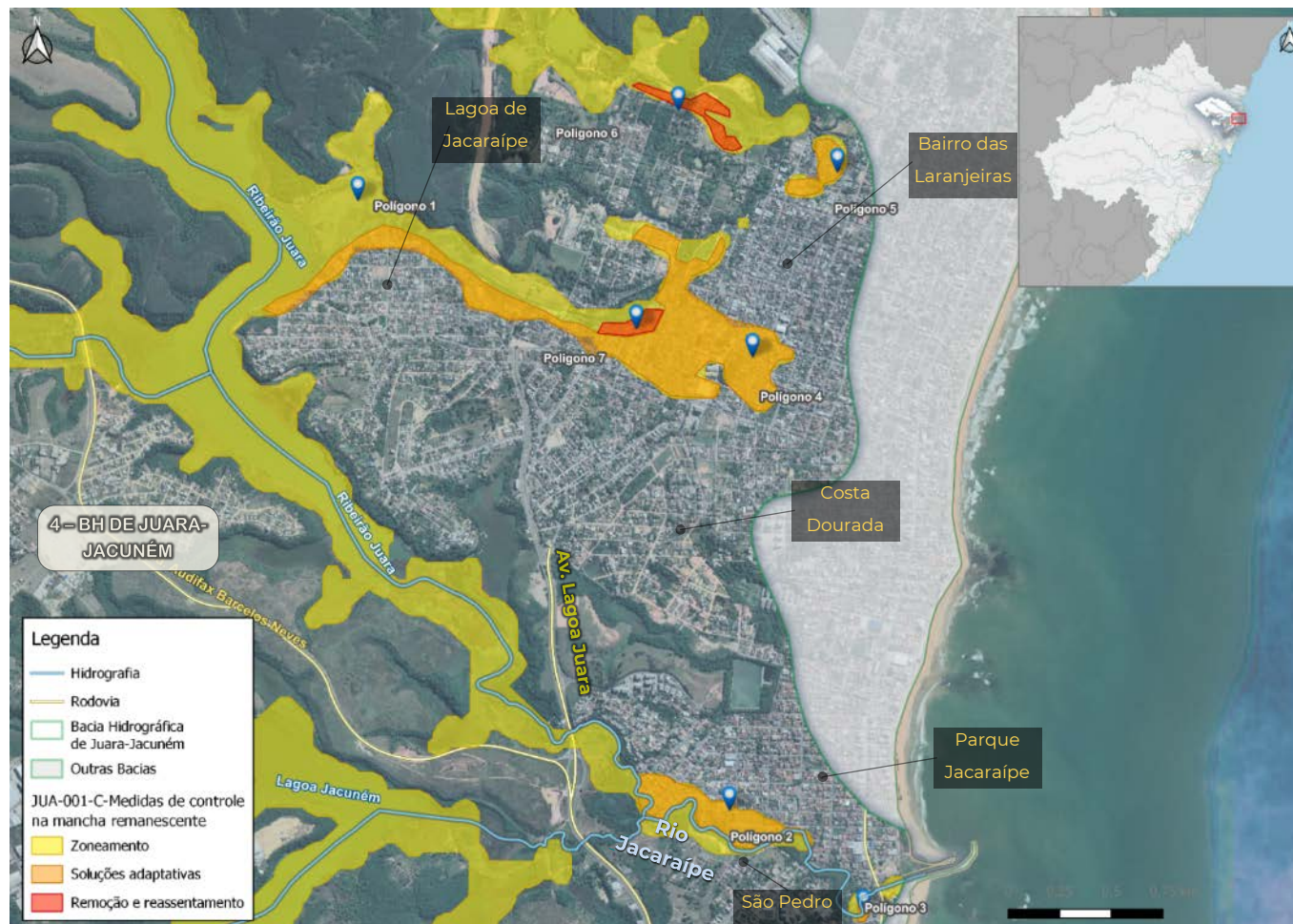


Figura 48 – Ampliação da Intervenção JUA-001-C (medidas de controle complementares).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.



Figura 49 – Detalhe da intervenção JUA-001-C – Indicação de Implantação de parques nas áreas remanescentes de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 27 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Jacuném.

Tabela 27 – Proposição do PDAU-RMGV para a Lagoa Jacuném

Código	Proposições	Dimensões
JAC-001-A	Medidas de controle na mancha do Prognóstico*.	<p>Polígono 1 – 3 Zoneamento;</p> <p>Polígono 2 – 2B soluções adaptativas (1,3 hectare);</p> <p>Polígono 3 – 1B Remoção e reassentamento (100 domicílios) + parque alagável (1,3 hectare);</p> <p>Polígono 4 – 1B Remoção e reassentamento (10 domicílios) + parque alagável (1,5 hectare),</p> <p>Polígono 5 – 1B Remoção e reassentamento (50 domicílios) + parque alagável (2,5 hectares);</p> <p>Polígono 6 – 2B Soluções adaptativas (0,4 hectare);</p> <p>Polígono 7 – 1B Remoção e reassentamento (40 domicílios) + parque alagável (0,8 hectare);</p> <p>Polígono 8 – 2B Soluções adaptativas (1,2 hectare)</p> <p>Polígono 9 – 1B Remoção e reassentamento (70 domicílios) + parque alagável (2,2 hectares);</p> <p>Polígono 10 – 1B Remoção e reassentamento (40 domicílios) + parque alagável (1,9 hectare).</p>

* Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 50, a seguir, a localização das intervenções propostas pelo PDAU-RMGV para a Lagoa Jacuném. A Figura 51 detalha a intervenção JAC-001-A e a Figura 52 destaca as áreas de requalificação para a implantação de parques.

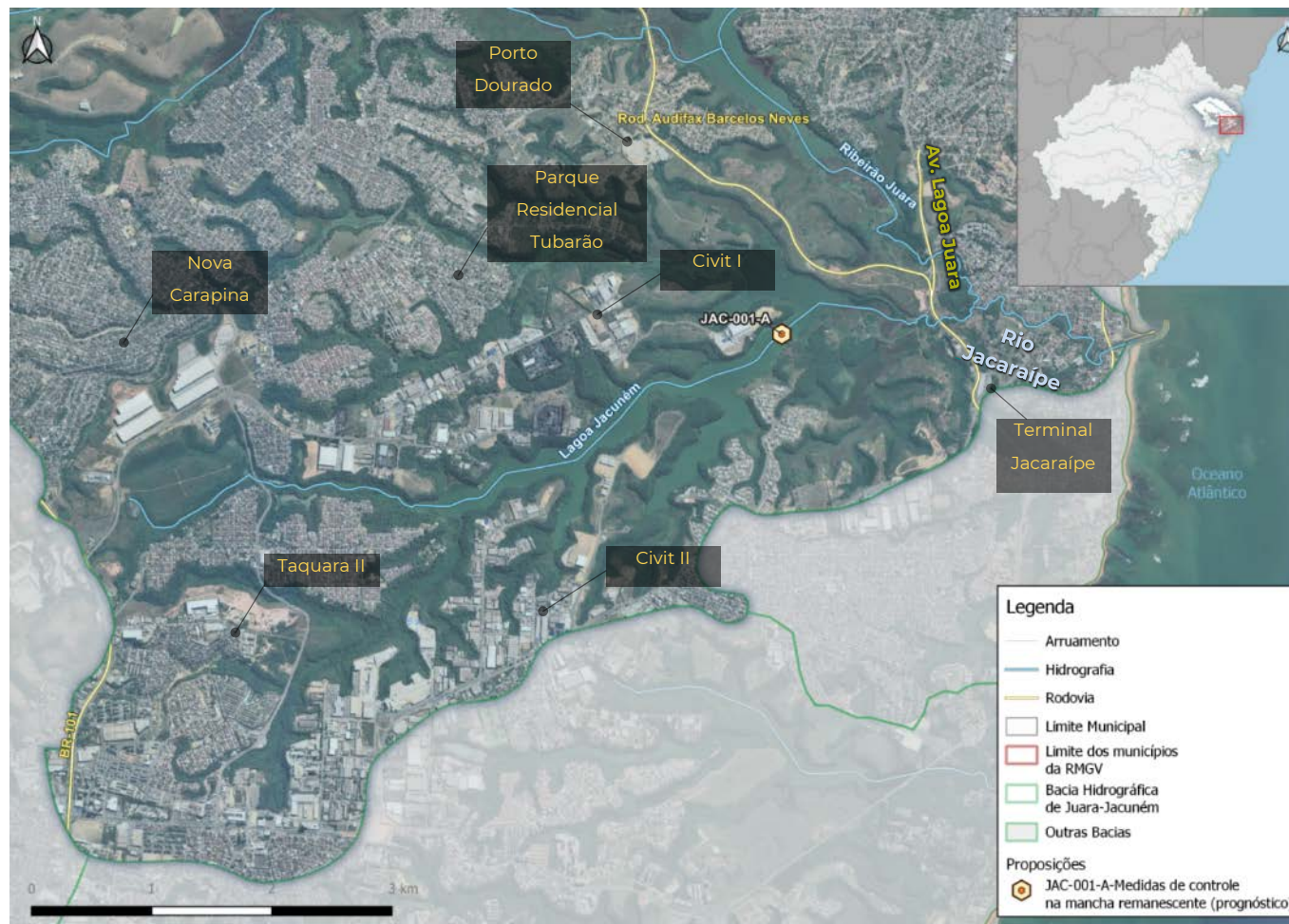


Figura 50 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném (com zoom na Lagoa Jacuném).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

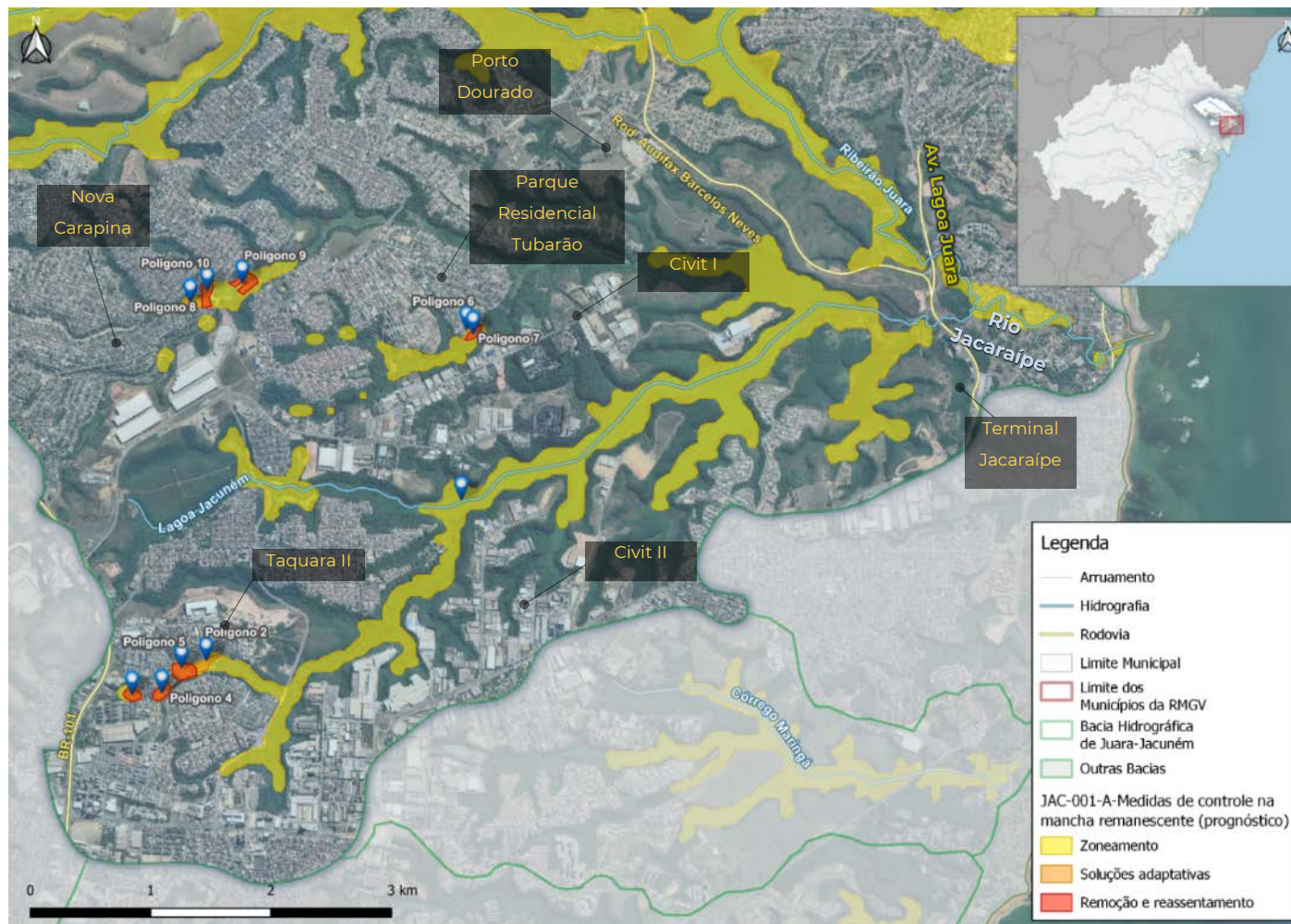


Figura 51 – Detalhamento da intervenção JAC-001-A.

Fonte: PDAU - RMGV



Figura 52 – Detalhe da intervenção JAC-001-A – Indicação da implantação de parque alagável nas áreas remanescentes de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 28, é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Doutor Róbson.

Tabela 28 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Doutor Róbson

Código	Proposições	Dimensões
ROB-001-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano. *	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 53; • Extensão = 15 m; • Seção retangular: base = 10,0 m; altura = 1,50 m; • Rugosidade especificada (Manning): 0,02.
ROB-001-B	Medidas de controle na mancha remanescente**.	Polígono 1 – 3 Zoneamento.

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente.

** Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 53 a seguir, a localização das intervenções propostas pelo PDAU-RMGV para o Córrego Doutor Róbson. A Figura 54 apresenta a comparação da mancha de inundação (com e sem intervenção). E, por fim, a Figura 55 detalha a intervenção ROB-001-B, destacando a área para o zoneamento de inundação.

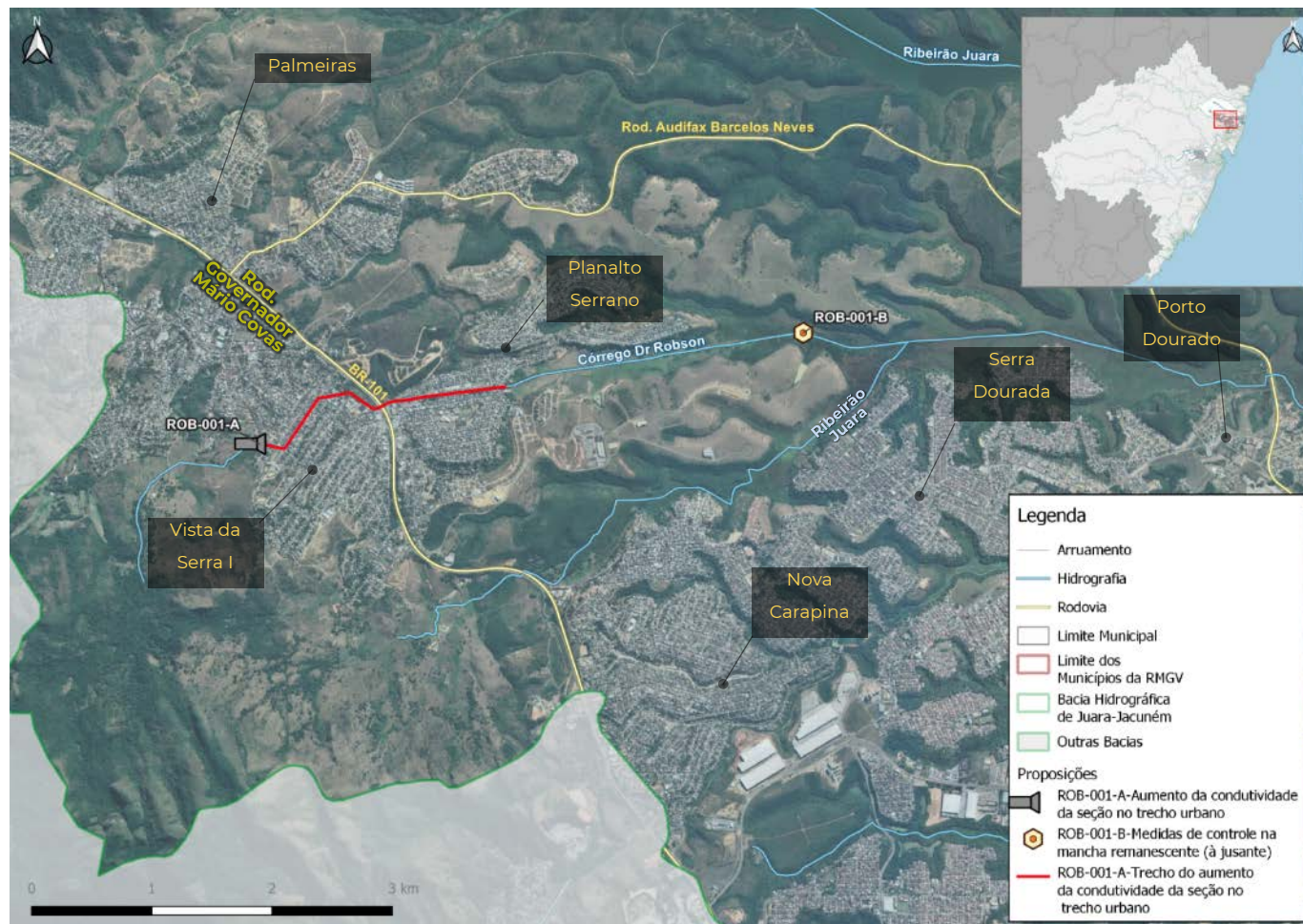


Figura 53 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação no Córrego Dr. Robson).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

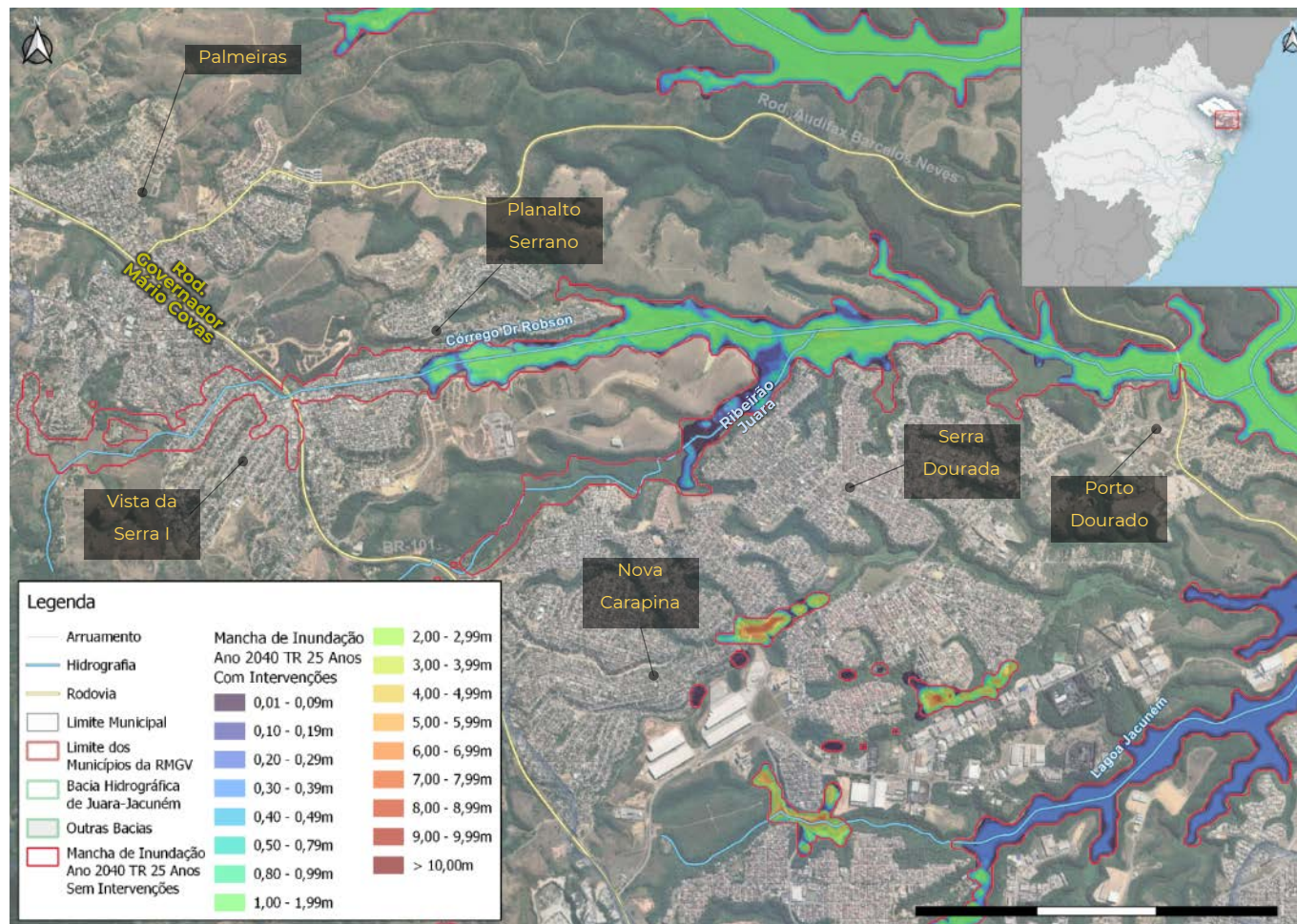


Figura 54 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném (ampliação no Córrego Dr. Robson).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Conforme apresentado na Figura 54, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Juara-Jacuném, no trecho superior do Córrego Dr. Robson, verifica-se que a área urbanizada dos bairros Vista da Serra e Planalto Serrano após a intervenção proposta, não será impactada pelos eventos de cheia de TR 25 anos.

Contudo algumas áreas livres, ou seja, sem ocupação urbana ainda apresentam manchas remanescentes, cerca 1.667 hectares de inundação. Para essas áreas, que ainda não possuem ocupação urbana, o PDAU indica o zoneamento de inundação, apresentado na Figura 55, a seguir.

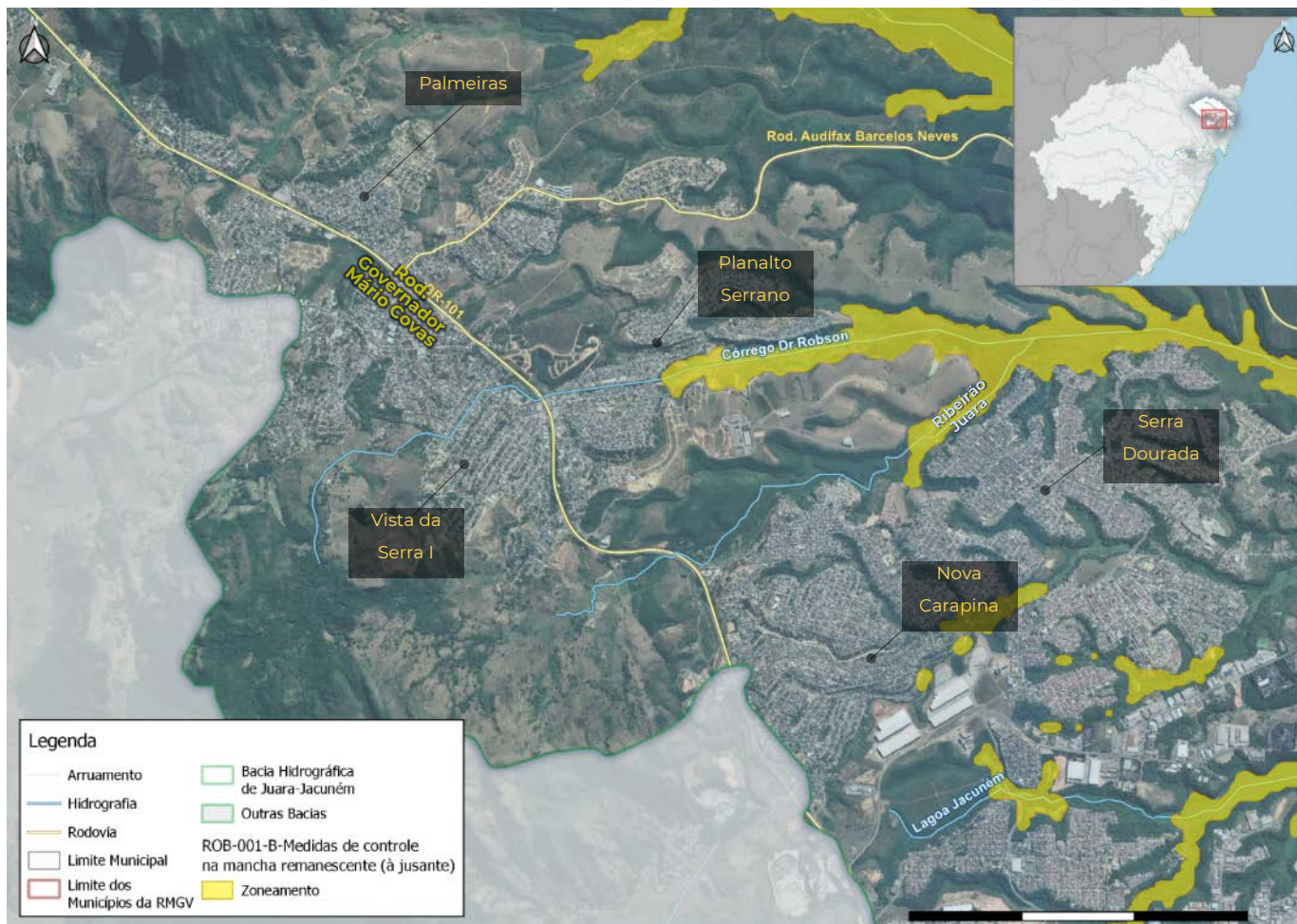


Figura 55 – Detalhamento da intervenção ROB-001-B.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.5 Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos

Na análise do prognóstico verificou-se que partes das populações dos bairros Novo Horizonte, Chácara Parreiral e do bairro de Manguinhos, onde se localiza a foz do Córrego Manguinhos, todos pertencentes ao município de Serra, são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação prognóstica é de 108 hectares e atinge aproximadamente 273 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 56, a seguir, apresenta a mancha de inundação do prognóstico para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.

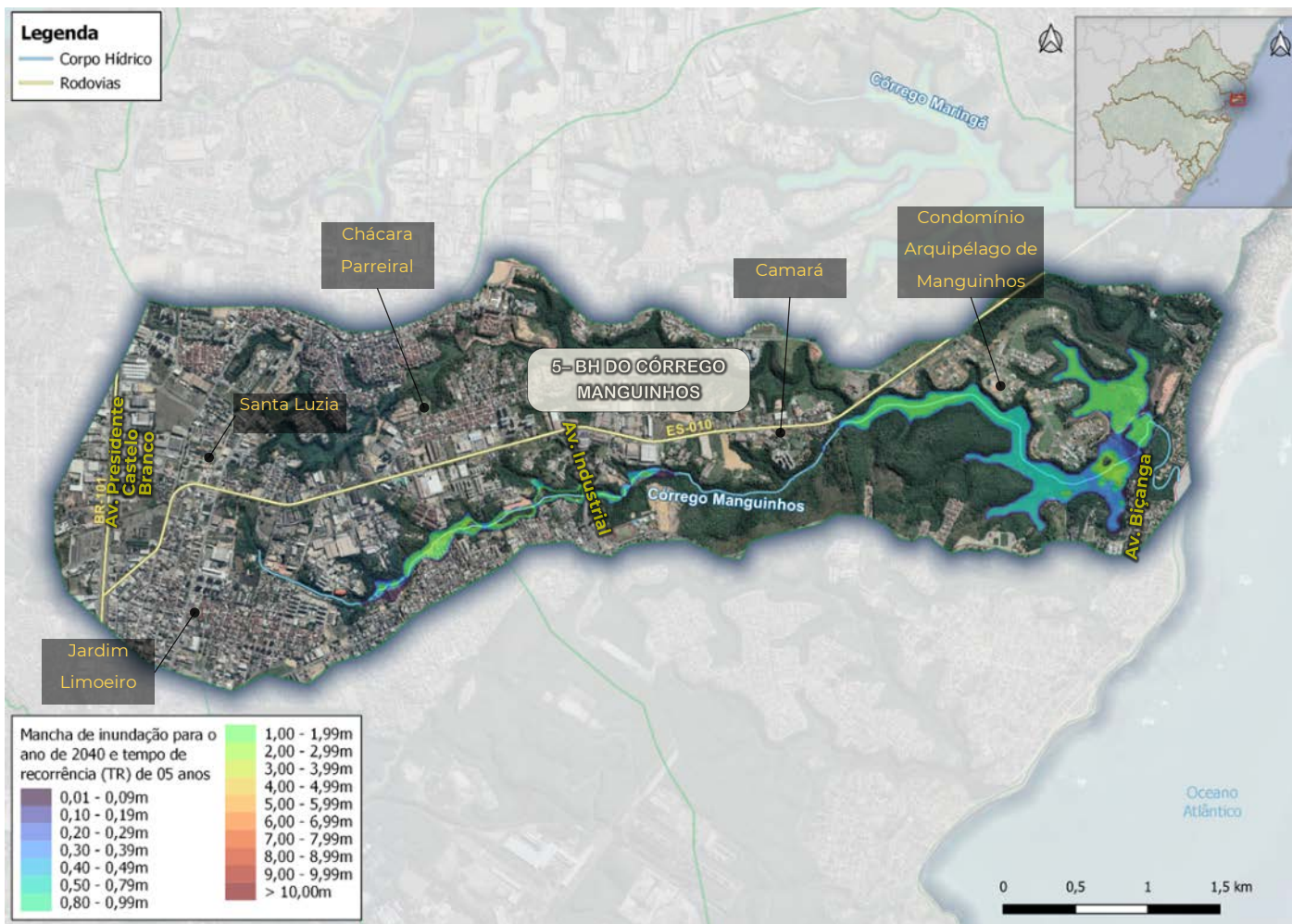


Figura 56 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia do Córrego Mangueiros.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 29 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.

Tabela 29 – Proposição do PDAU-RMG para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos

Código	Proposições	Dimensões
MAN-001-A	Aumento de condutividade de seção da ponte (Avenida Industrial).*	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 57; • Extensão aproximada: 40m; • Seção trapezoidal: base = 4,0 m; altura = 1,0 m e largura na superfície = 5,0 m; • Manning pré-intervenção: 0,05; • Manning pós-intervenção: 0,04.
MAN-001-B	Consolidação de seção em estrutura de proteção hidráulica (ponte Avenida Bicanga) **.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 57
MAN-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente***.	Polígono 1 – 3 Zoneamento.

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pela regularização da calha através da remoção de vegetação, rochas e detritos.

**A consolidação de seção se refere à manutenção das condições da seção existente, mediante simulação hidráulica, que demonstra que qualquer alteração nas condições existentes ocasionará impacto em áreas urbanizadas a jusante da seção.

*** Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 57 a seguir, a localização das intervenções propostas pelo PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos. A Figura 58 materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e TR de 25 anos com e sem as intervenções. Por fim, a Figura 59 detalha a intervenção MAN-001-C.

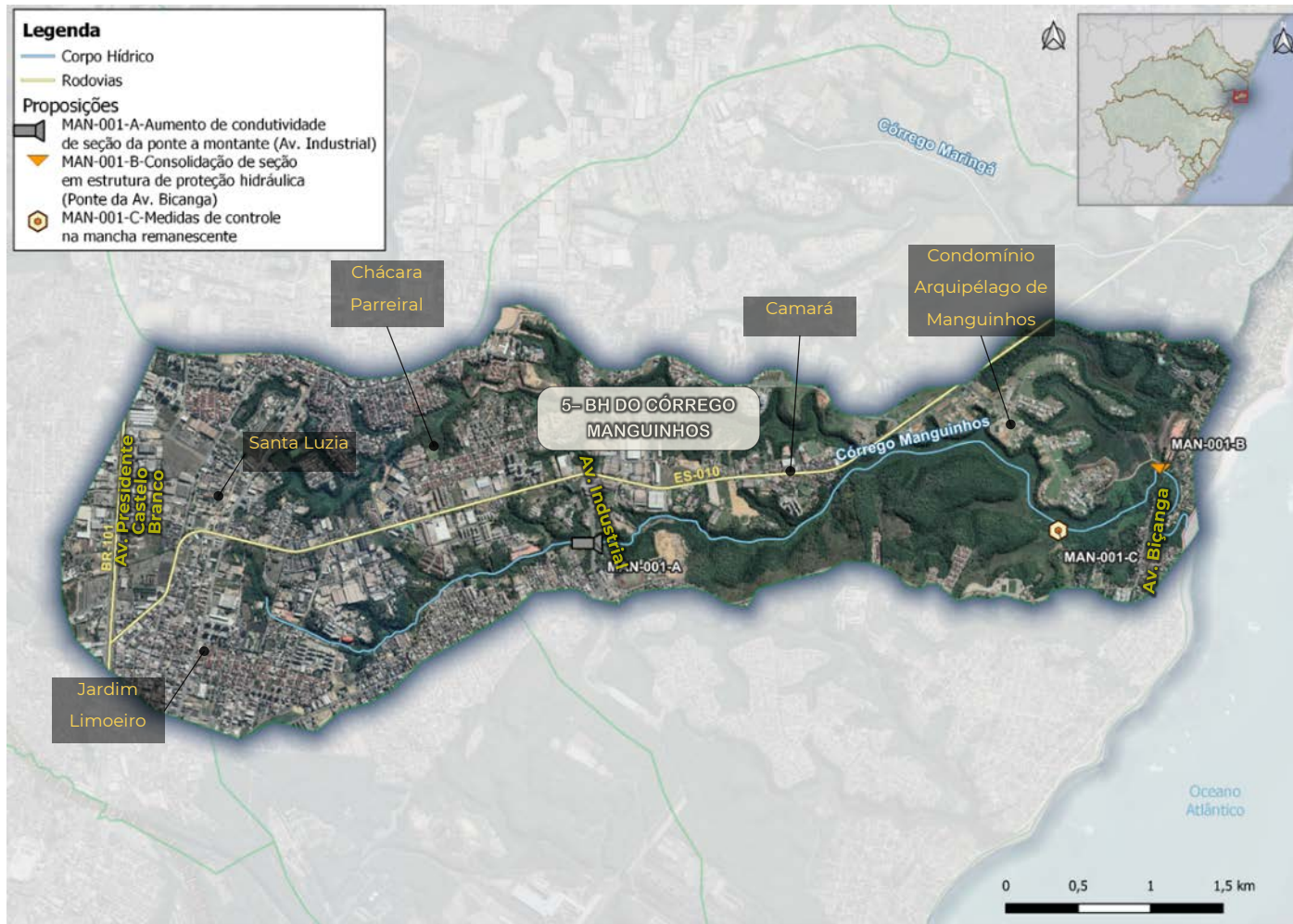


Figura 57 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

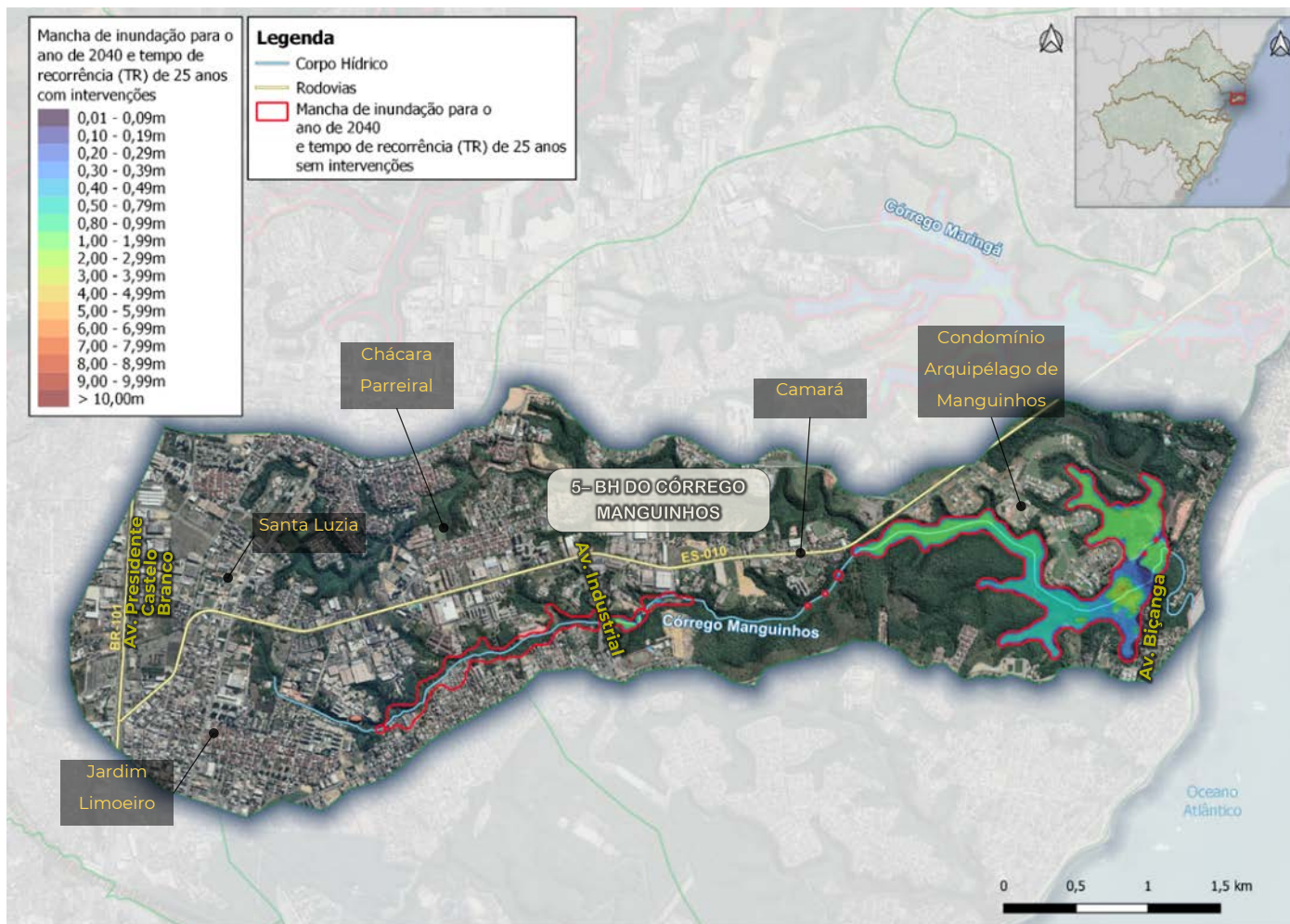


Figura 58 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 58, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha na região dos bairros Novo Horizonte e Chácara Parreiral, que apresentaram no prognóstico lâminas d'água em regiões próximas às margens do Córrego Manguinhos.

A jusante desses bairros, na região do bairro Manguinhos, a área da mancha se manteve dentro das áreas sem ocupação, cerca de 87ha de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação de medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 59, a seguir.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos.

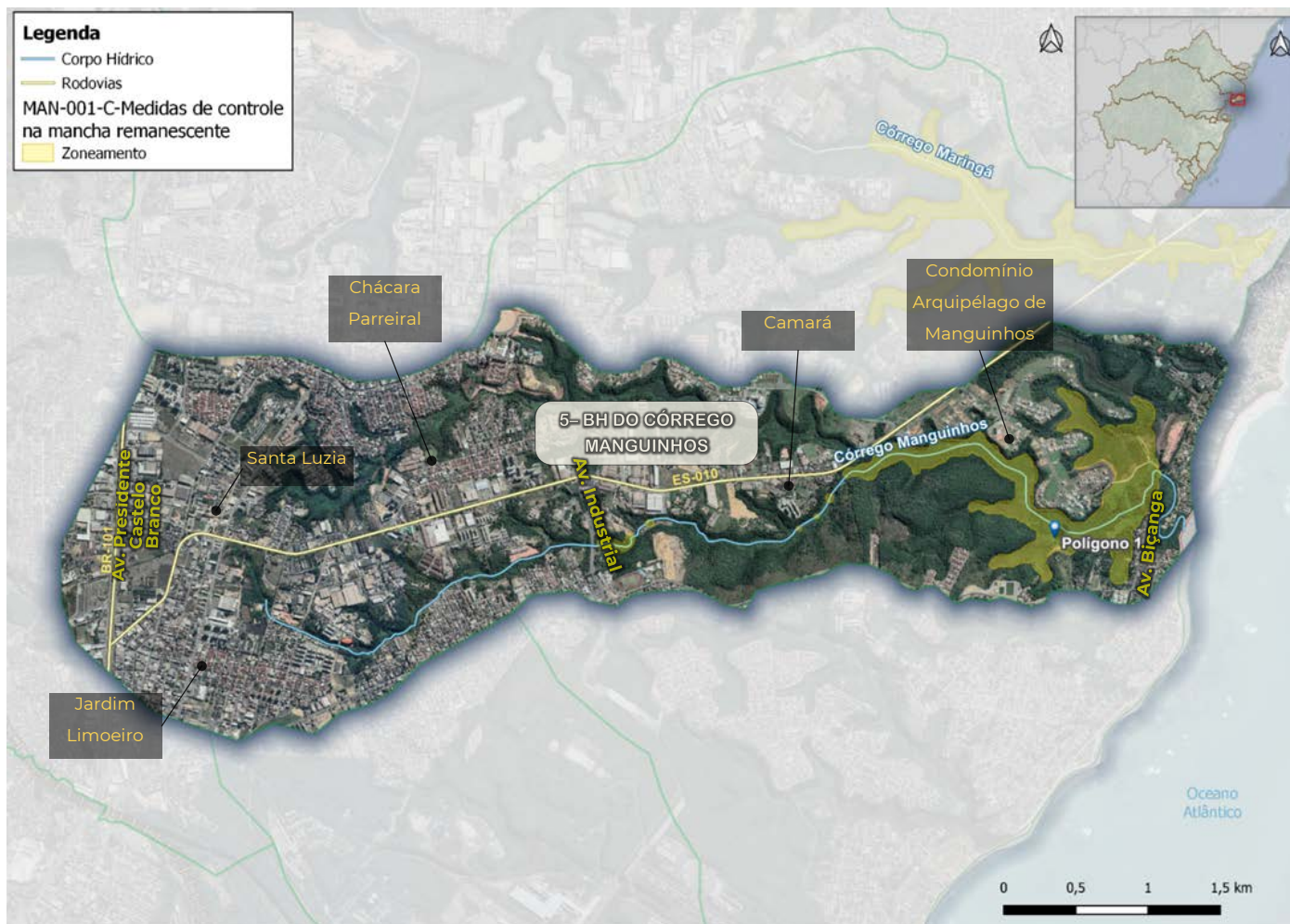


Figura 59 – Detalhamento da intervenção MAN-001-C.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.6 Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá

Na análise do prognóstico verificou-se que partes das populações dos bairros de Morada de Laranjeiras, Nova Zelândia e do bairro de Manguinhos, onde se localiza a foz do Córrego Maringá, todos pertencentes ao município de Serra, são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação prognóstica é de 101 hectares e atinge aproximadamente 13 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 60, a seguir, apresenta a mancha de inundação do prognóstico para a Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá.

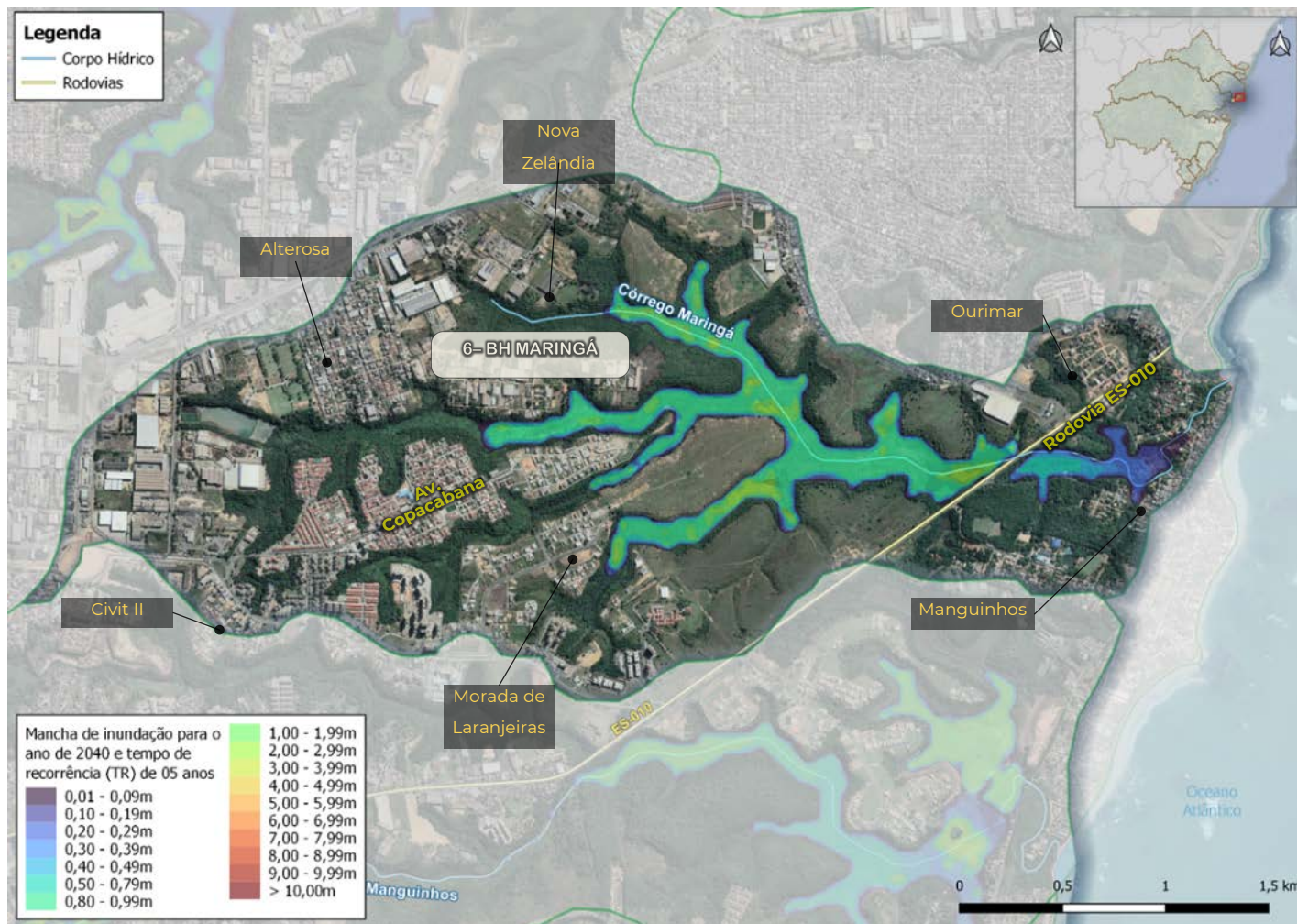


Figura 60 – Mancha de inundação prognóstica de tempo de recorrência 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia do Córrego Maringá.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 30 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá.

Tabela 30 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Maringá

Código	Proposições	Dimensões
MAR-001-A	Medidas de controle na mancha de inundação do Prognóstico*.	Polígono 1 – 3 Zoneamento; Polígono 2 – 2A Soluções adaptativas (1,5 hectare).

* Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Conforme mencionado anteriormente, a mancha de inundação do prognóstico apresenta uma área de 101ha. Ilustra-se, na Figura 61, a seguir, a localização das intervenções propostas pelo PDAU-RMGV para o Córrego Maringá. E, a Figura 62 apresenta o detalha a intervenção MAR-001-A.

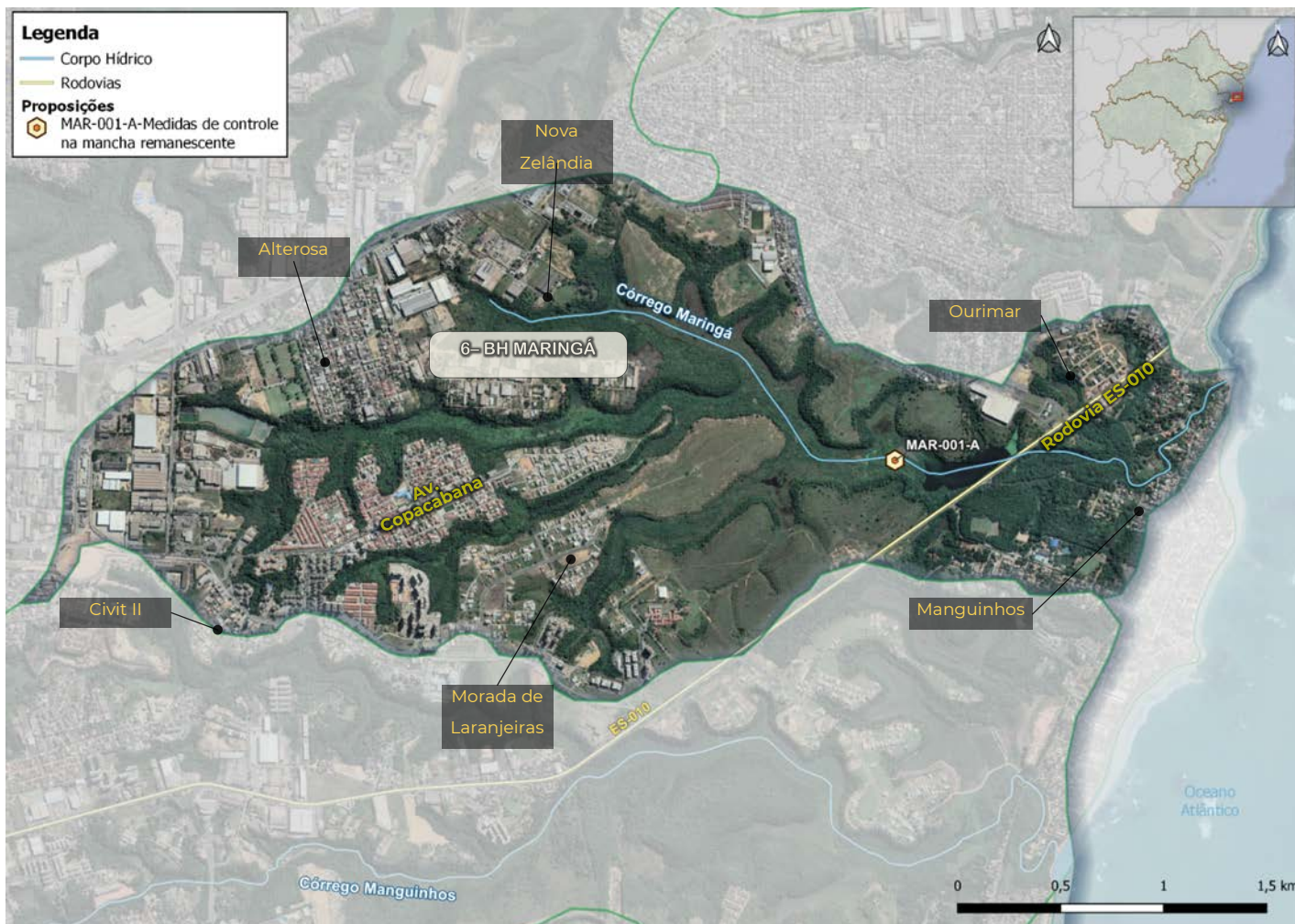


Figura 61 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

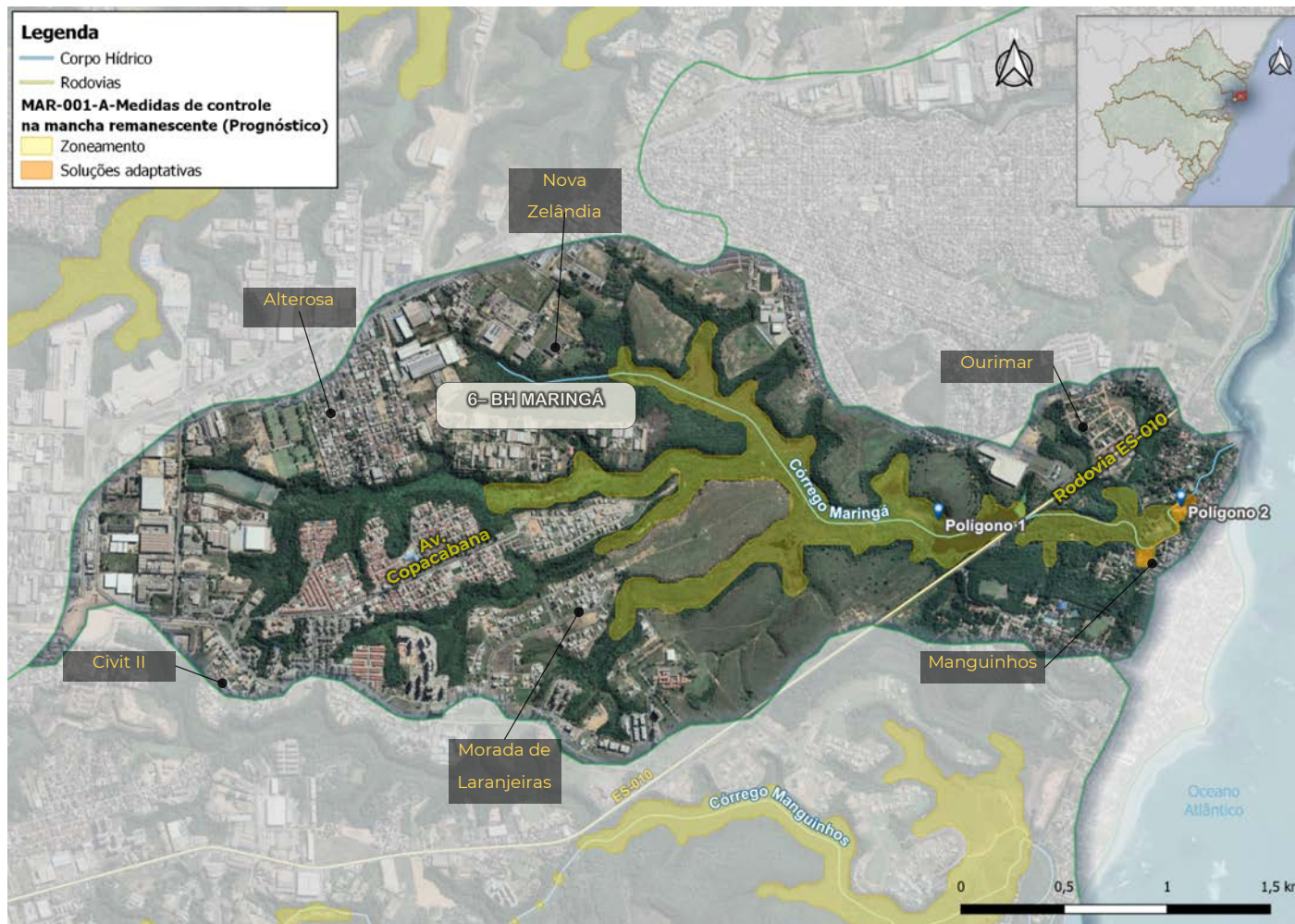


Figura 62 – Detalhamento da intervenção MAR-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.7 Bacia Hidrográfica de Jucú-Marinho

Na análise do prognóstico verificou-se que partes das populações dos bairros São Conrado, Praia dos Recifes, Vinte e Três de Maio, Barra do Jucú, Praia da Costa, Costa Azul, Itapuã, Coqueiral de Itaparica, Vista da Penha, Ilha dos Ayres, Cristóvão Colombo, Divino Espírito Santo, Cobilândia e Darly Santos no município de Vila Velha, são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 6.031 hectares e atinge aproximadamente 27.838 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

Por se tratar de uma bacia complexa de grande dimensão, para efeito das análises efetuadas durante os estudos do PDAU, a bacia foi dividida em cinco sub-bacias:

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

A Figura 63 a seguir apresenta essas sub-bacias.

Como alguns corpos hídricos possuem manchas de inundação que se conectam, foi necessária a distinção dos códigos entre as medidas de controle complementares 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). Além disso, por esse mesmo motivo, e devido às conexões provenientes das reversões de bombeamento, como é o caso da EBAP Gaivotas, que bombeia água do Canal da Costa para o Córrego Guaranhuns, e das EBAP's Cobilândia e Marilândia, que bombeiam da Bacia do Rio Aribiri para o Rio Marinho, as bacias do Rio Aribiri e do Canal da Costa foram incluídas na Bacia do Rio Jucú.

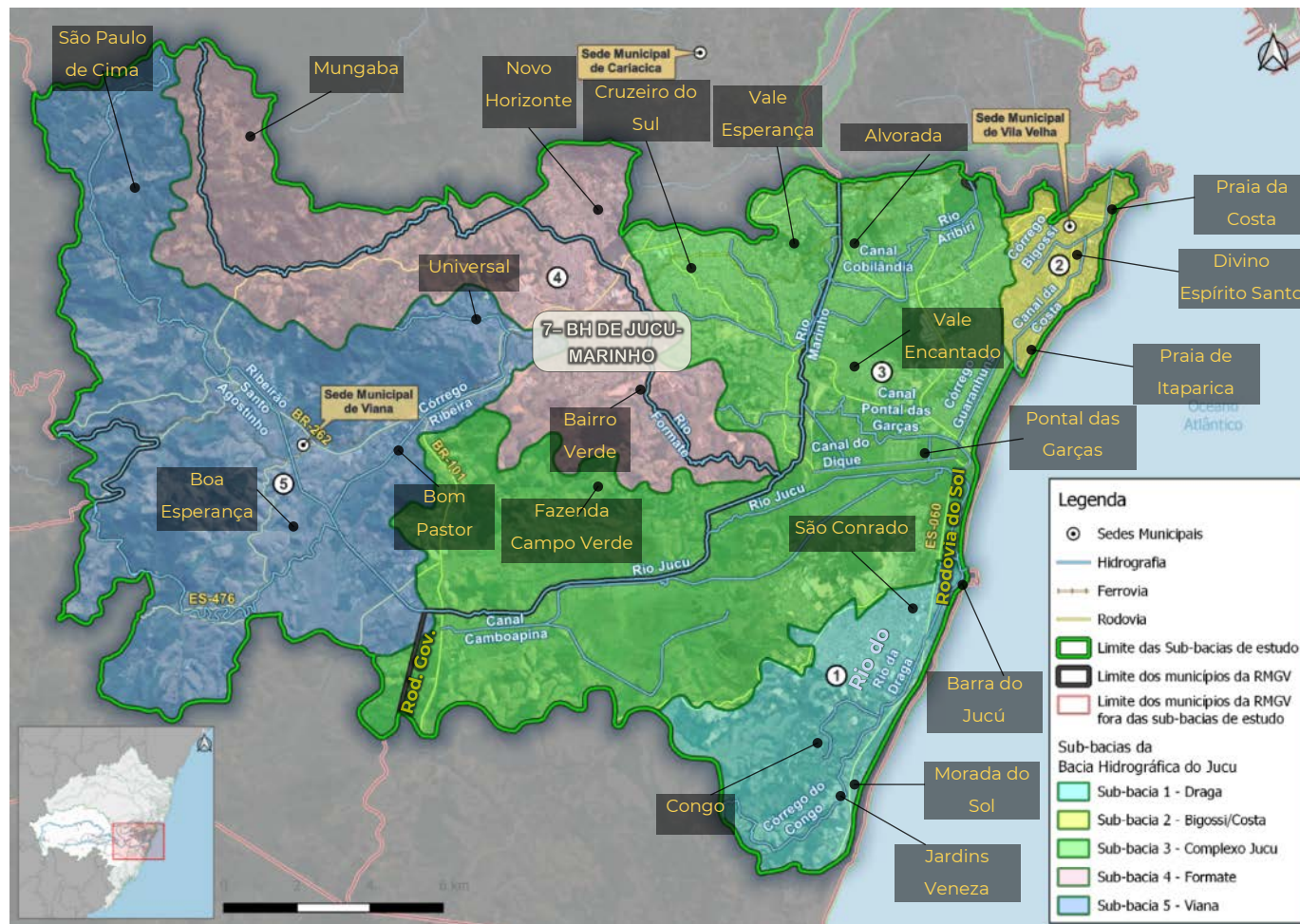


Figura 63 – Divisão das Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Jucú.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.7.1 Sub-bacia 1 - Draga

A seguir, na Tabela 31 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para Sub-bacia Hidrográfica Draga.

Tabela 31 – Proposição do PDAU-RMGV para a Sub-bacia Draga

Código	Proposições	Dimensões
DRA-002-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano.*	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 64;• Extensão aproximada: 3.800 m;• Manning pré-intervenção: 0,05;• Manning pós-intervenção: 0,02.
DRA-002-B	Consolidação das estruturas de controle das lagoas existentes.**	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 64;• Tipo de estrutura: bueiro celular simples;• Extensão = 12m;• Diâmetro = 1,20;• Material de revestimento: concreto;• Rugosidade especificada (Manning): 0,015;• Declividade: 0,005 m/m.
SUB1-002-A	Medidas de controle na mancha remanescente.***	Polígono 1 - 3 Zoneamento. Polígono 2 – 2B Soluções adaptativas (5,1 hectares); Polígono 3 – 1B Remoção e reassentamento (10 domicílios) + parque alagável (1,4 hectare); Polígono 4 - 2B Soluções adaptativas (13,8 hectares); Polígono 5 - 2B Soluções adaptativas (2,2 hectares).

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pela regularização da calha através da remoção de vegetação, rochas e detritos.

** A consolidação de seção se refere à manutenção das condições da seção existente, mediante simulação hidráulica, que demonstra que qualquer alteração nas condições existentes ocasionará impacto em áreas urbanizadas a jusante da seção.

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

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 64 a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para a Sub-bacia do Rio–Draga. A Figura 65 apresenta a comparação das manchas de inundação com e sem as intervenções. Por fim, a Figura 66 detalha a intervenção SUB1-002-A e a Figura 67 apresenta os limites das áreas para a requalificação urbana e implantação de parques.



Figura 64 – Resumo das intervenções propostas bacía hidrográfrica do Jucú – Sub-bacia 1 – Draga.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

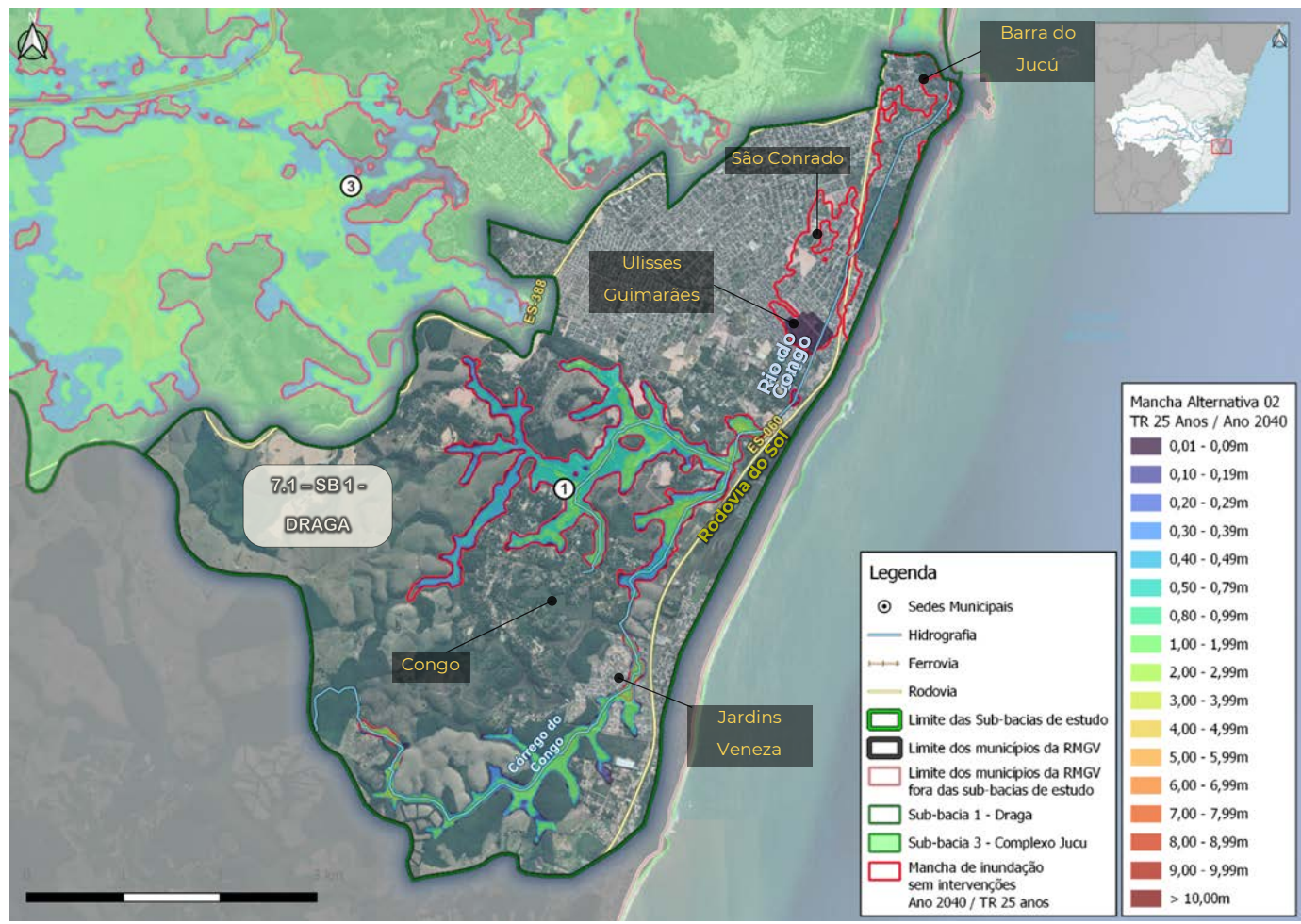


Figura 65 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – Sub-bacia 1 – Draga.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Conforme apresentado na Figura 65, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Sub-bacia do Rio-Draga, verifica-se que houve a extinção de grande parte da mancha observada no prognóstico na região urbanizada da bacia, nos bairros São Conrado, Praia dos Recifes, Vinte e Três de Maio e Barra do Jucú, restando apenas uma pequena área no bairro Vinte e Três de Maio com lâminas máximas de 0,09m para o tempo de recorrência de 25 anos. Além disso, as regiões a montante da área urbanizada, que possuem características para o acúmulo natural das águas, foram mantidas e consolidadas pelo PDAU.

Contudo, o resultado das simulações das medidas estruturais ainda apresentou manchas remanescentes, cerca de 5.460 hectares de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação de medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 66 e Figura 67, a seguir.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos.

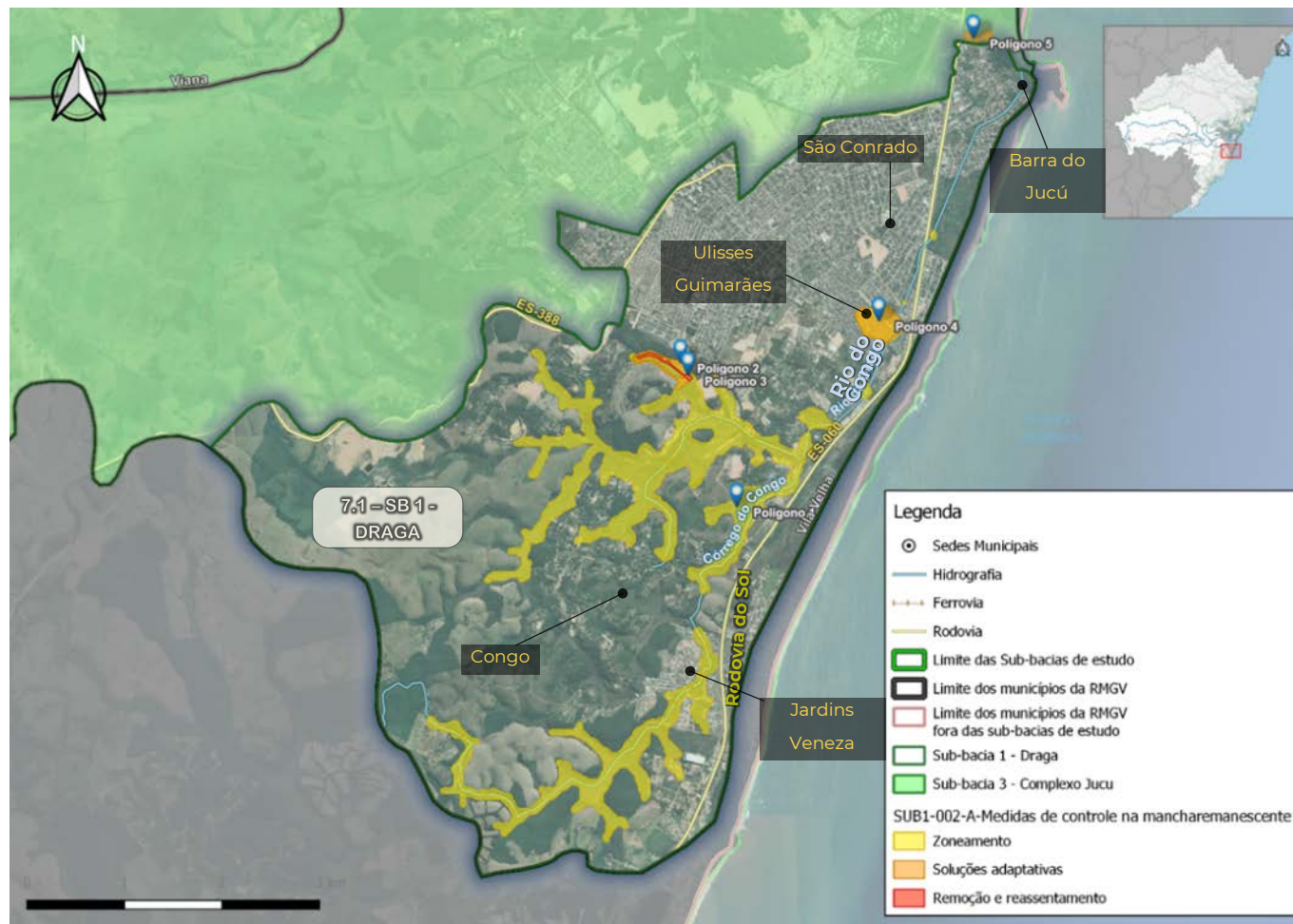


Figura 66 – Detalhamento da intervenção SUB1-002-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

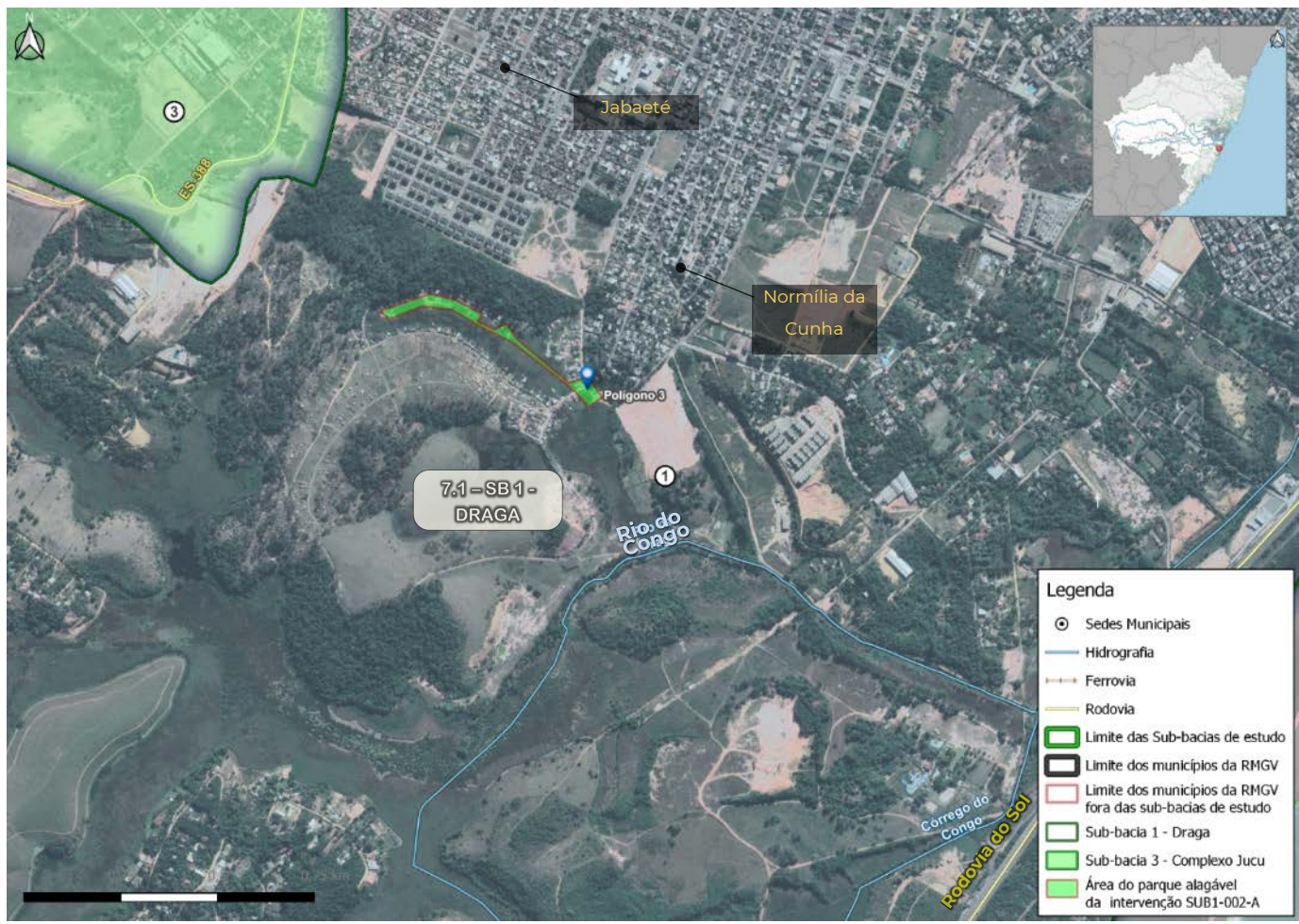


Figura 67 – Detalhe da intervenção SUB1-002-A – Consolidação de parque alagável nas áreas de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.7.2 Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa

A seguir, na Tabela 32 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Bigossi.

Tabela 32 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Bigossi

Código	Proposições	Dimensões
BIG-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento linear.	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 68;• Tipo: reservatório de detenção fechado;• Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem;• Volume: 22.100 m³;• Área: 7.400 m²;• Processo de esgotamento: por bombeamento;• Vazão de bombeamento: 5 m³/s;• Revestimento: concreto.
BIG-002-B	Aumento da capacidade de bombeamento da EBAP Bigossi.	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 68;• Capacidade total de 7,5 m³/s.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Na Tabela 33 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Canal da Costa.

Tabela 33 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal da Costa

Código	Proposições	Dimensões
COS-002-A	Desativação da EBAP Élcio Alvares.	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 68.
COS-002-B	Implantação de reservatório de amortecimento linear.	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 68;• Tipo: reservatório de detenção fechado;• Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem;• Volume total: 94.840 m³ (distribuído nas duas margens);• Profundidade: 3,0 m;• Processo de esgotamento: por bombeamento;• Vazão de bombeamento: 2,2 m³/s;• Revestimento: concreto.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 68, a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para a Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa. E, na sequência a Figura 69 apresenta a comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para o ano 2040 e TR de 25 anos.

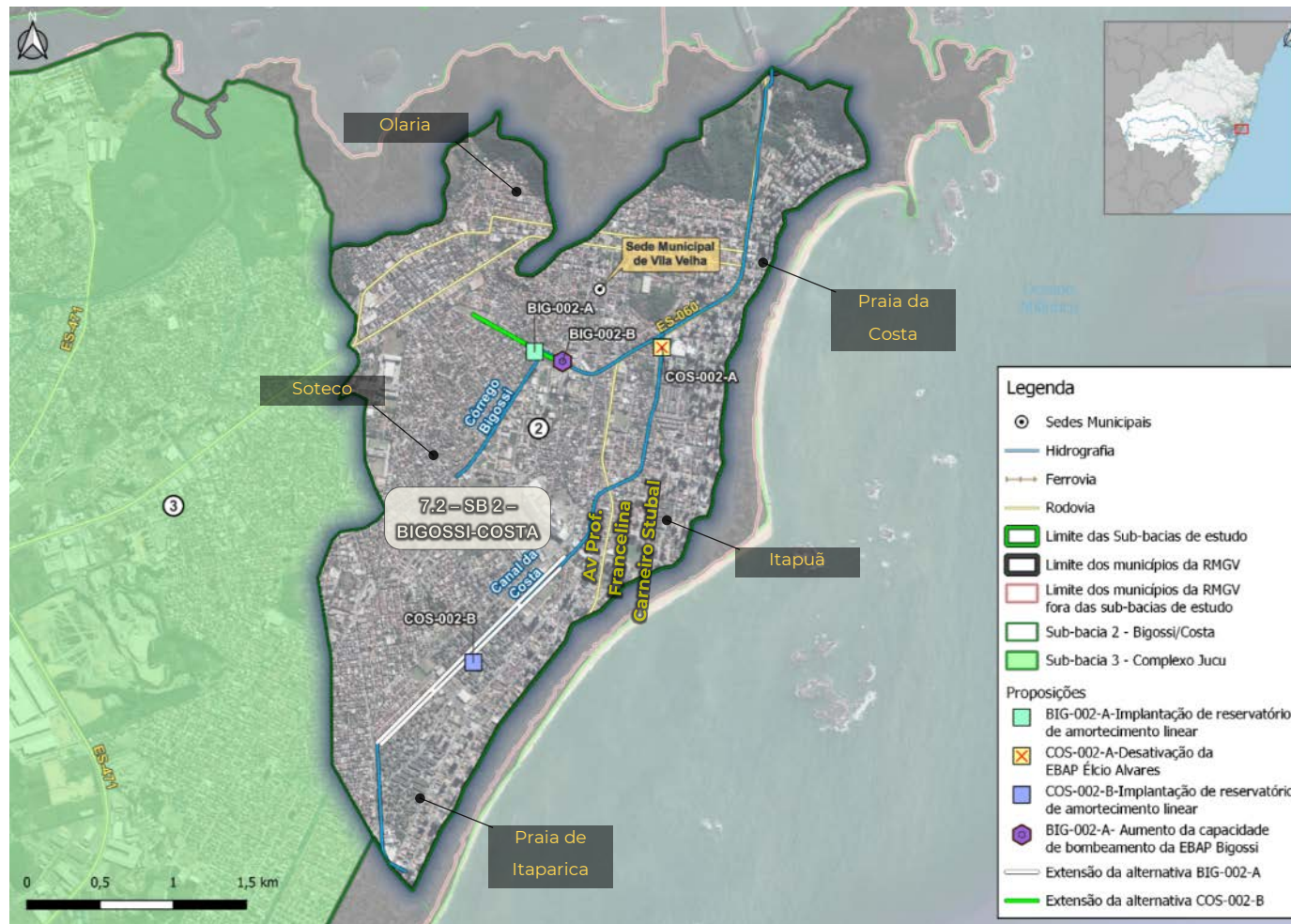


Figura 68 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

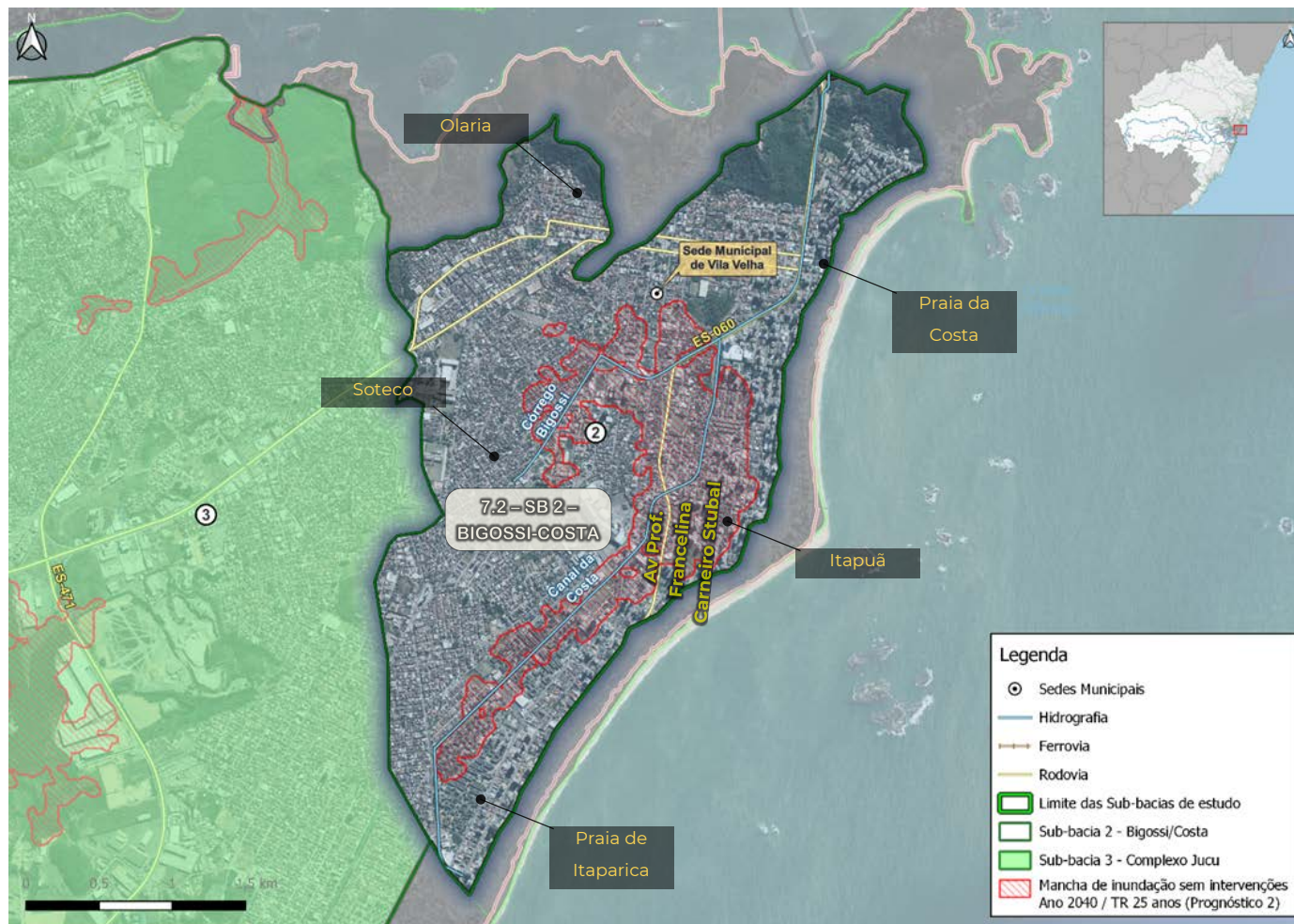


Figura 69 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções – Sub-bacia 2 – Bigossi-Costa.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Conforme apresentado na Figura 69, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Sub-bacia Hidrográfica Bigossi - Costa, verifica-se que houve a extinção da mancha de prognóstico, que estava presente nos bairros Praia da Costa, Costa Azul, Itapuã, Coqueiral de Itaparica, Vista da Penha, Ilha dos Ayres, Cristóvão Colombo e Divino Espírito Santo. Com a extinção total da mancha não é necessária a proposição de medidas de controle complementares.

6.3.7.3 Sub-bacia 3 – Complexo Jucú

Rio Marinho e Canal Marinho

Na Tabela 34 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Marinho.

Tabela 34 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Marinho

Código	Proposições	Dimensões
MARIN-002-A	Implantação de reservatório de amortecimento em linha.	<ul style="list-style-type: none">• Localização: ver Figura 70;• Tipo: reservatório de detenção aberto;• Posição: em linha com o sistema de drenagem;• Volume de escavação aproximado: 1.160.746,00 m³;• Área: 426.756,00 m²;• Profundidade média: 2,72 m;• Processo de esgotamento: por gravidade;• Revestimento do fundo: natural sem revestimento;• Revestimento das paredes: natural sem revestimento.
SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente.**	<ul style="list-style-type: none">Polígono 1 – 3 Zoneamento;Polígono 2 - 2B Soluções Adaptativas (12,0 hectares);Polígono 3 - 2B Soluções adaptativas (1,5 hectare);Polígono 4 - 2B Soluções adaptativas (5,1 hectares);Polígono 5 - 2B Soluções adaptativas (8,9 hectares);Polígono 6 - 2B Soluções adaptativas (1,4 hectare);Polígono 7 - 2B Soluções adaptativas (0,7 hectare).

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

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 70, a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para o Rio Marinho e a Figura 71 detalha a intervenção SUB3-002-A.

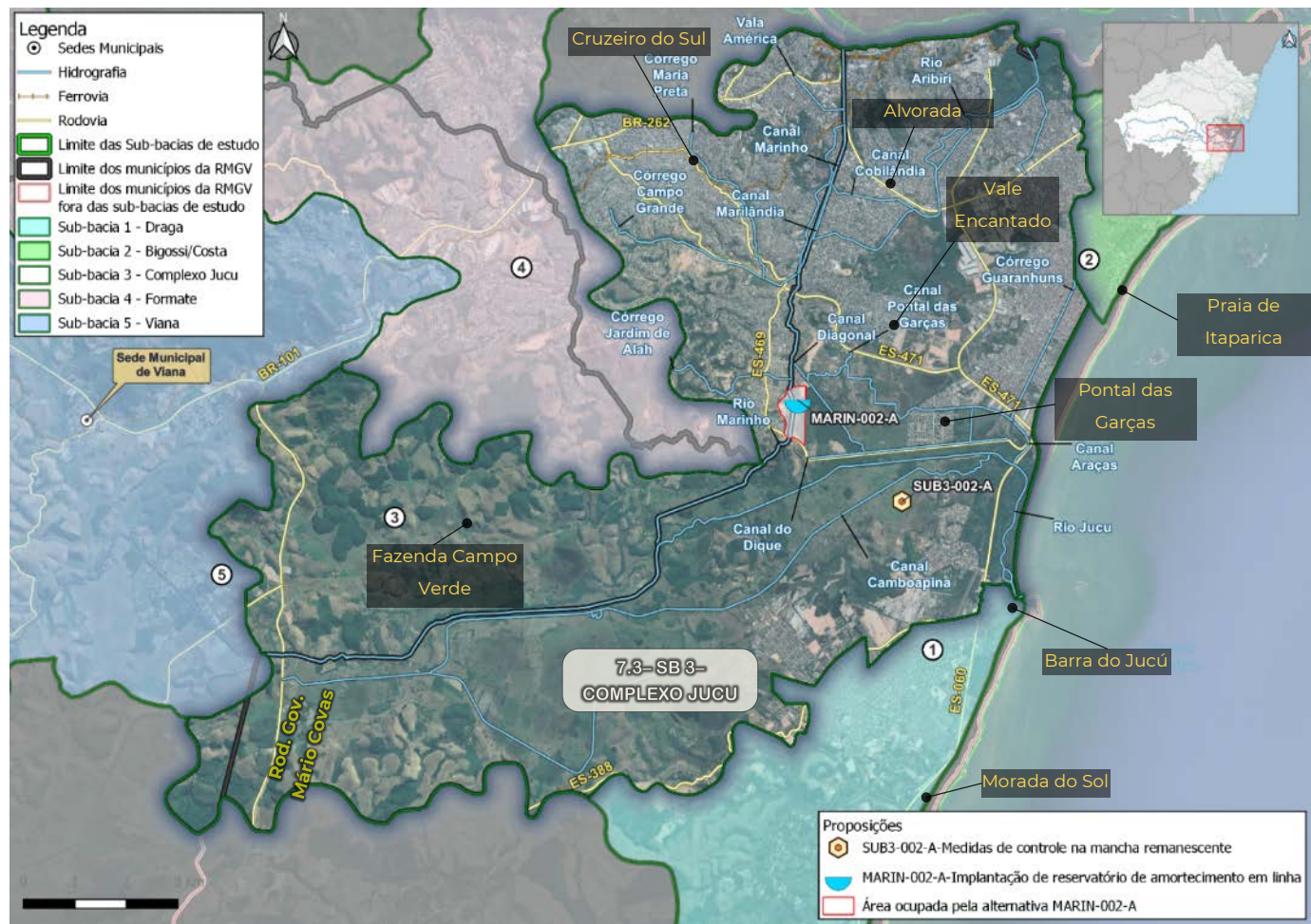


Figura 70 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 3 – Complexo Jucú.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

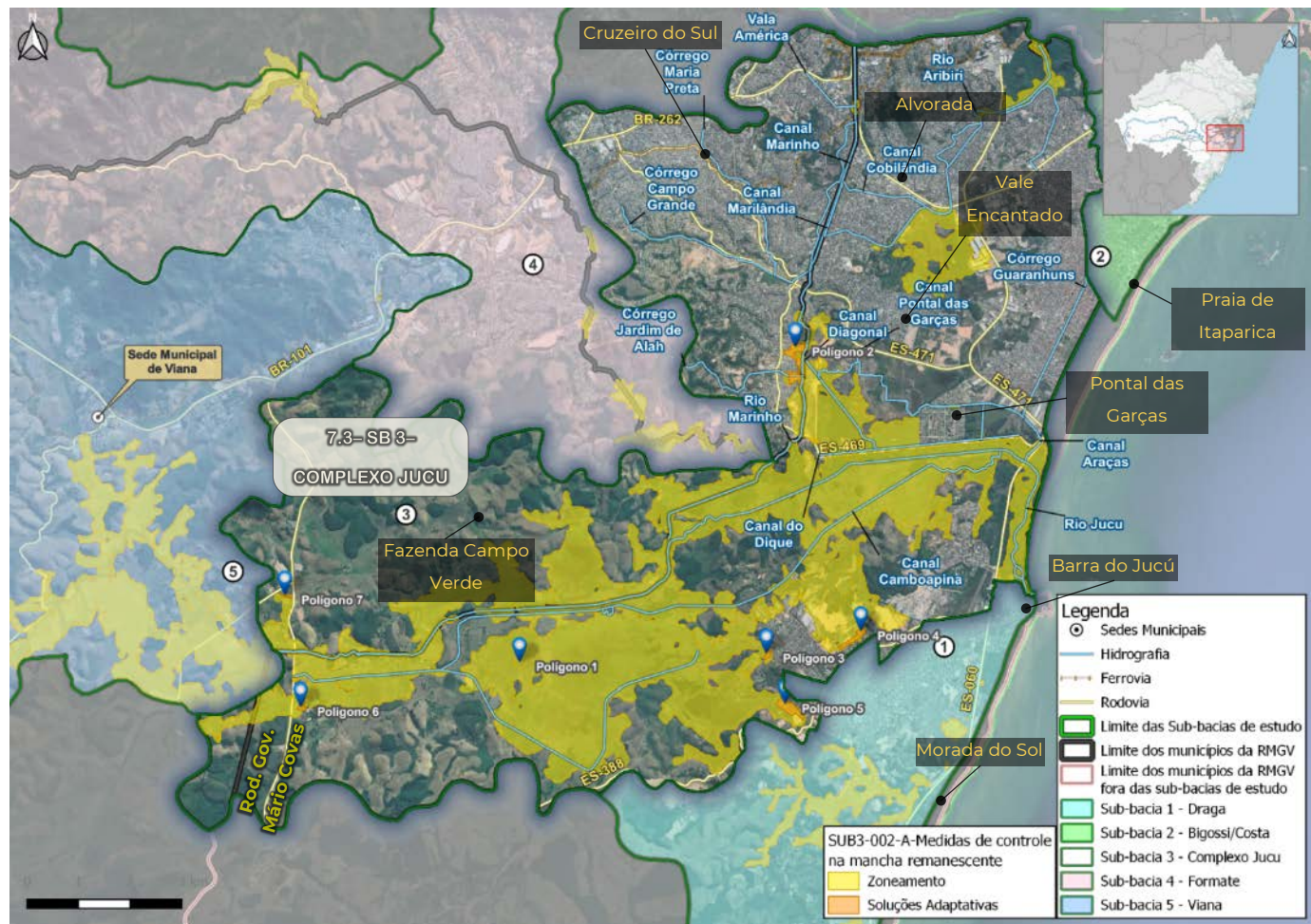


Figura 71 – Detalhamento da intervenção SUB3-002-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Rio Aribiri e Canal Aribiri

Na Tabela 35 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Aribiri.

Tabela 35 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Aribiri

Código	Proposições	Dimensões
SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente.	Idem Tabela 34

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

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Canal Cobilândia

A seguir, na Tabela 36 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Canal Cobilândia.

Tabela 36 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Cobilândia

Código	Proposições	Dimensões
COB-002-A	Remoção de ligação do canal Cobilândia com o Canal Marinho.	• Localização: ver Figura 72.
SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente.	Idem Tabela 34.

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

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 72 a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para o Canal Cobilândia.

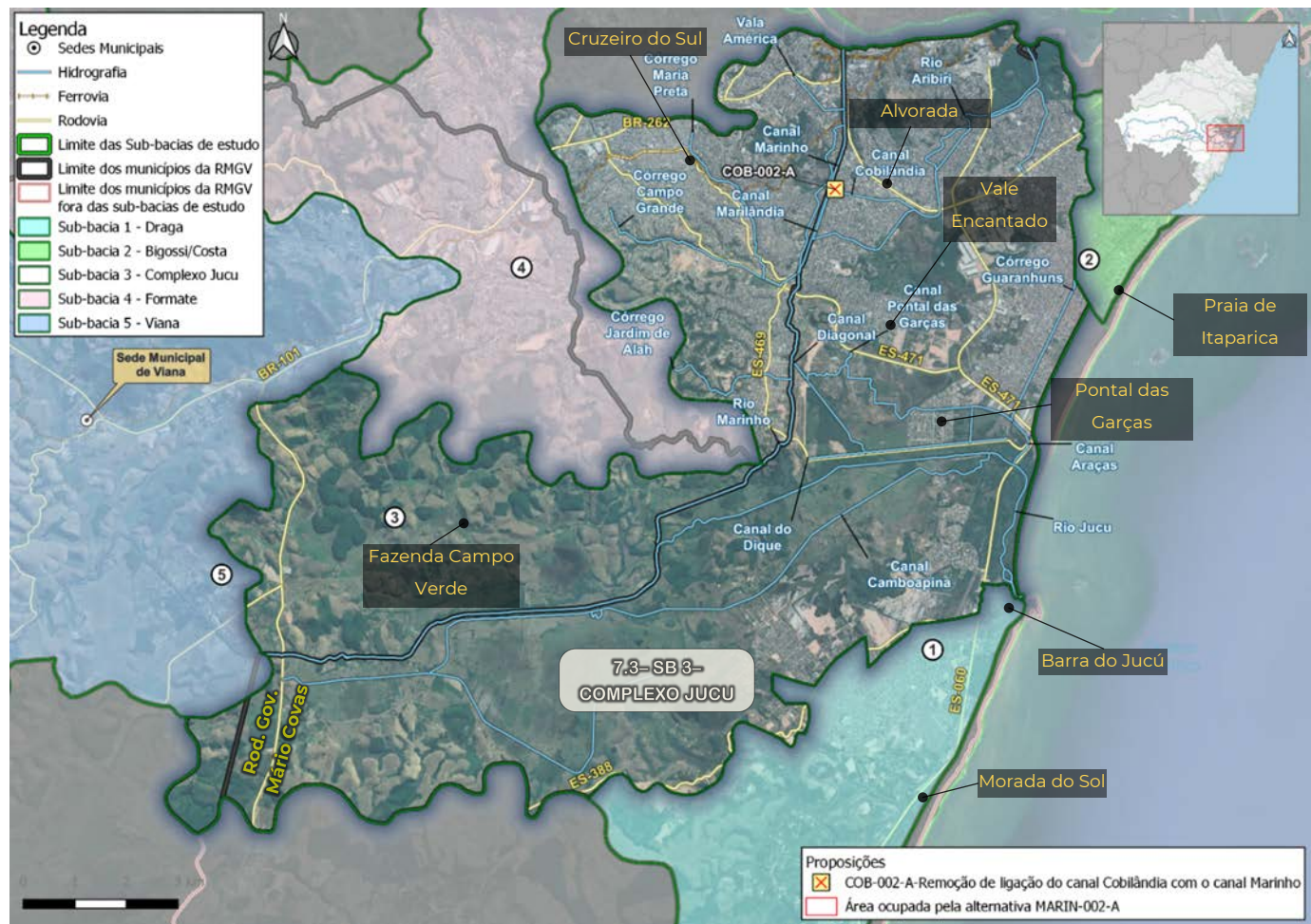


Figura 72 – Resumo das intervenções propostas bacia hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 3 – Complexo Jucú (Canal Cobilândia).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Canal Guaranhuns

A seguir, na Tabela 37 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Canal Guaranhuns.

Tabela 37 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Guaranhuns

Código	Proposições	Dimensões
SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente.	Idem Tabela 34.

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

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 38 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Canal do Dique.

Tabela 38 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal do Dique

Código	Proposições	Dimensões
SUB3-002-A*	Medidas de controle na mancha remanescente.	Idem Tabela 34.

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

Fonte: PDAU – RMGV, 2022

Ilustra-se, na Figura 73 a seguir, a comparação da mancha de inundação com e sem intervenção.

Conforme apresentado na Figura 73 comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Jucú, verifica-se que foram eliminadas as manchas nos bairros Cobilândia e Darly Santos antes atingidos pelos eventos de TR 25 anos.

6.3.7.4 Sub-bacia 4 – Rio Formate

A seguir, na Tabela 39 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Formate.

Tabela 39 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Formate

Código	Proposições	Dimensões
SUB4-001-A*	Medidas de controle na mancha do Prognóstico 2 (prognóstico atualizado).**	Polígono 1 – 3 Zoneamento; Polígono 2 – 1B Remoção e reassentamento (20 domicílios) + parque alagável (1,8 hectare).

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

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 74, a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para a Sub-bacia 4 – Rio Formate. A Figura 75 detalha a intervenção SUB4-001-A e a Figura 76 apresenta as áreas de requalificação urbana e implantação de parques.

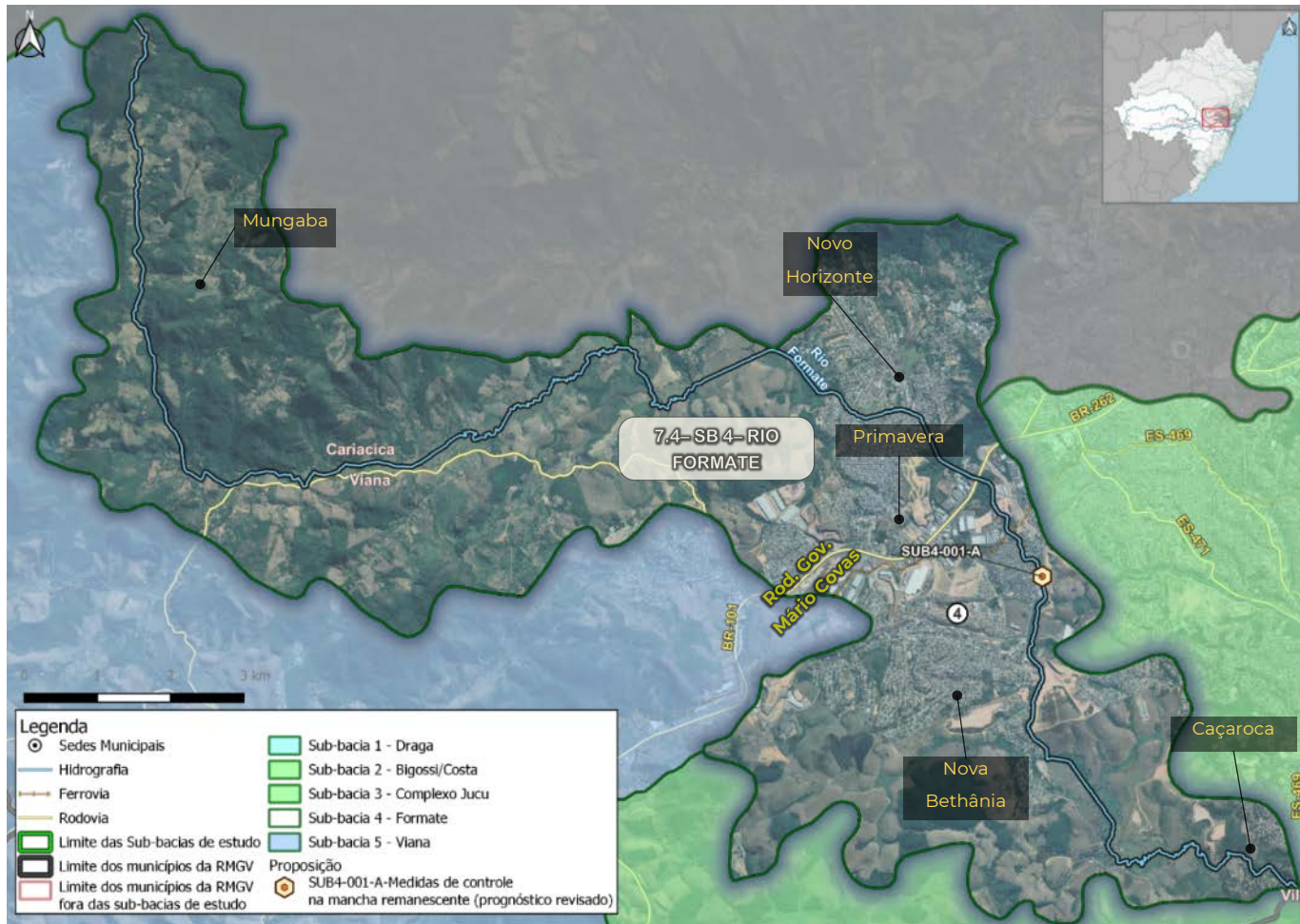


Figura 74 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 4 – Rio Formate.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

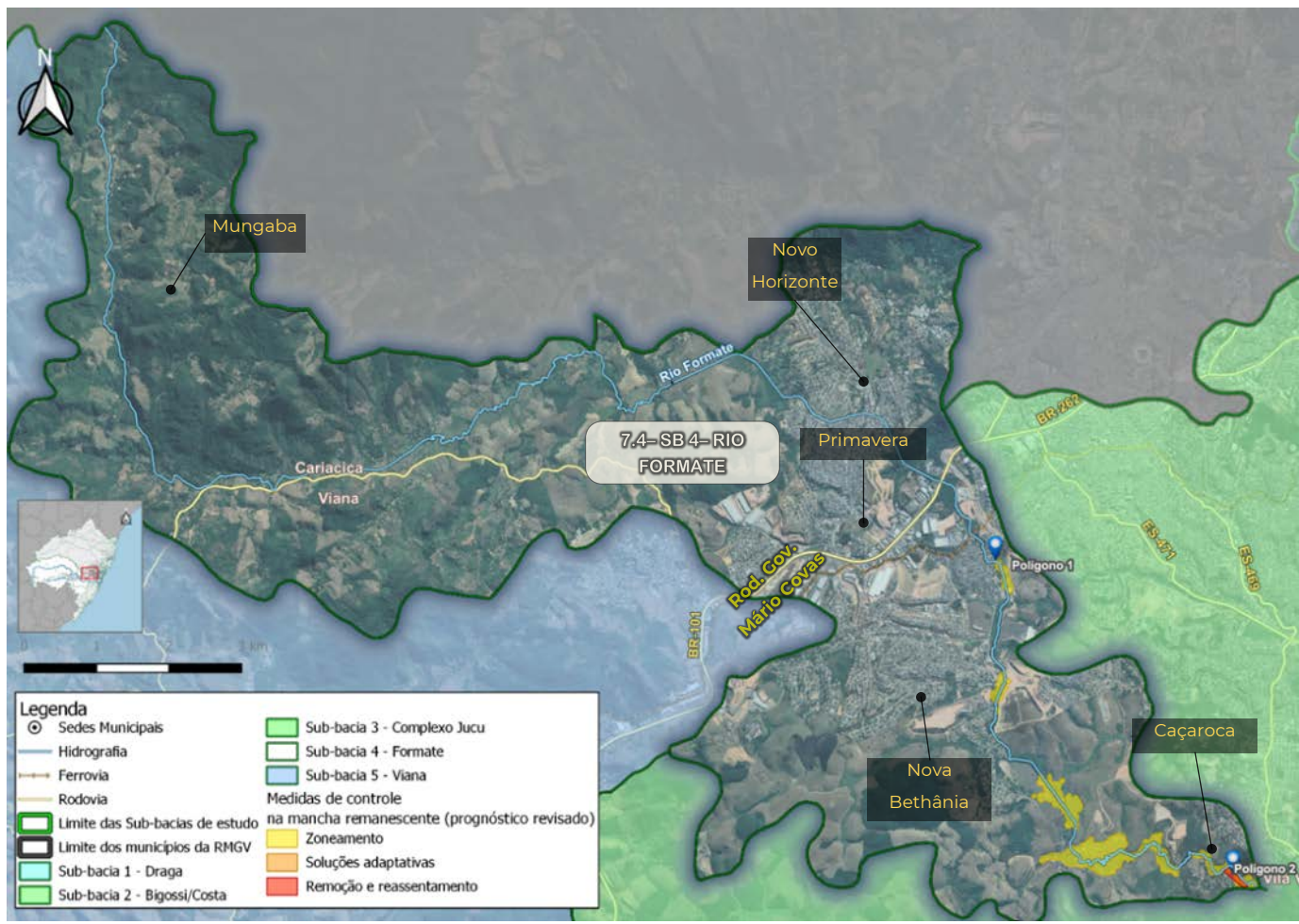


Figura 75 – Detalhamento da intervenção SUB4-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

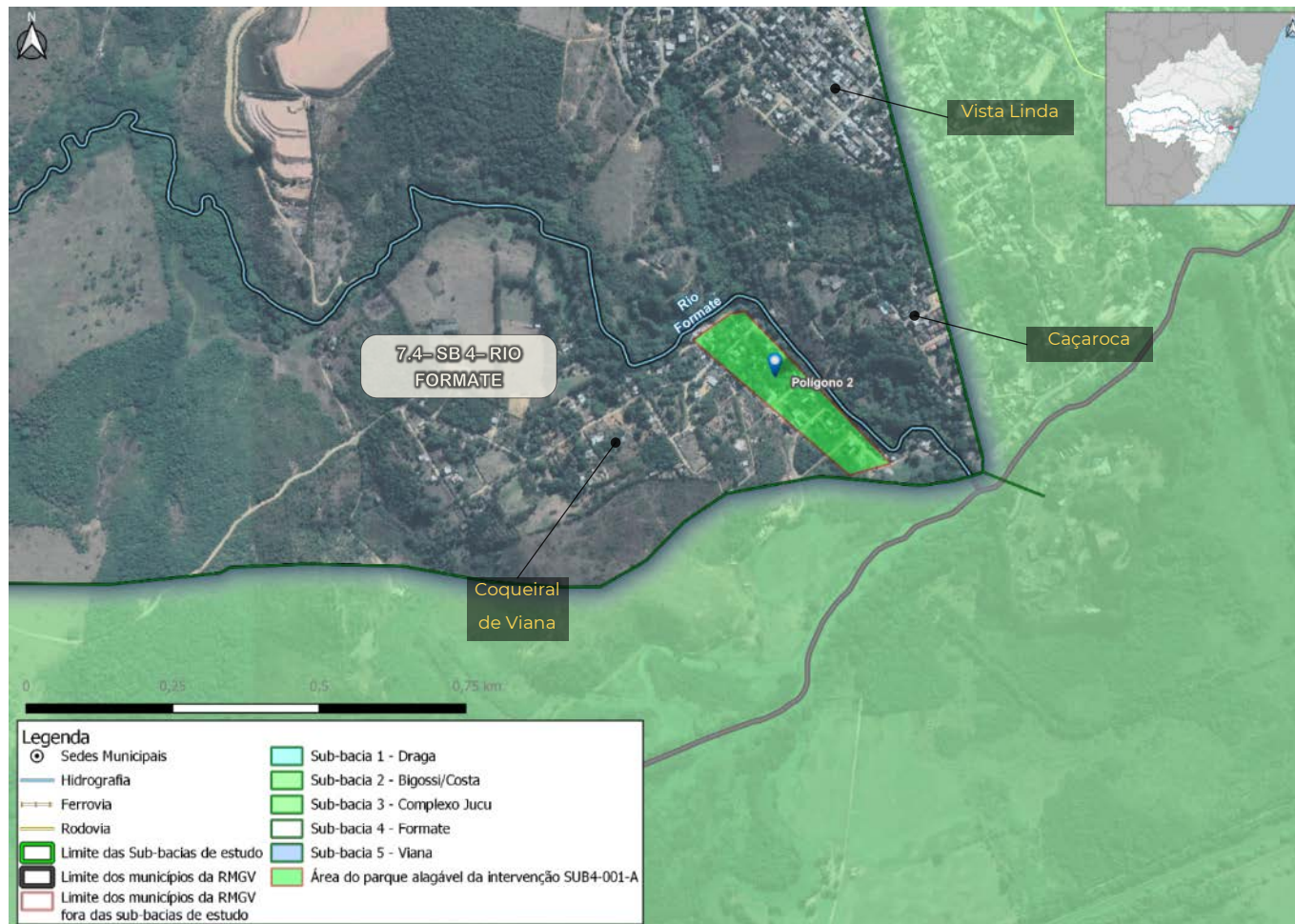


Figura 76 – Detalhamento da intervenção SUB4-001-A – Indicação de parque alagável nas áreas remanescentes de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.7.5 Sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho

A seguir, na Tabela 40 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica Ribeira – Santo Agostinho.

Tabela 40 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Ribeira e Santo Agostinho

Código	Proposições	Dimensões
SUB5-001-A*	Medidas de controle na mancha do Prognóstico 2 (prognóstico revisado)**.	Polígono 1 – 2E Zoneamento; Polígono 2 – 2B Soluções adaptativas; (3,2 hectares).

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

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 77 a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para a sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho. Por fim, a Figura 78 detalha a intervenção SUB5-001-A.

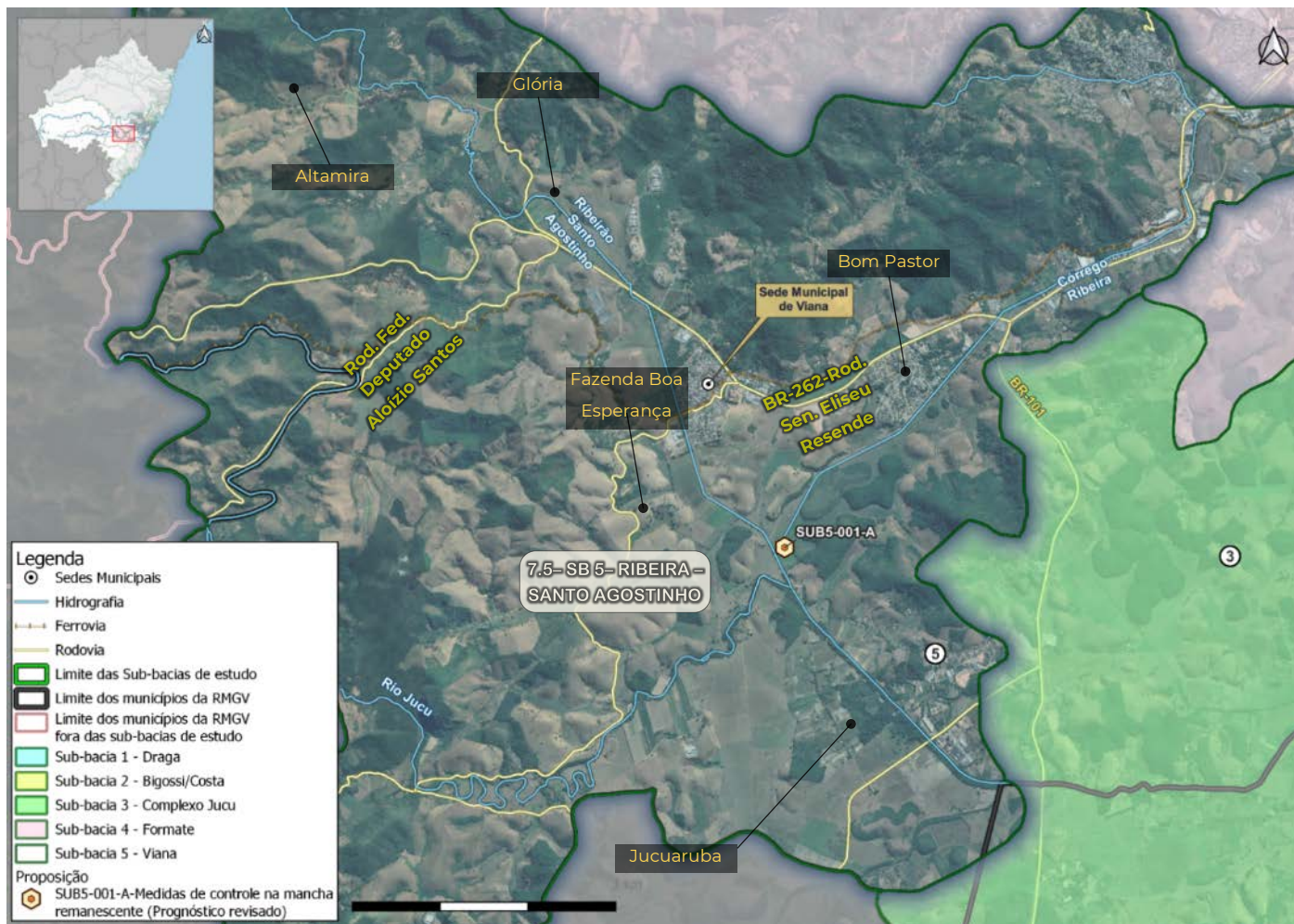


Figura 77 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Jucú – Sub-bacia 5 – Ribeira – Santo Agostinho.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

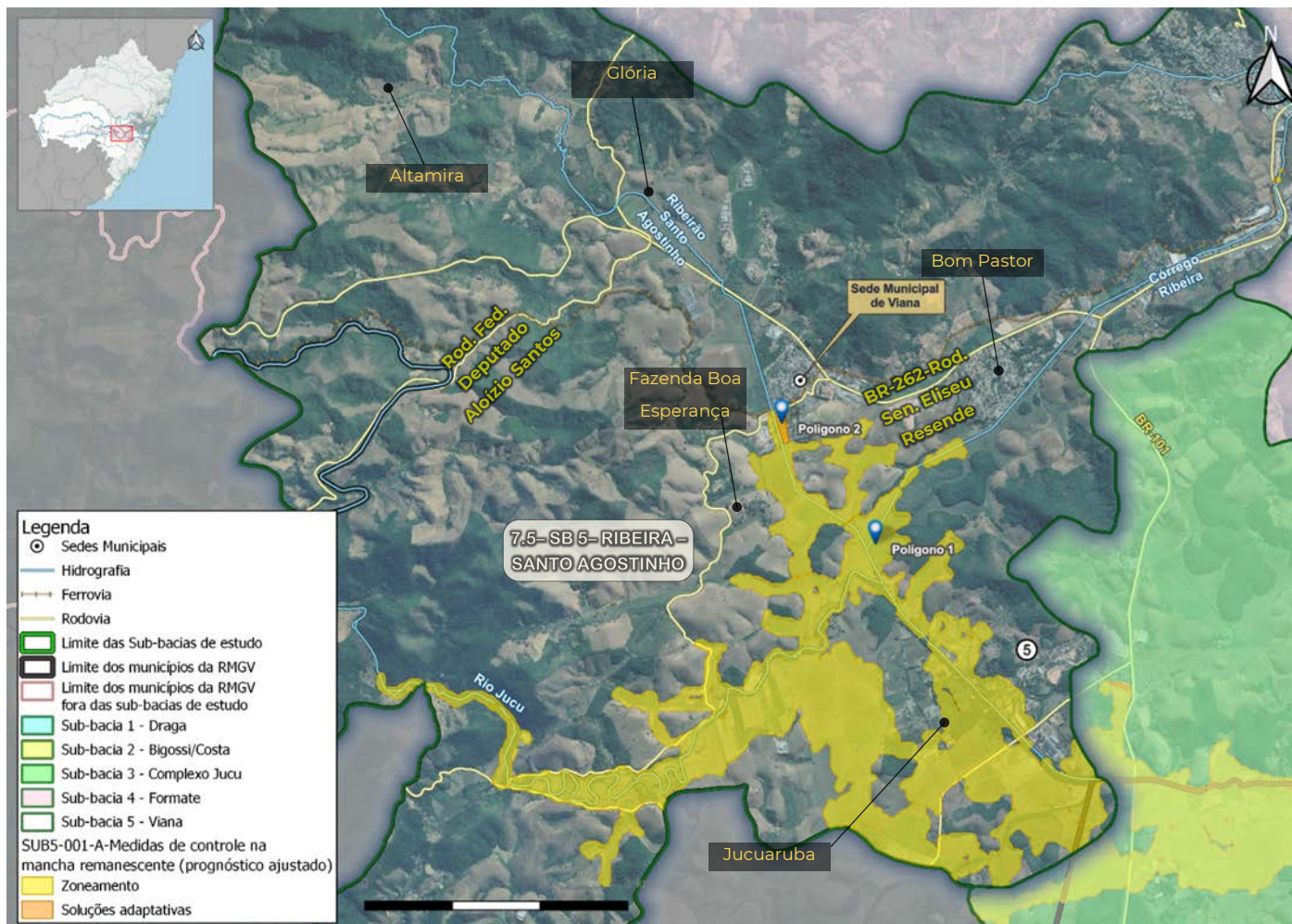


Figura 78 – Detalhamento da intervenção SUB5-001.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.8 Bacia Hidrográfica do Rio Perocão

Na análise prognóstica realizada verificou-se que as populações dos bairros Portal de Santa Mônica, Paturá e Santa Rosa são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação prognóstica é de 269 hectares e atinge aproximadamente 1.162 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 79, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica do Rio Perocão.

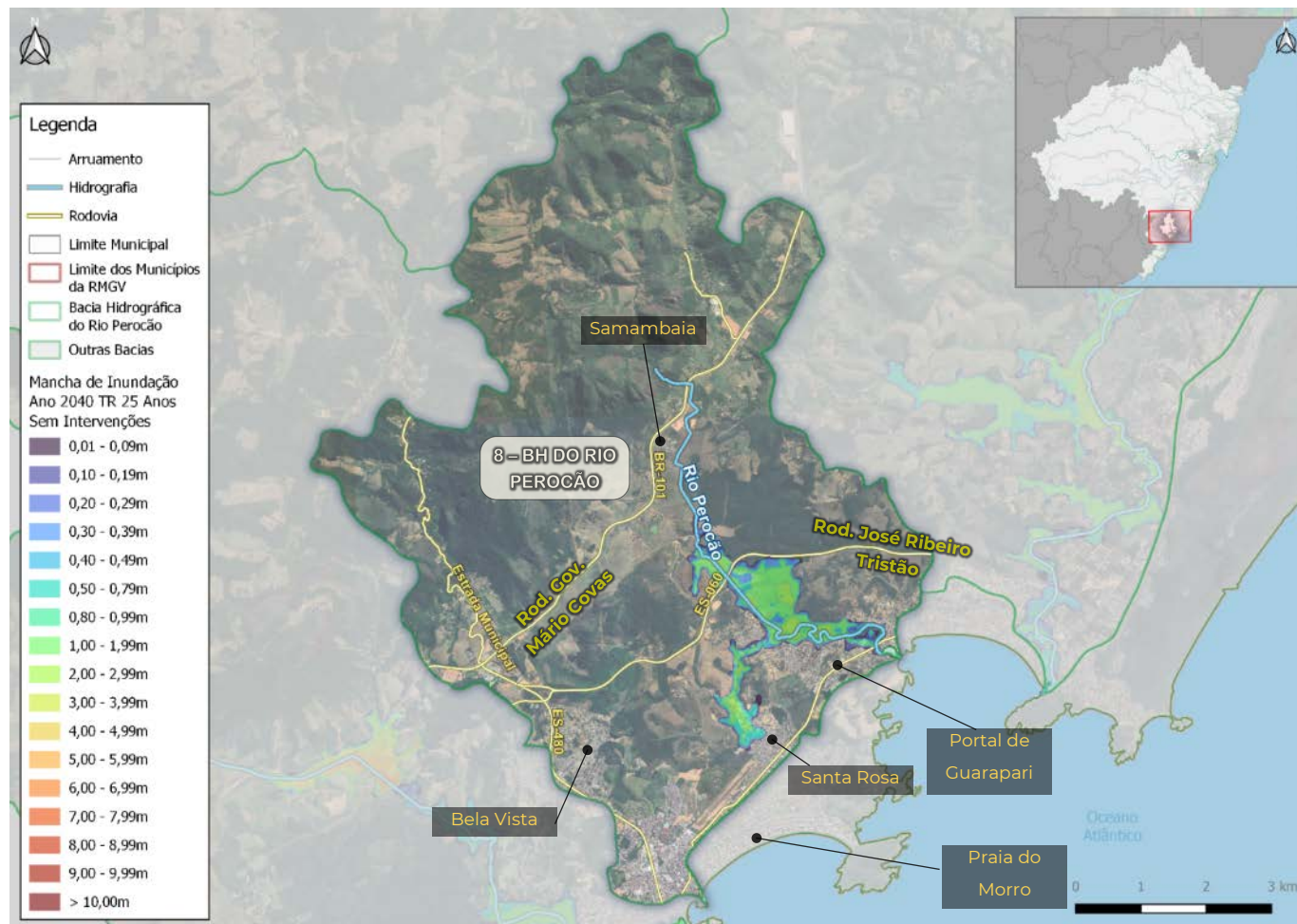


Figura 79 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Perocão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 41 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Rio Perocão.

Tabela 41 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Perocão

Código	Proposições	Dimensões
PER-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento inline.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 80; • Tipo: reservatório de detenção aberto; • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Volume de escavação aproximado: 409.873,00 m³; • Área escavada: 285.525,00 m²; • Profundidade média: 1,43 m; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Revestimento do fundo: natural sem revestimento; • Revestimento das paredes: natural sem revestimento.
PER-001-B	Aumento da condutividade hidráulica do canal paralelo a rua Domingos José Barbosa (afluente do Rio Perocão).*	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 80; • Extensão = 1.480 m; • Seção retangular: base = 10,0 m; altura = 2,0 m.
PER-001 -C	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 80; • Tipo: reservatório de detenção aberto; • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Comprimento da barragem: 396,0 m; • Cota da Crista da barragem: 6,5 m; • Altura da barragem: 2,16 m; • Área útil: 1.743.525 m²; • Volume útil: 3.635.825,9 m³; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Material construtivo: concreto.
PER-001-D	Medidas de controle nas manchas remanescentes**.	<p>Polígono 1 – 2E Zoneamento;</p> <p>Polígono 2 – 2B Soluções adaptativas (15,6 hectares);</p> <p>Polígono 3 – 2B Soluções adaptativas (4,2 hectares);</p> <p>Polígono 4 - 2A Soluções adaptativas (4,4 hectares).</p>

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente.

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 80, a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para o Rio Perocão. A Figura 81 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. Por fim, a Figura 82 detalha a intervenção PER-001-D.

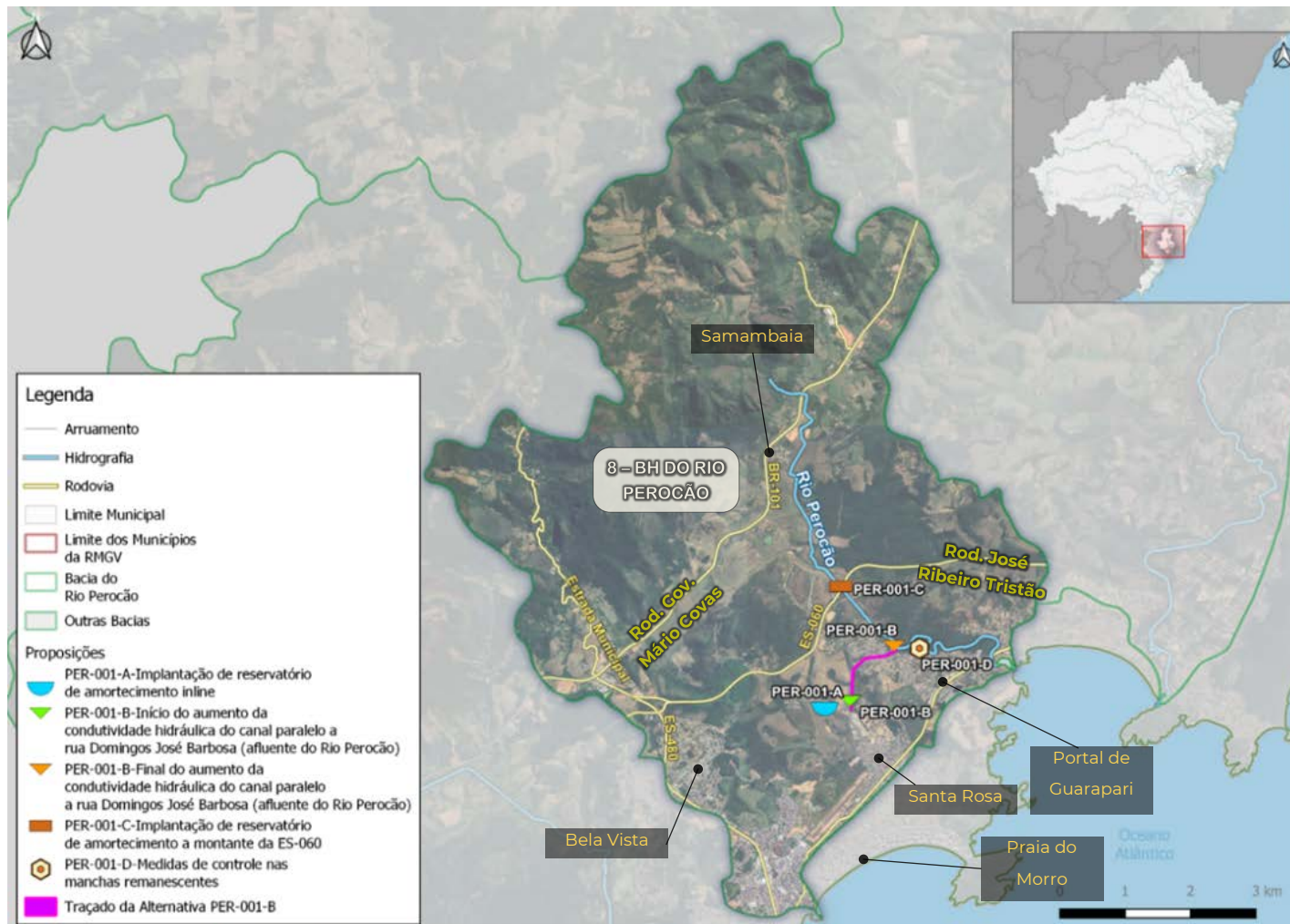


Figura 80 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Perocão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

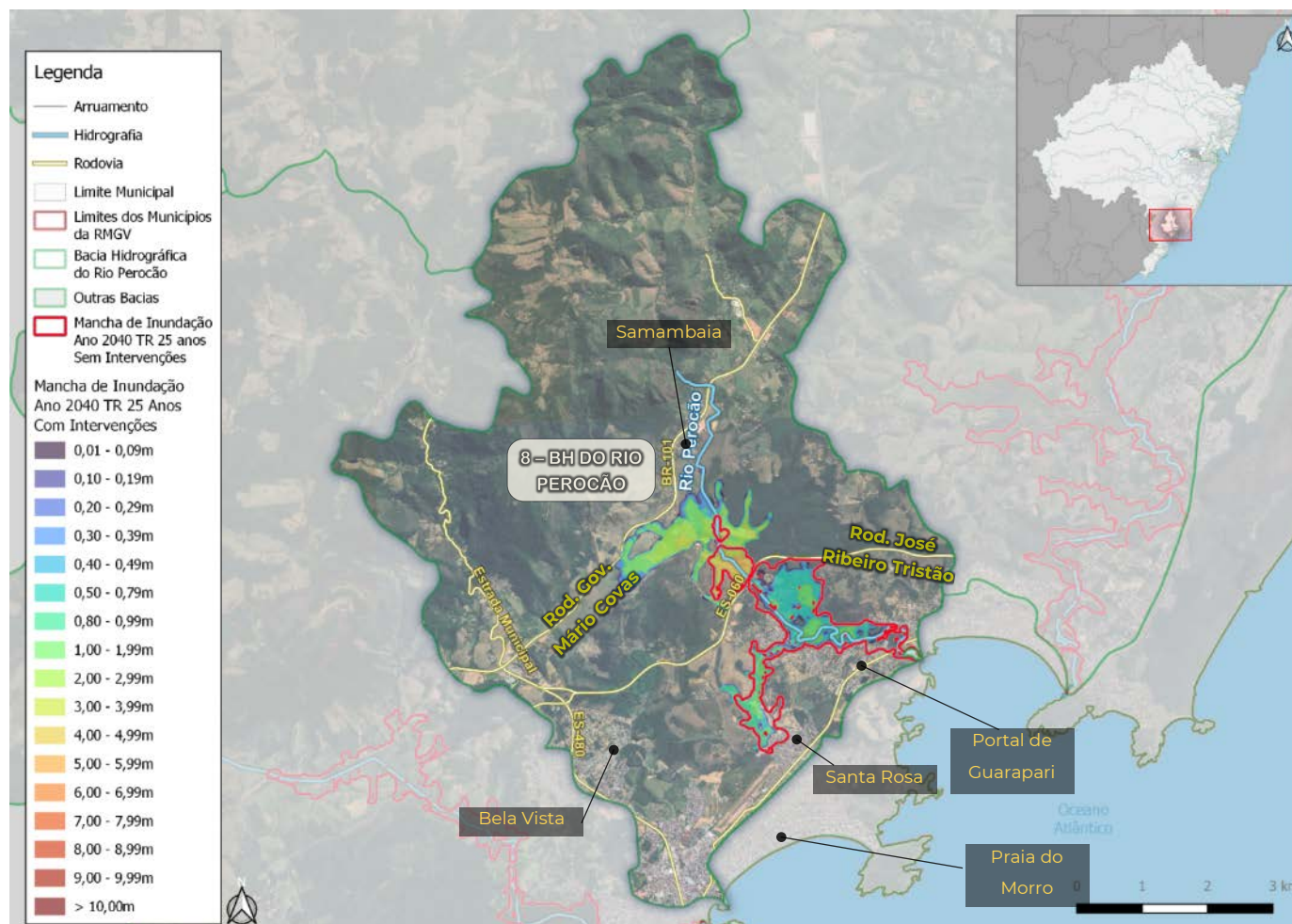


Figura 81 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia do Rio Perocão.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 81 comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Rio Perocão, verifica-se que houve uma redução da área da mancha na região do Portal de Santa Mônica, Paturá e Santa Rosa.

As regiões sem ocupação urbana e com característica natural para acúmulo das águas, localizadas a montante da ES-060 tiveram o aumento da mancha devido ao barramento proposto. E, algumas áreas do bairro Perocão mais próximas às margens do Rio Perocão, ainda apresentam manchas remanescentes de inundação, totalizando cerca de 395 hectares. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação de medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 82 e Figura 83.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos

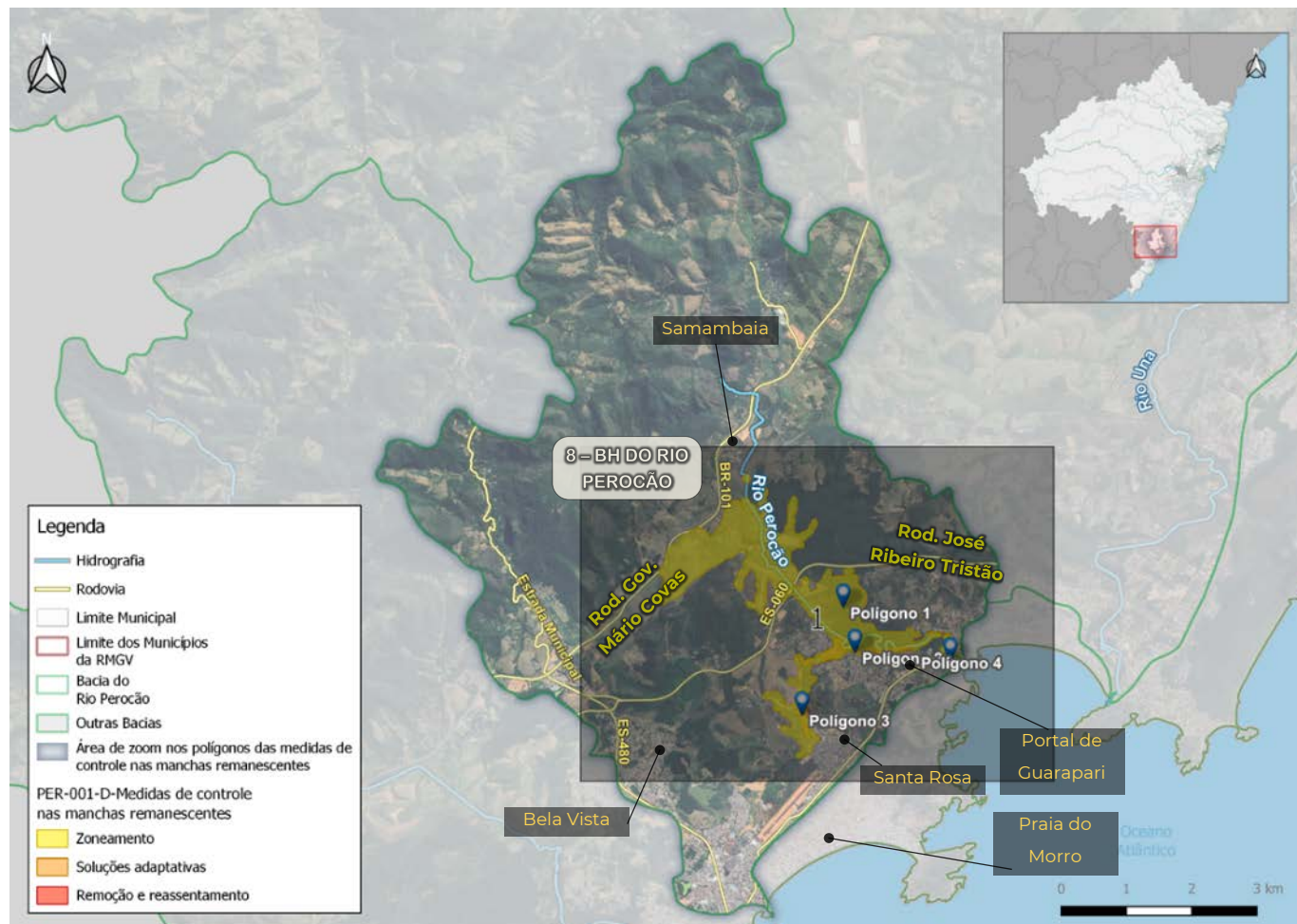


Figura 82 – Detalhe da intervenção PER-001-D.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

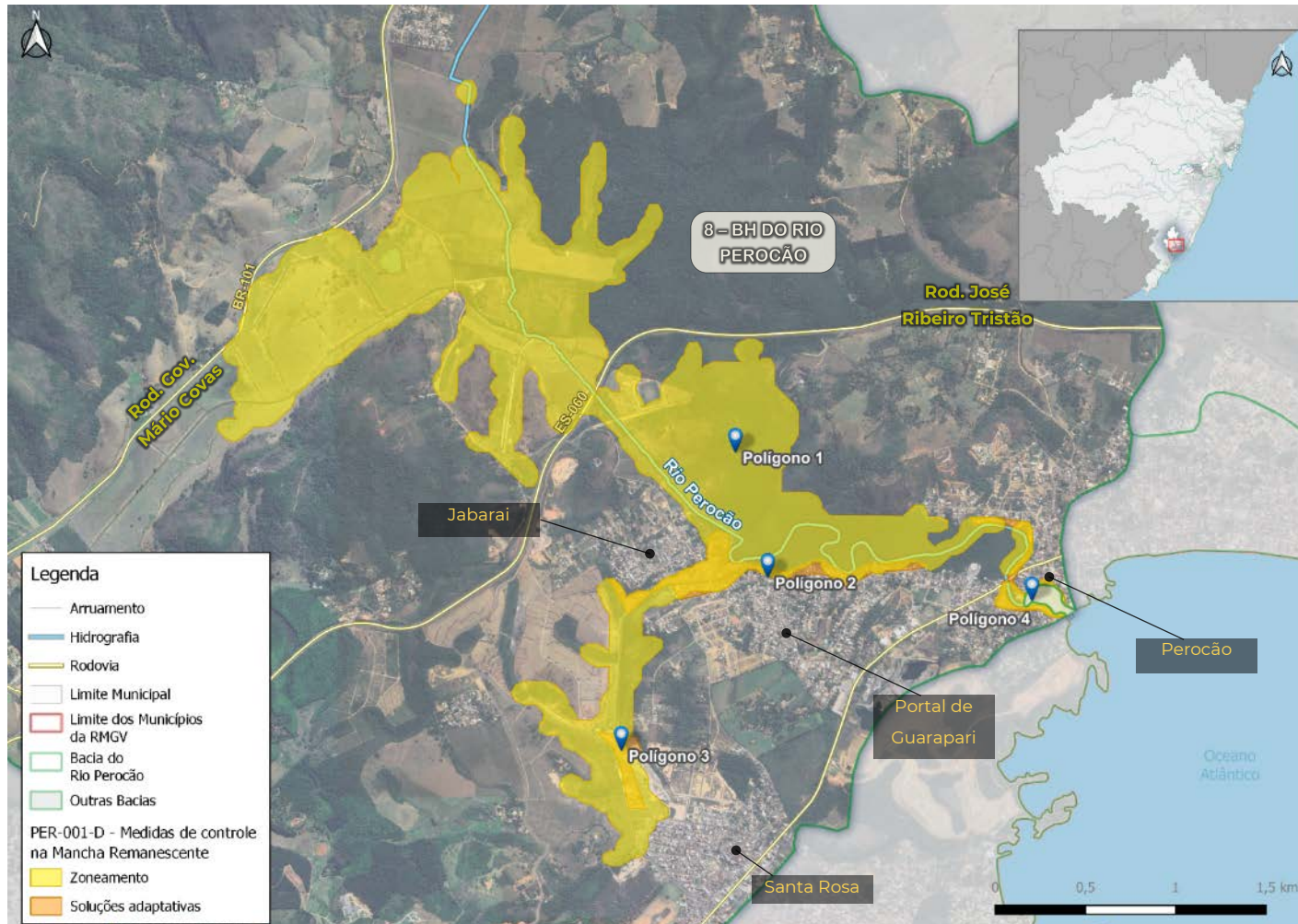


Figura 83 – Detalhe da intervenção PER-001-D (Ampliação).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.9 Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti

Na análise do prognóstico verificou-se que a faixa compreendida entre a BR - 101 (Rodovia Governador Mário Covas) e a ES - 060 (Rodovia do Sol) é impactada pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040, com lâmina d'água superior a 2,0 m atingindo a pista da BR - 101.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 367 hectares, atinge aproximadamente 279 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 84, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti.



Figura 84 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Jabuti.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 42 são listadas as proposições do PDAU-RMGV para o Rio Jabuti com as respectivas intervenções.

Tabela 42 – Proposições do PDAU-RMGV para o Rio Jabuti

Código	Proposições	Dimensões
JAB-001-A	Readequação da estrutura hidráulica da CESAN e aumento de condutividade do trecho entre a ES-060 e a montante da estrutura. *	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 85; • Extensão = 900 m; • Seção trapezoidal: base = 16,0 m; altura = 2,0 m, largura superior = 20 m; • Material de revestimento: natural; • Rugosidade especificada (Manning): 0,035.
JAB-001-B	Medidas de controle na mancha remanescente (a jusante).**	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento; Polígono 2 – 2A Soluções adaptativas (18,0 hectares).

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pelo aumento da seção da calha existente.

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Em relação ao sistema de captação da CESAN, as verificações realizadas em campo e as simulações, demonstraram que a estrutura de captação, formada por enrocamento, não permite ações operacionais adequadas, restringindo o fluxo do rio em períodos de cheia. Assim, a readequação dessa estrutura deve ser realizada, visando permitir que em períodos de cheia a calha possa ser liberada e o escoamento do evento de cheia possa ser realizado com maior capacidade.

Ilustra-se, na Figura 85, a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para o Rio Jabuti. A Figura 86 materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e TR de 25 anos com e sem as intervenções. Por fim, a Figura 87 detalha a intervenção JAB-001-B, destacando as áreas com soluções adaptativas e zoneamento de inundação.

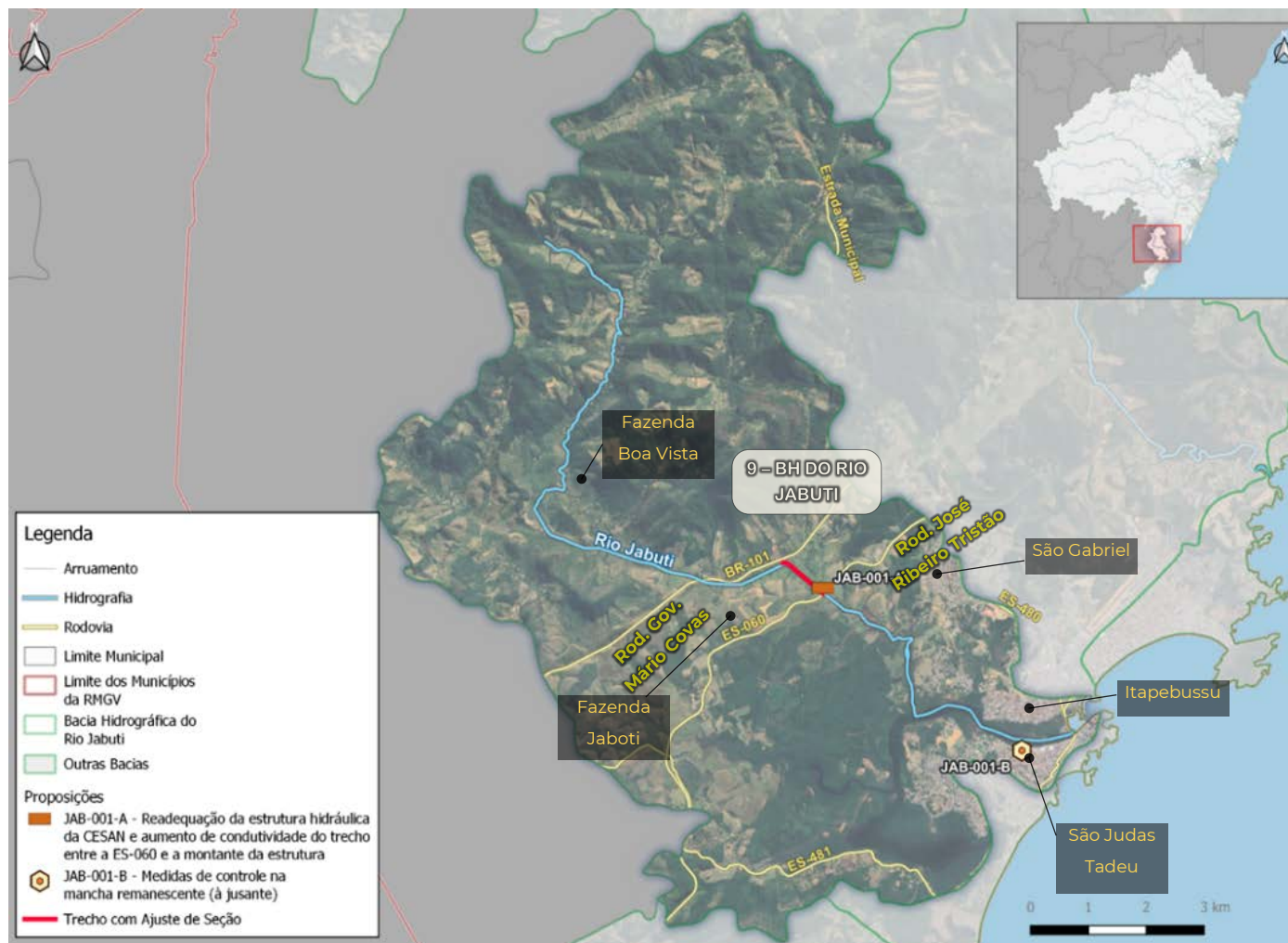


Figura 85 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

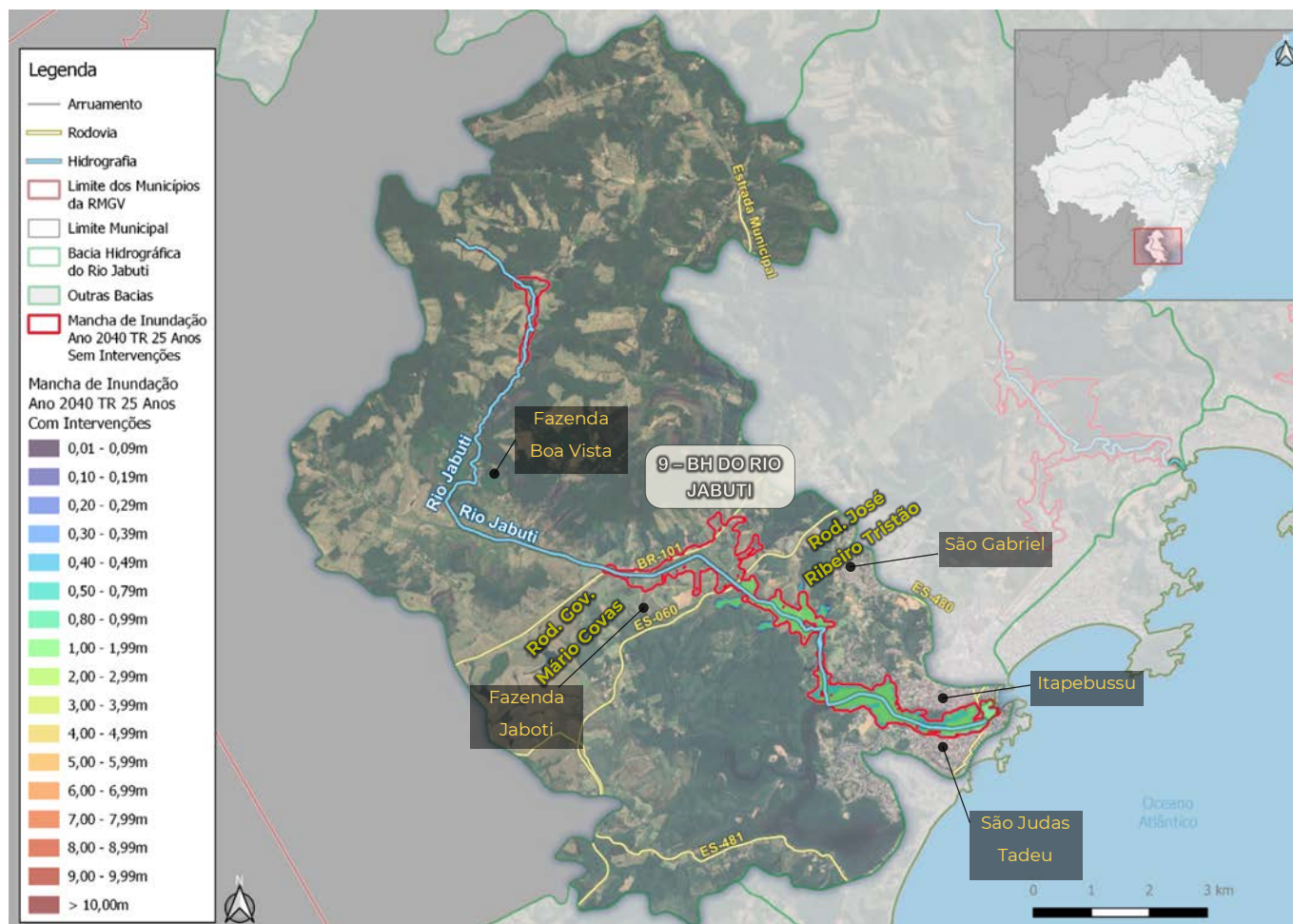


Figura 86 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 86, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha na região situada entre a BR-101 e a ES-060.

Em regiões mais próximas às margens do Rio Jabuti, no bairro Olaria, contudo, ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 395 hectares de área de inundação. Para essas áreas, o PDAU indica a implantação de medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 87 e Figura 88, a seguir.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos

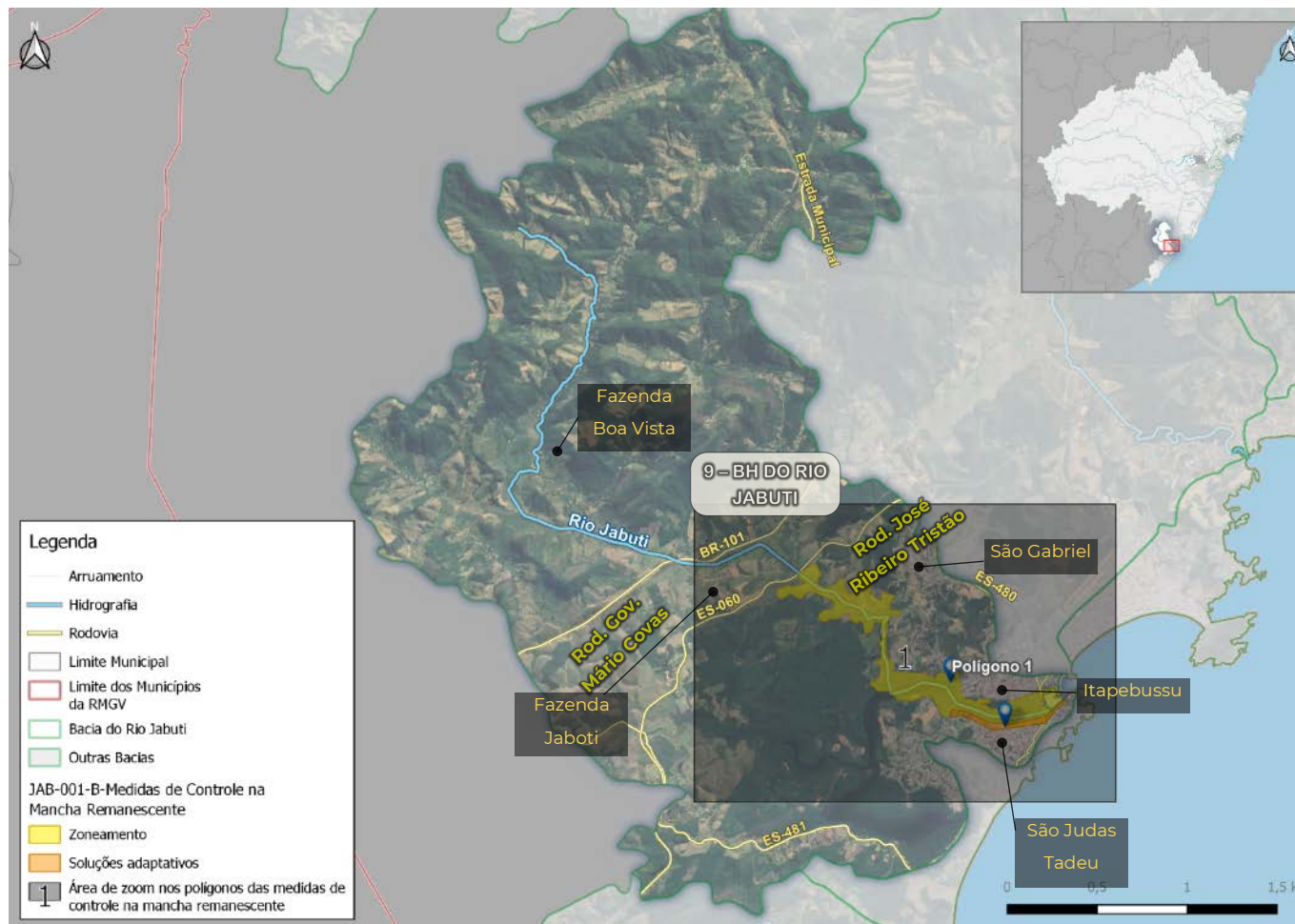


Figura 87 – Detalhe da intervenção JAB-001-B.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

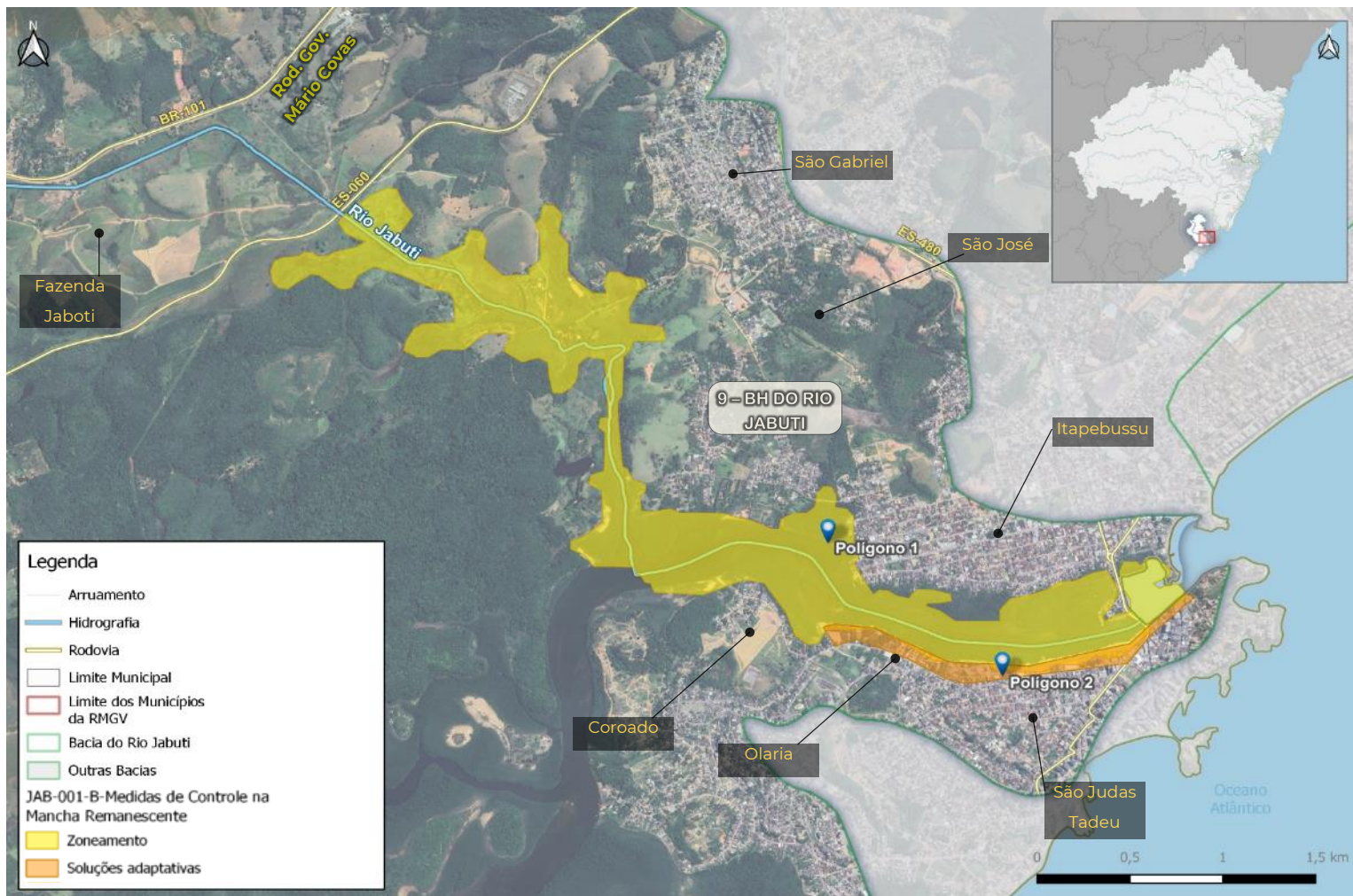


Figura 88 – Detalhe da intervenção JAB-001-B (Ampliação).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.10 Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe

Na análise prognóstica realizada verificou-se que a mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040 não impacta áreas urbanizadas ou infraestruturas relevantes para a região.

A área da referida mancha de inundação prognóstica é de 97 hectares e atinge aproximadamente 122 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas de controle no uso e ocupação das áreas não ocupadas sob a mancha, visando evitar que sejam ocupadas no futuro.

A Figura 89, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe.

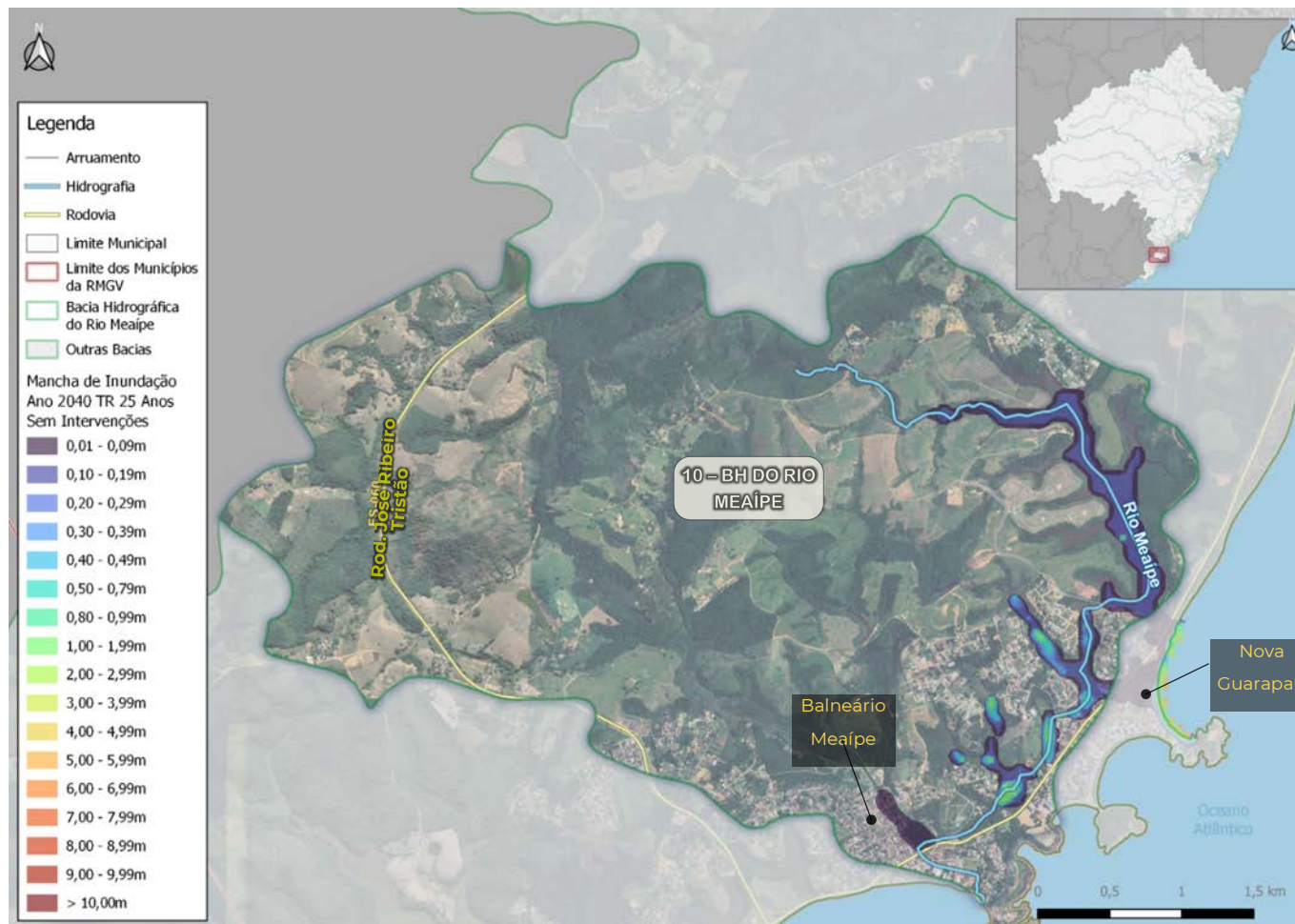


Figura 89 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Meaípe.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 43 é listada proposição do PDAU-RMGV para o Rio Meaípe com a respectiva intervenção.

Tabela 43 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Meaípe

Código	Proposições	Dimensões
MEA-001-A	Medidas de controle na mancha de inundação do Prognóstico. *	Polígono 1 – 2E Zoneamento; Polígono 2 – 2A Soluções adaptativas (9,5 hectares); Polígono 3 – 2A Soluções adaptativas (10,2 hectares).

*Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A área da referida mancha de inundação é de aproximadamente 97 ha. Ilustra-se na Figura 90, a seguir, a localização da proposição do PDAU-RMGV na Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe. Por fim, a Figura 91 detalha a intervenção MEA-001-A, destacando as áreas de requalificação para implementação de soluções adaptativas e zoneamento de inundação.

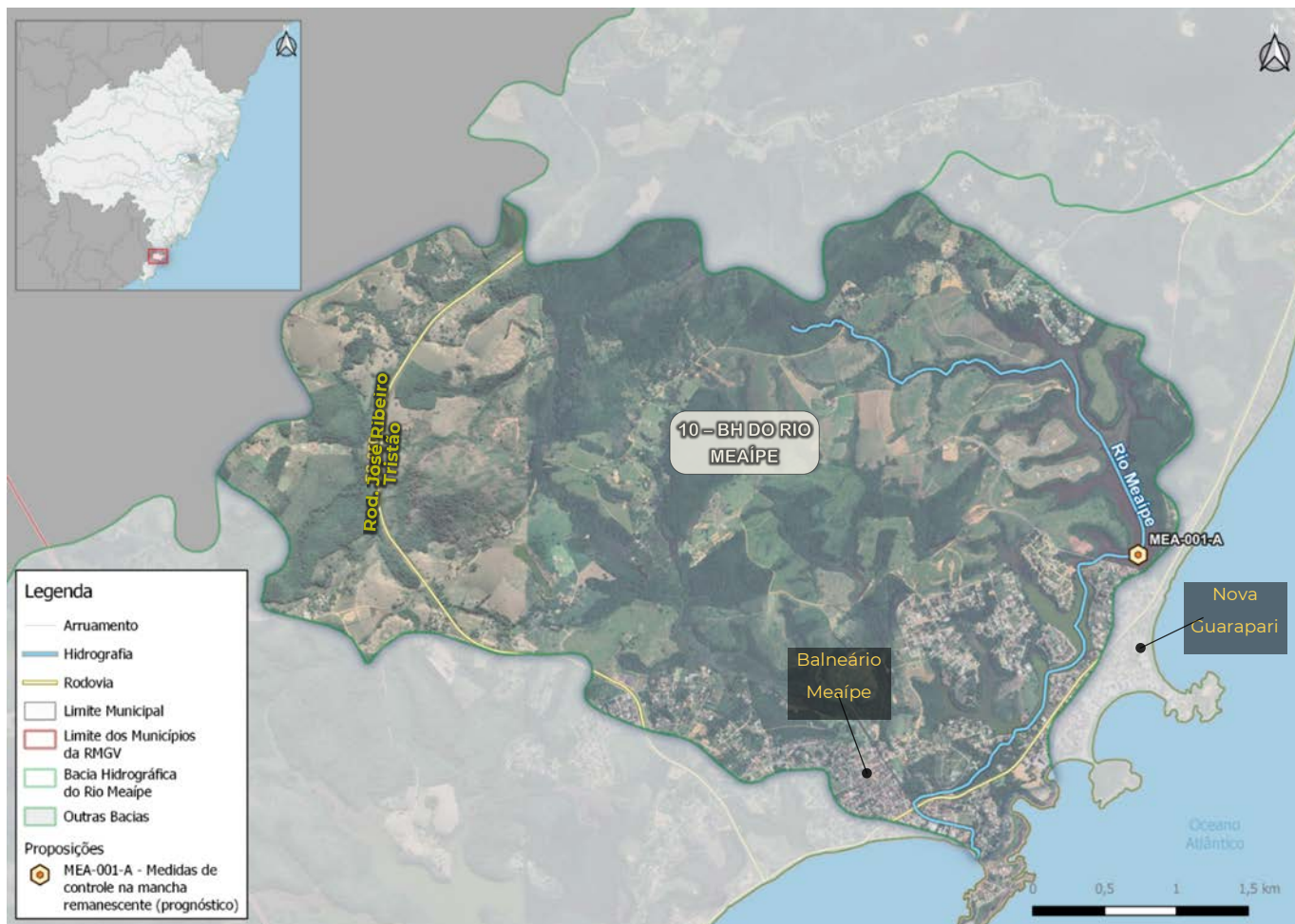


Figura 90 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica do Meaípe.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

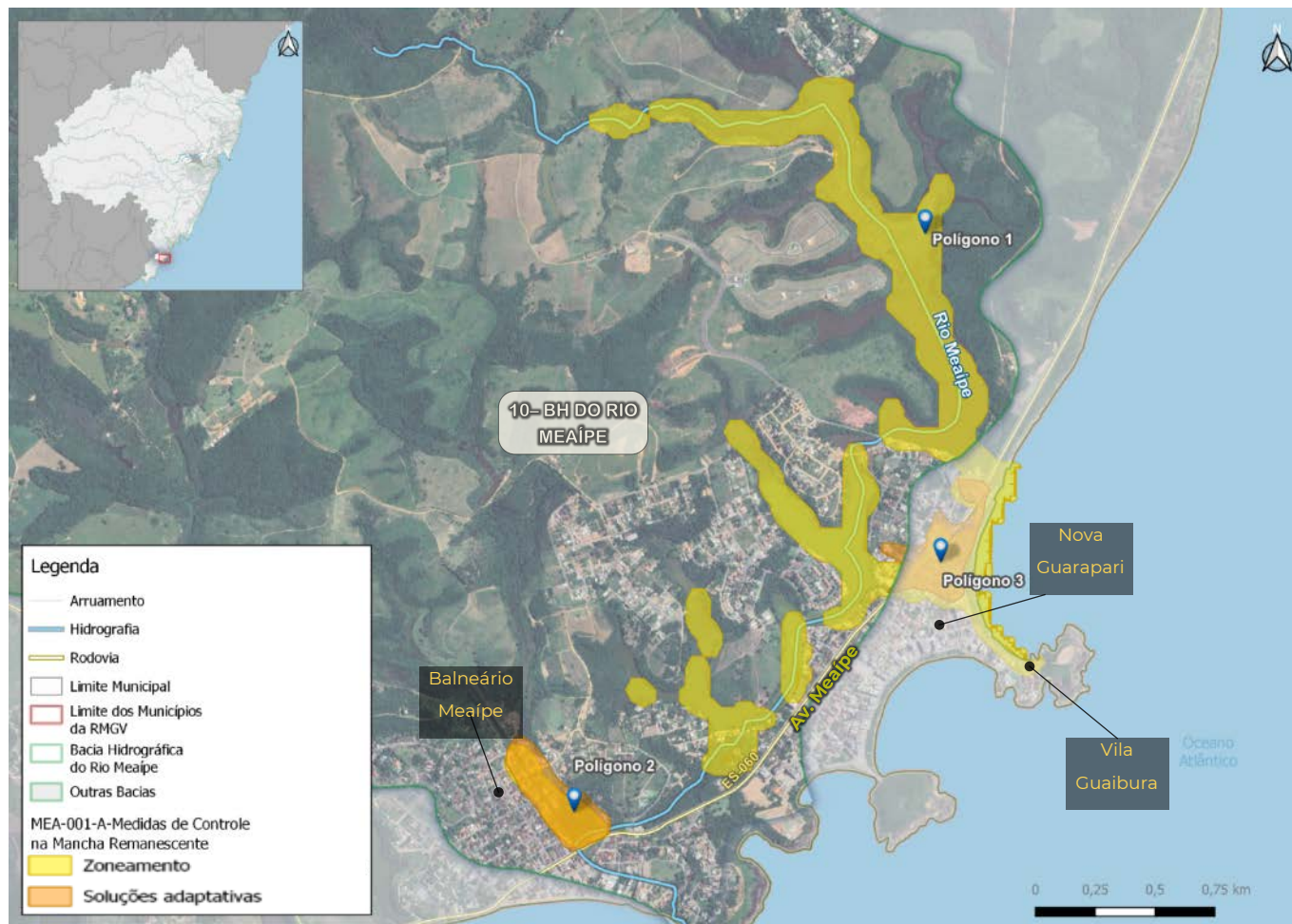


Figura 91 – Detalhe da intervenção MEA-001-A.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022

6.3.11 Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória

Os estudos da bacia do Rio Santa Maria da Vitória foram realizados de forma integrada com a bacia do Canal dos Escravos. Trata-se de um sistema complexo, com duas saídas para o mar, cujas manchas de inundação se unem quando ocorrem chuvas intensas.

Na análise do prognóstico verificou-se que parte das populações dos bairros Cantinho do Céu, Central Carapina e José de Anchieta, do município de Serra. E, as áreas com características rurais a montante da região urbanizada são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

Assim, foram avaliadas medidas estruturais e medidas de controle complementares visando reduzir os riscos de inundação dessa região.

A Figura 92 e a Figura 93, a seguir, apresentam a mancha de inundação do prognóstico, cerca de 6.139 hectares, gerada para a Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.

Por se tratar de uma região de amortecimento natural das cheias do Rio Santa Maria da Vitória, por possuir áreas de conservação e proteção ambiental, devido à complexidade ambiental do local e às restrições inerentes ao desenvolvimento do plano, o PDAU-RMGV apresenta uma proposição em nível conceitual com foco na redução de inundação nas áreas urbanizadas, sem análise multicritério.

O PDAU indica que essa proposição seja avaliada 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.

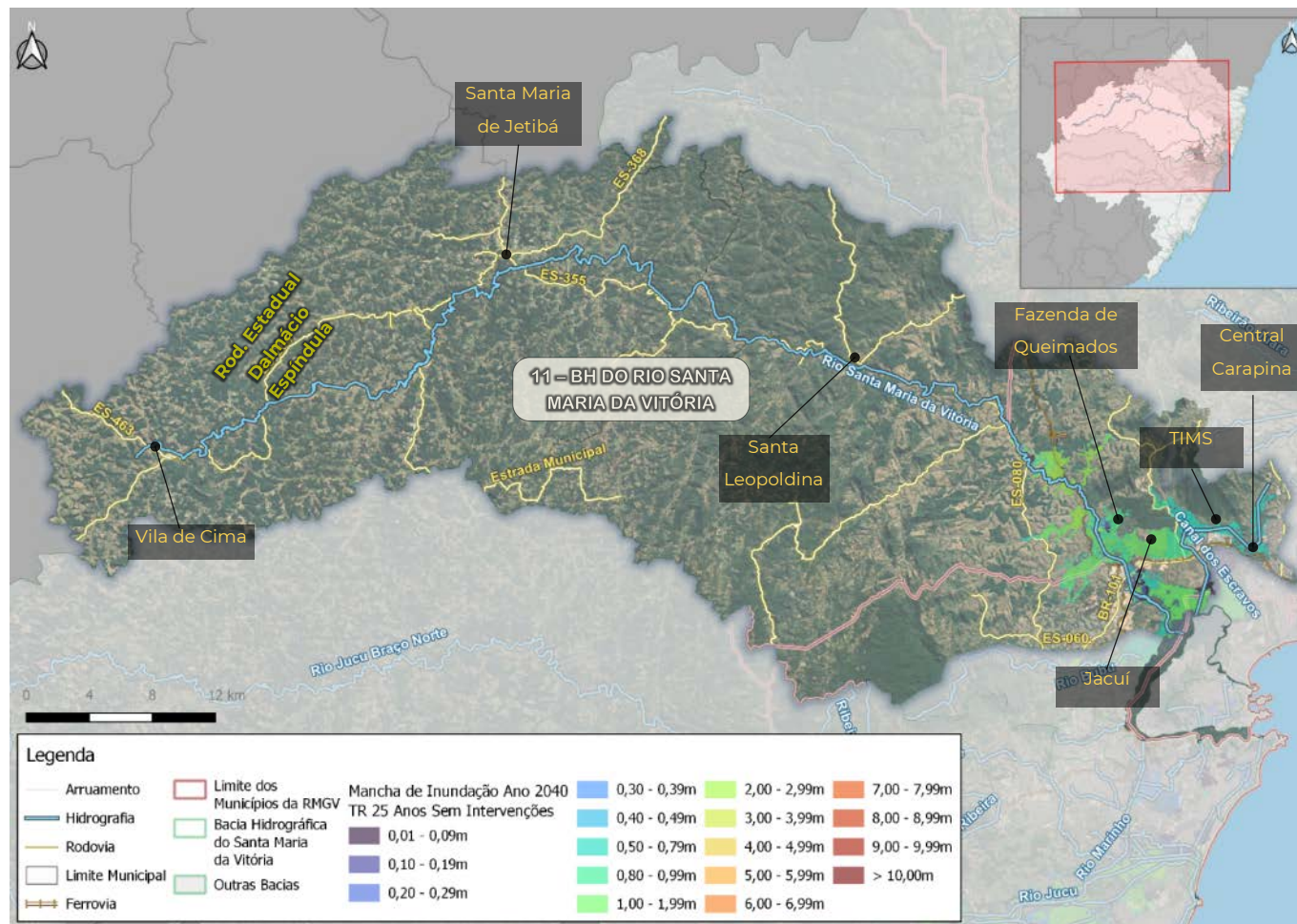


Figura 92 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

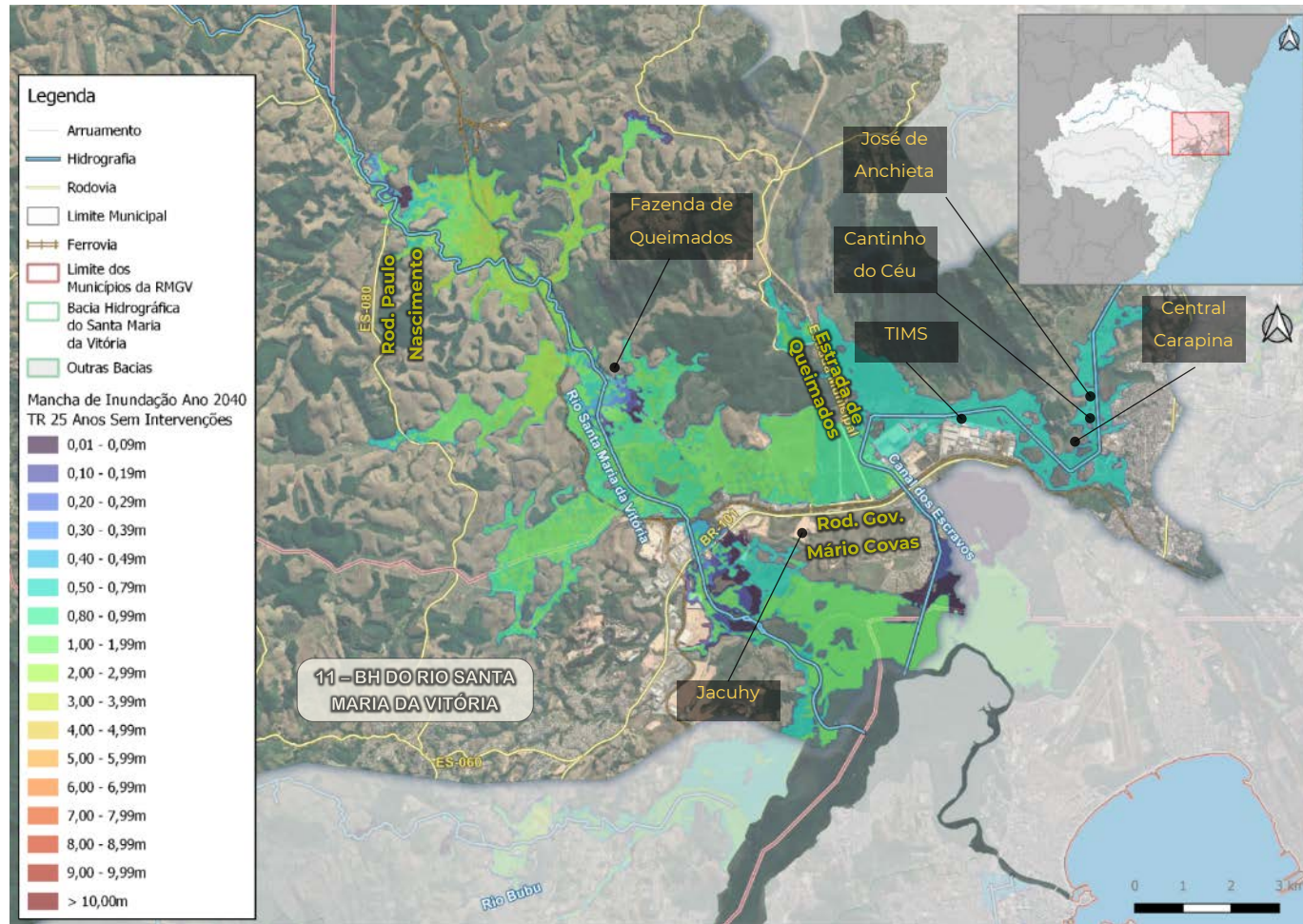


Figura 93 – Mancha de inundação prognóstica de TR 25 anos e uso do solo de 2040 para a BH do Rio Sta. Maria da Vitória (Ampliação).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 44, é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para o Canal dos Escravos com as respectivas proposições sugeridas para serem analisadas em estudo complementar.

Tabela 44 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal dos Escravos

Código	Proposições	Dimensões
ESC-001-A	Implantação de diques nos bairros afetados pelas cheias.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 94 <u>Dique 01:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 267,0 m; • Cota: 4,0 m; • Altura: 2,0 m; • Largura: 5,0m. <u>Dique 02:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 146,0 m; • Cota: 4,0 m; • Altura: 2,0 m; • Largura: 5,0 m. <u>Dique 03:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 800,0 m; • Cota: 4,0 m; • Altura: 2,0 m; • Largura: 5,0 m.
ESC-001-B	Implantação de elevatórias.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver: Figura 94 <u>Elevatória 01</u> <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de bombas: 1 unidade; • Capacidade do sistema: 2,50 m³/s. <u>Elevatória 02</u> <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de bombas: 1 unidade; • Capacidade do sistema: 2,00 m³/s.
ESC-001-C	Implantação de reservatórios de amortecimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 94 <u>Reservatório 01</u> <ul style="list-style-type: none"> • Volume: 215.000 m³. <u>Reservatório 02</u> <ul style="list-style-type: none"> • Volume: 153.000 m³.
ESC-001-D	Implantação de sistemas de comportas.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver: Figura 94 <u>Sistema de comportas 01</u> <ul style="list-style-type: none"> • Número de comportas: 6 unidades; • Dimensões das comportas: 2,0 m de largura e 1,50 m de altura. <u>Sistema de comportas 02</u> <ul style="list-style-type: none"> • Número de comportas: 5 unidades; • Dimensões das comportas: 2,0 m de largura e 1,50 m de altura.

Código	Proposições	Dimensões
ESC-001-E	Implantação de estrutura de controle hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 94 • Número de comportas: 8 unidades; • Dimensões das comportas: 3,0 m de largura e 3,0 m de altura.
ESC-001-F	Medidas de Controle na Mancha Remanescente de Inundação*	Polígono 1 – Zoneamento (5.534 hectares) Polígono 2A – Soluções Adaptativas (67 hectares)

*Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na

Figura 94, a localização das proposições do PDAU-RMGV para o Canal dos Escravos, lembrando que se fazem necessários estudos mais aprofundados devido à complexidade do local.

A Figura 95 apresenta a comparação das manchas de inundação (com e sem intervenção) e a Figura 96 apresenta a mancha remanescente de intervenção e as medidas de controle complementares, indicadas para essa região.

Como é possível observar na Figura 96 a proteção oferecida pelos diques reduziu consideravelmente as áreas de inundação na região urbanizada, a área apresenta 5.734 hectares.

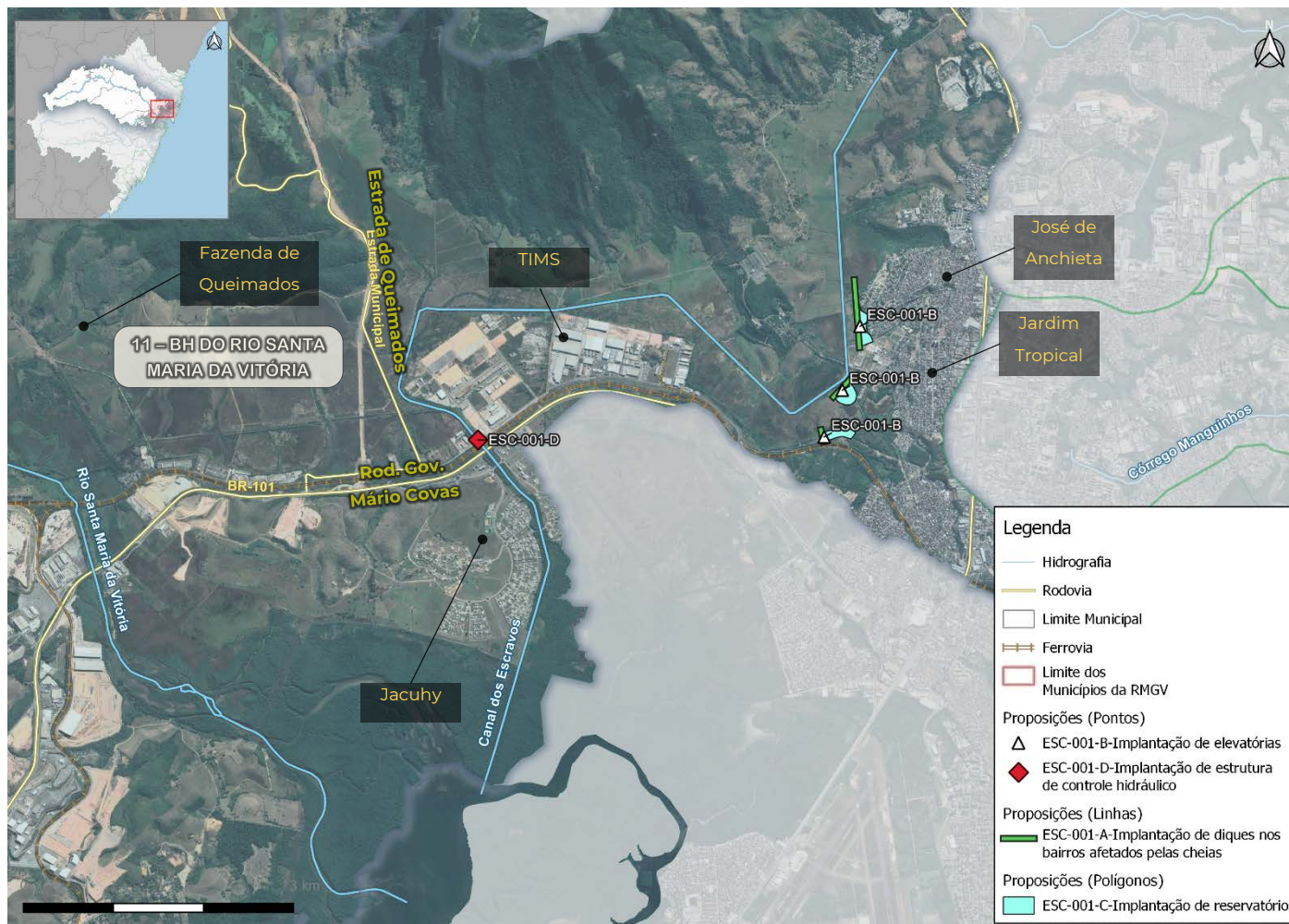


Figura 94 – Resumo das proposições para a Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

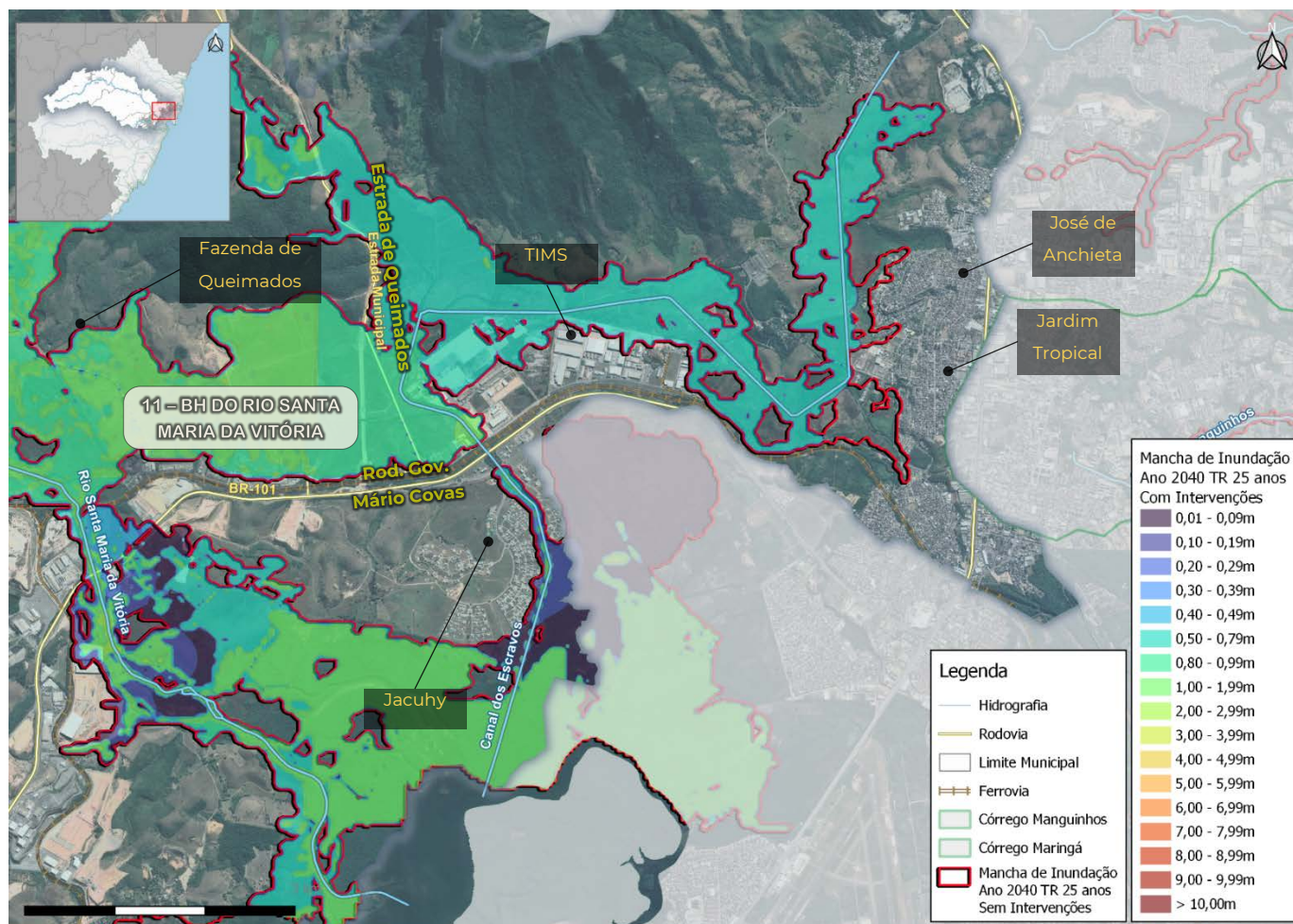


Figura 95 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

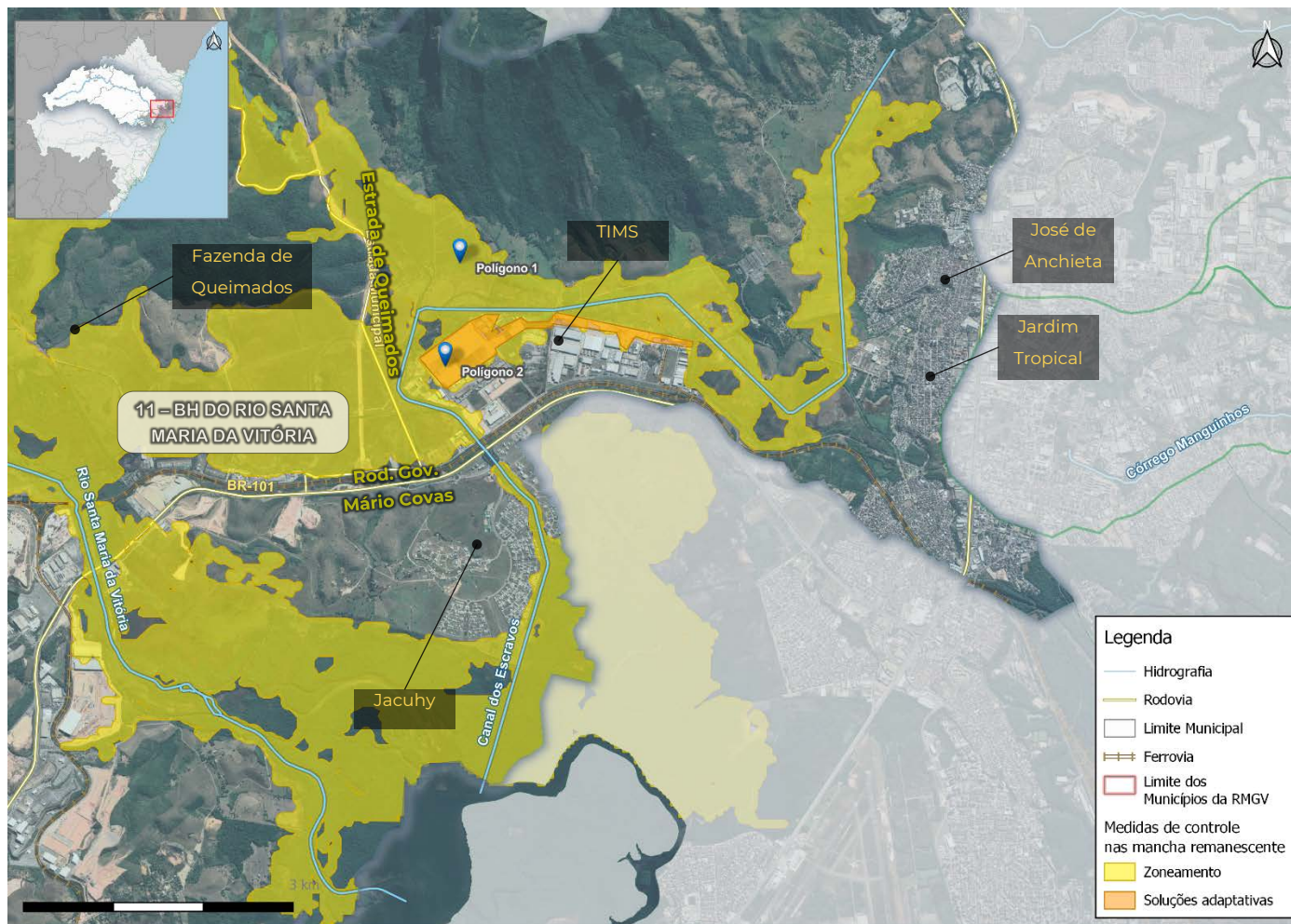


Figura 96 – Medidas de Controle Complementares na Mancha Remanescente de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (ampliação no Canal dos Escravos).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.12 Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá

Na análise do prognóstico verificou-se que as populações entre os bairros Nova Brasília e Itanguá, na região compreendida entre a BR – 101 e a ES – 080 (Rodovia José Sette), são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuvavazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 133 hectares e atinge aproximadamente 4.919 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 97, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.

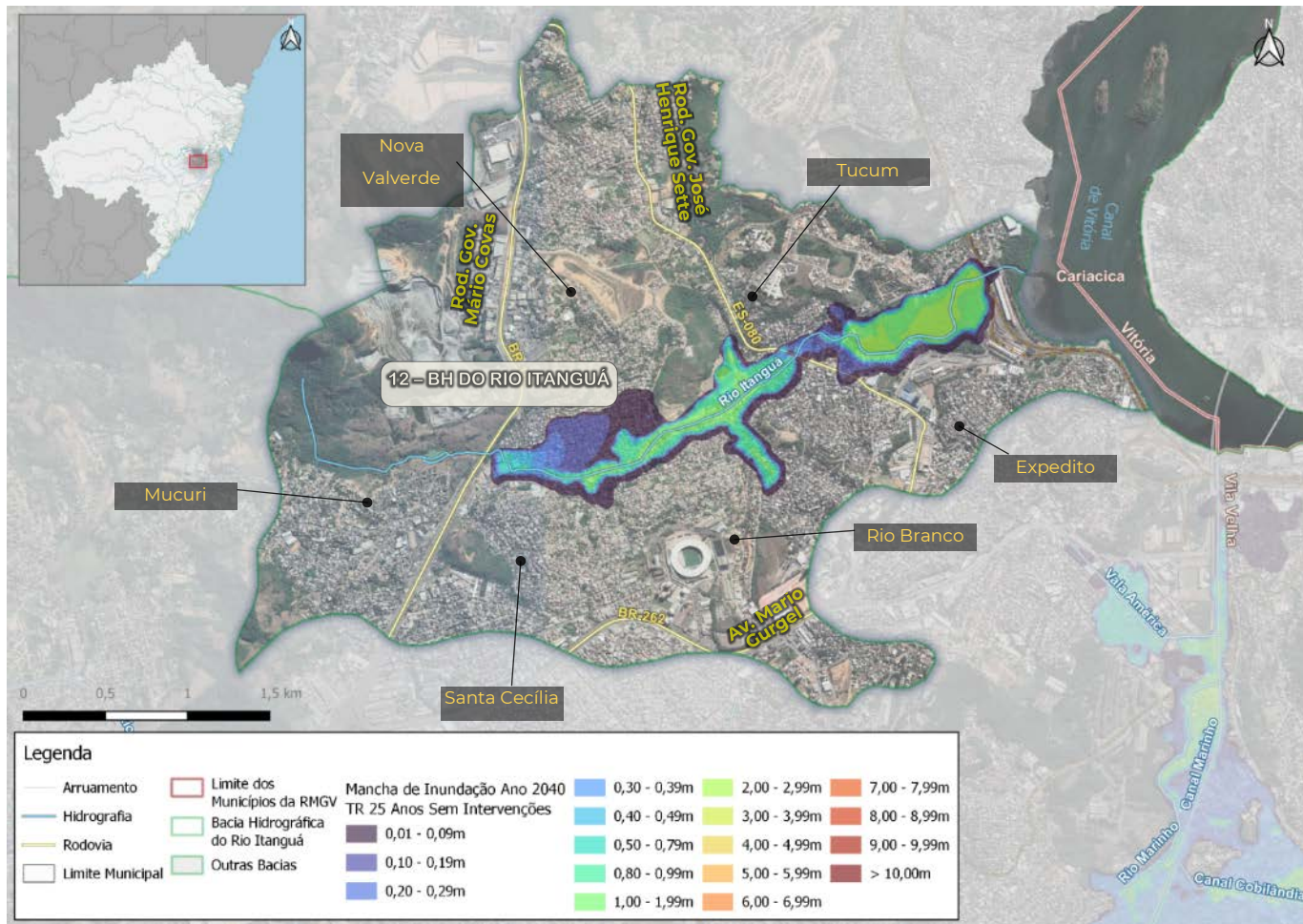


Figura 97 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Itanguá.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 45 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.

Tabela 45 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Itanguá

Código	Proposições	Dimensões
ITA-001-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano. *	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 98; • Extensão aproximada: 2.200 m; • Manning pré-intervenção: 0,05; • Manning pós-intervenção: 0,015.
ITA-001-B	Implementação de estrutura de controle hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 98; 10 comportas: base = 2,0 m e altura= 4,0 m. Contudo, recomenda-se que as dimensões e tipo de estrutura (comporta ou válvulas) sejam avaliados em estudo detalhado.
ITA-001-C	Implementação de reservatório de amortecimento a montante da BR-101.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 98; • Tipo: reservatório de detenção aberto; • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Comprimento da barragem: 117,0 m; • Cota da Crista da barragem: 21,0 m; • Altura da barragem: 5,58 m; • Área útil: 55.838,00 m²; • Volume útil: 297.000,00 m³; • Altura da lâmina média: 5,31 m; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Material construtivo: concreto.
ITA-001-D	Medidas de controle na mancha remanescente.**	<ul style="list-style-type: none"> Polígono 1 – 2E Zoneamento. Polígono 2 –2B Soluções adaptativas (5,6 hectares).

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pela regularização da calha através da remoção de vegetação, rochas e detritos.

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 –Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 98, a seguir, a localização das intervenções que compõem a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá. A Figura 99 materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e TR de 25 anos com e sem as proposições. Por fim, a Figura 100 detalha a intervenção ITA-001-D, referente às medidas de controle na mancha remanescente.



Figura 98 – Resumo das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

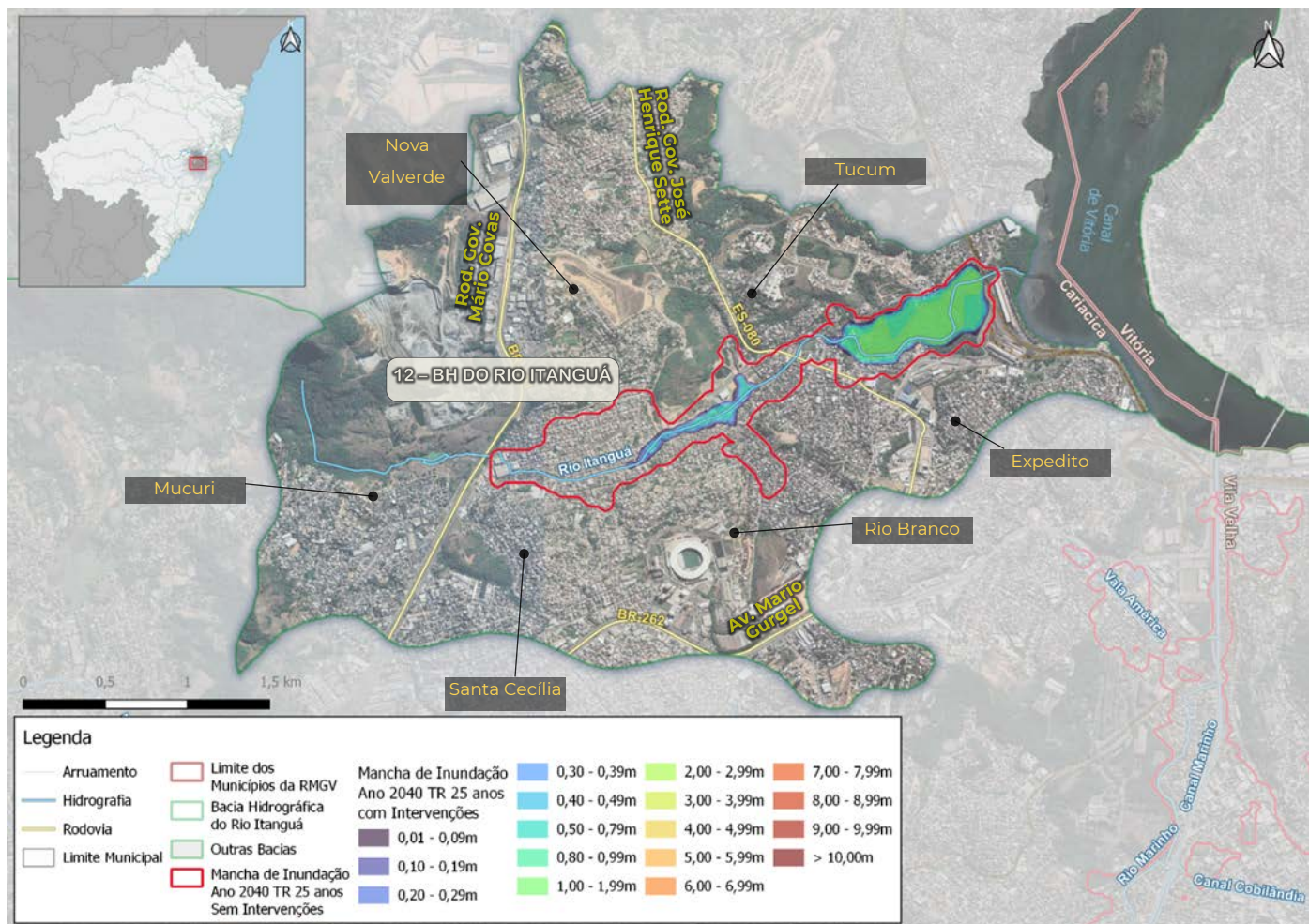


Figura 99 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 99, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha na região dos bairros Nova Brasília, e Itanguá.

Regiões a jusante, próximas ao estuário do Rio Itanguá, foram mantidas visando a preservar as características naturais da área. Algumas regiões urbanizadas mais próximas às margens do Rio Itanguá, contudo, ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 40ha de inundação, sendo necessária a proposição de medidas de controle complementares, conforme Figura 100, a seguir.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos

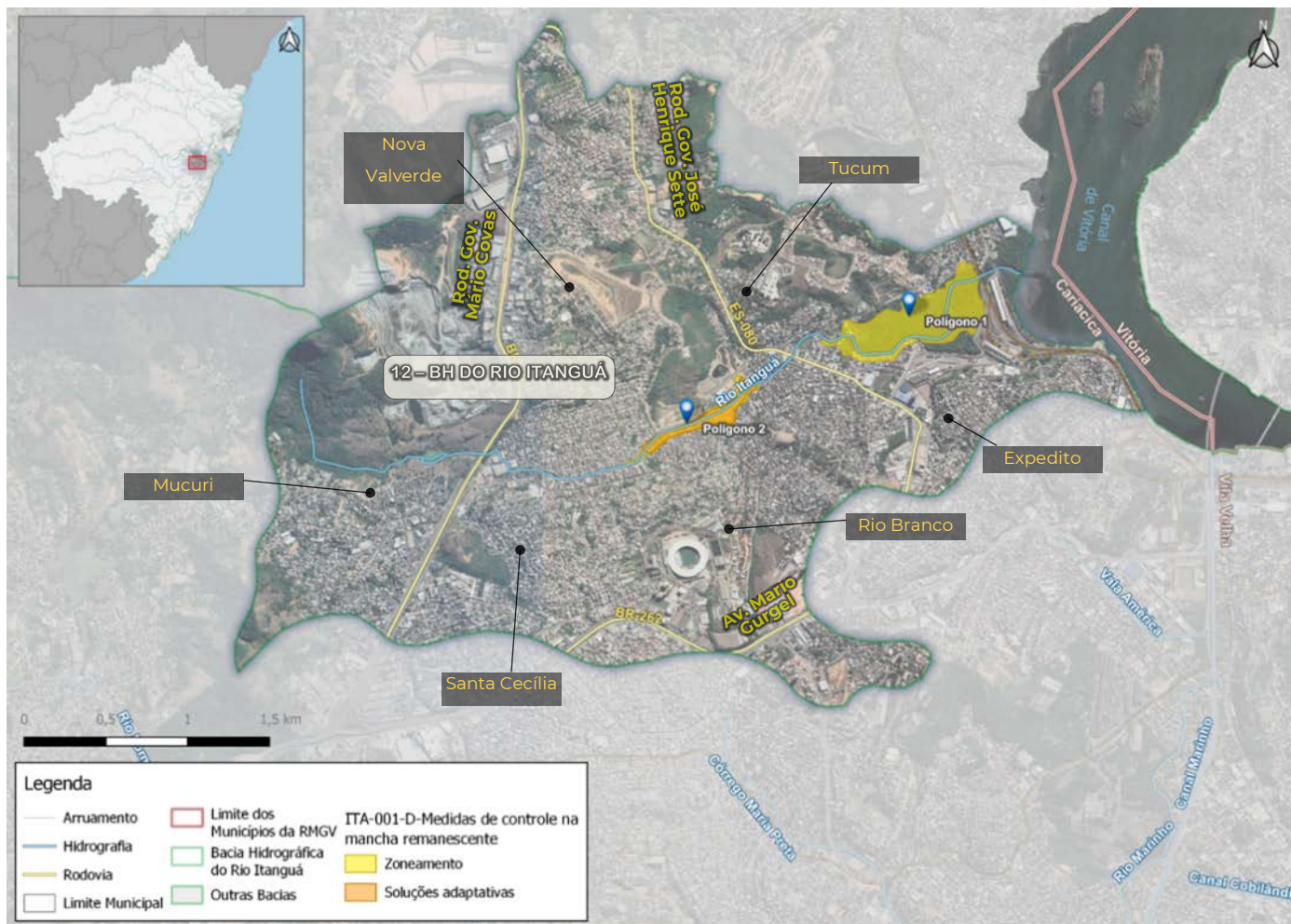


Figura 100 – Detalhe da intervenção ITA-001-D.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.13 Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória

Na análise do prognóstico 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, Praia do Canto, Barro Vermelho e Ilha de Santa Maria do município de Vitória, são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 211 hectares e atinge aproximadamente 5.983 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 101, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória.

A seguir, na Tabela 46 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Cândido Portinari.

Tabela 46 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Leitão da Silva (Bacia Portinari)

Código	Proposições	Dimensões
POR-001-A	Dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 102; • Volume de amortecimento de 120.000 m³.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Essa proposição prevê a implantação de dispositivos de amortecimento de vazões distribuídos na bacia, tais como pavimentos permeáveis, reservatórios lineares e jardins de chuva para amortecer um volume de 120.000 m³. O relatório P6.2 - Tomo I – Propostas de Medidas Estruturais e Não Estruturais (PDGV-RE-P06-2-001-R3) apresenta maiores detalhes sobre a proposição.

A seguir, na Tabela 47, é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Bento Ferreira.

Tabela 47 – Proposição do PDAU-RMGV para o Canal Leitão da Silva (Bacia Bento Ferreira)

Código	Proposições	Dimensões
BEN-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 103; • Tipo: reservatório de detenção fechado; • Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem; • Volume útil: 25.000 m³; • Profundidade: 6,75 m; • Área: 3.700 m².
BEN-001-B	Implantação de reservatório de amortecimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 103; • Tipo: reservatório de detenção fechado; • Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem; • Volume útil: 15.000 m³; • Profundidade: 2,77 m; • Área: 5.400 m².
BEN-001-C	Implantação de reservatório de amortecimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 103; • Tipo: reservatório de detenção fechado; • Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem; • Volume útil: 17.200 m³; • Profundidade: 6,37 m; • Área: 2.700 m².

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 48 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia do Córrego Fradinhos.

Tabela 48 – Proposição do PDAU-RMGV para o Córrego Fradinhos

Código	Proposições	Dimensões
FRA-001-A	Implementação do Reservatório de Amortecimento R1 (Fonte: Prefeitura).	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 104; • Tipo: reservatório de detenção fechado; • Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem; • Volume útil: 22.400 m³; • Profundidade: 8,00 m; • Área: 2.800 m².
FRA-001-B	Implementação do Reservatório de Amortecimento R2 (Fonte: Prefeitura).	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 104; • Tipo: reservatório de detenção fechado; • Posição: fora de linha em relação ao sistema de drenagem; • Volume útil: 7.000 m³; • Profundidade: 3,50 m; • Área: 2.000 m².
FRA-001-C	Ampliação da seção no trecho à montante (Fonte: Prefeitura).	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 104; Seções variáveis ao longo do trecho / galeria 1,5 x 1,5 m / galeria 2,0 x 2,0 m / extensão aproximada de 0,5 km.
FRA-001-D	Implementação da galeria na Av. Alberto Torres (Fonte: Prefeitura).	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 104; • Primeiro trecho: duas células H = 1,50 m de altura, B = 2,00 m de largura. Trecho entre Rua Barão de Mauá e Av. Vitória. • Segundo trecho: duas células H = 1,50 m de altura, B = 2,50 m de largura. Trecho entre Av. Vitória e Rua Hermes Curry Carneiro. • Terceiro trecho: duas células 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.
FRA-001-E	Implementação de EBAP junto à foz da GAP da Av. João Santos Filho (continuação da Av. Alberto Torres).	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 104; Número de bombas: 4 unidades; Capacidade de bombeamento total: 10,00 m³/s.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 102, Figura 103 e Figura 104, a localização das intervenções

propostas pelo PDAU-RMGV. Destaca-se que com as intervenções propostas não sobraram manchas de inundação para o TR de 25 anos.

A área da referida mancha de inundação pós-implantação das medidas não estruturais será inexistente e pelos estudos do PDAU, a previsão é que não existam domicílios em risco para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040.

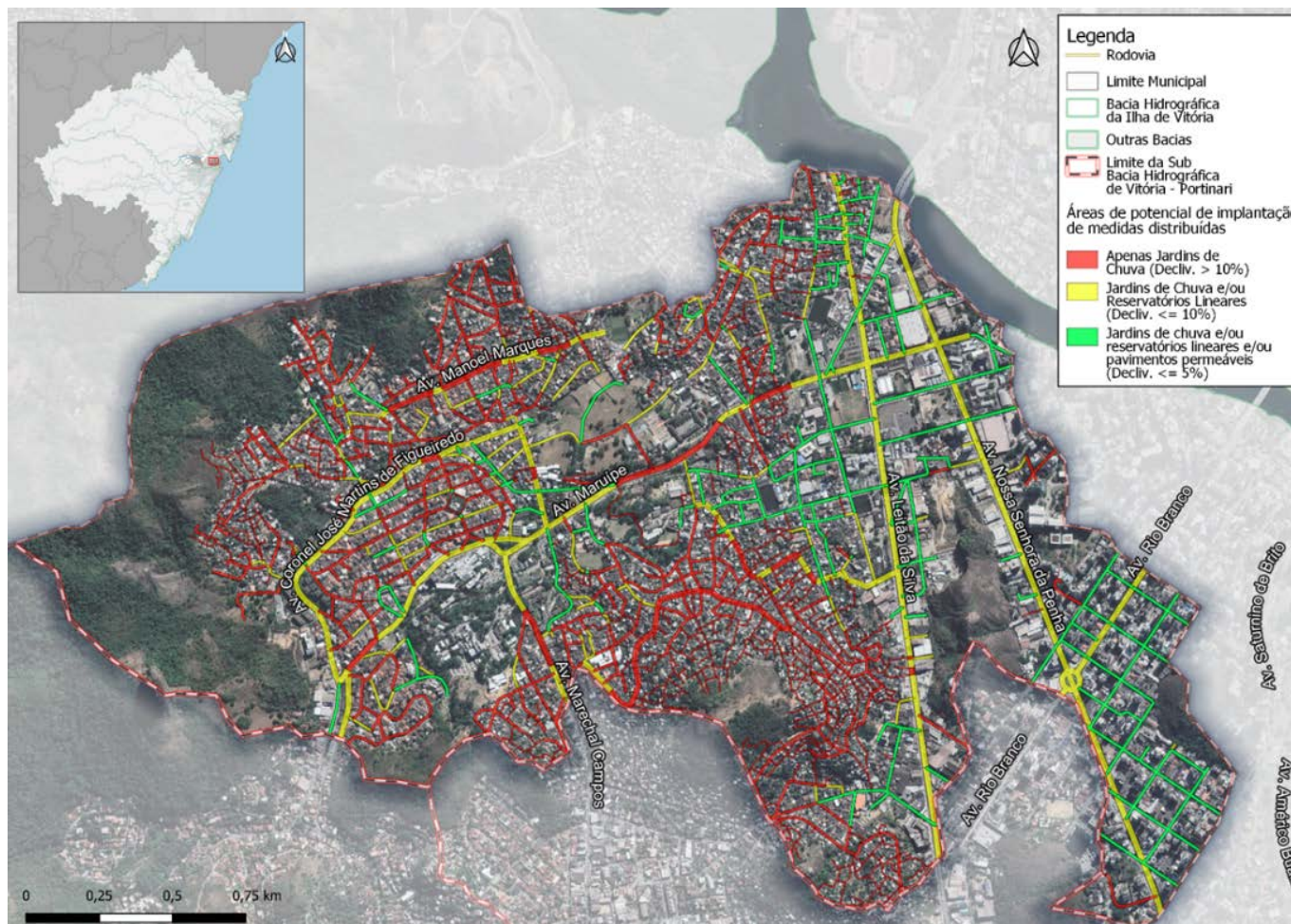


Figura 102 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória (Canal da Leite da Silva – Bacia Portinari)

Fonte: PDAU – RMCV, 2022.



Figura 103 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória (Canal da Leitoão da Silva – Bacia Bento Ferreira).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

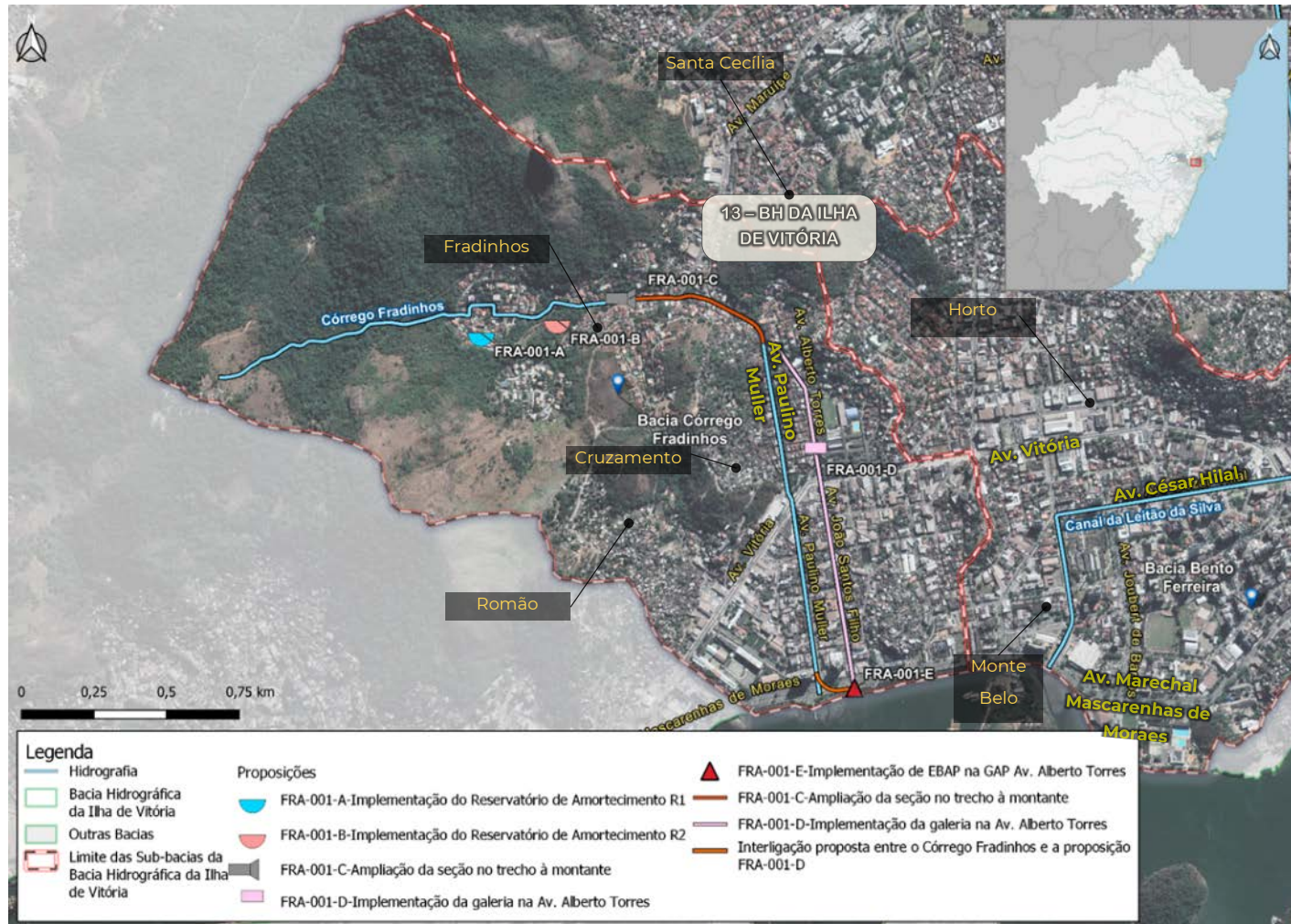
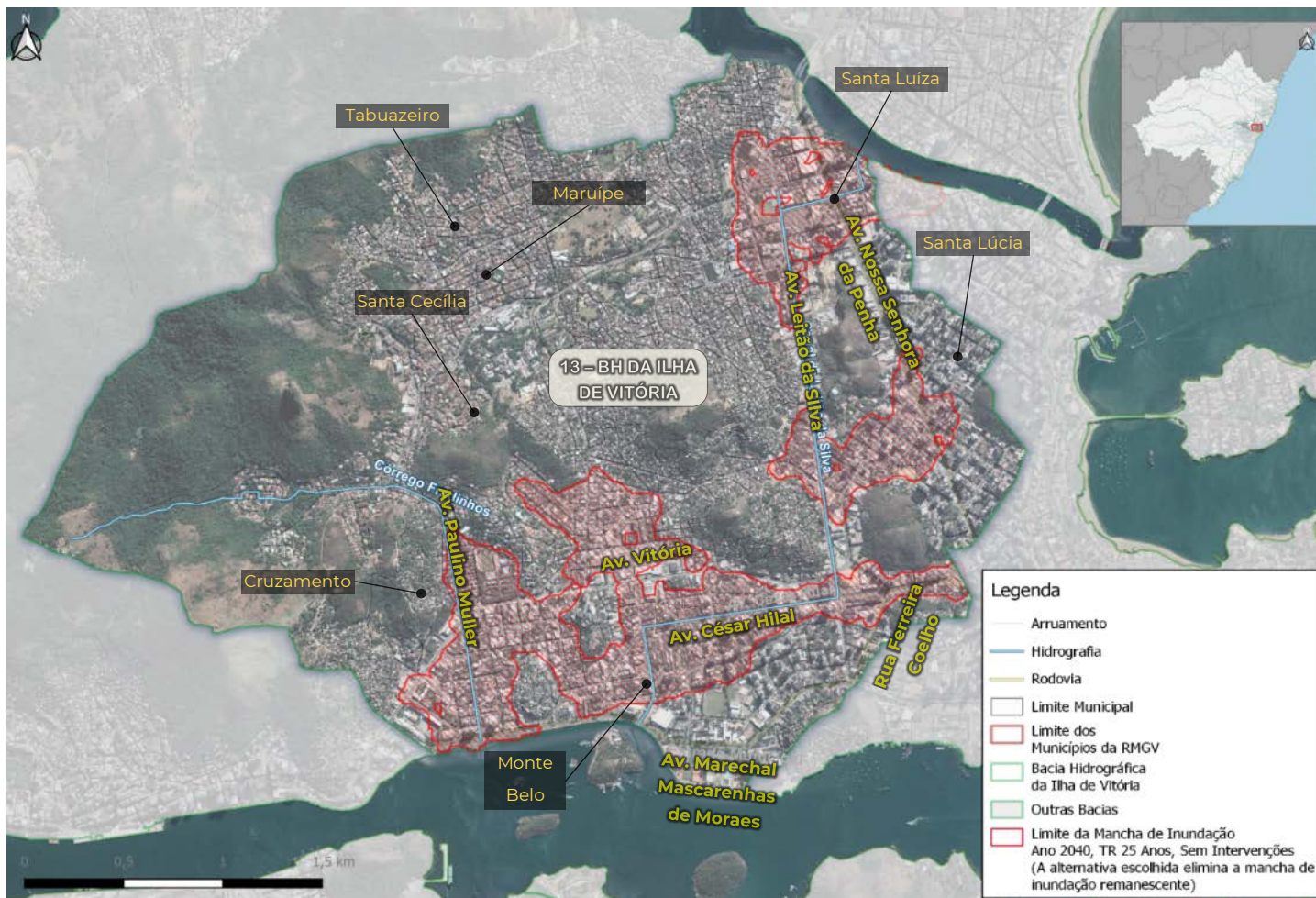


Figura 104 – Resumo das intervenções propostas para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória (Córrego Fradinhos).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.



. Figura 105 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.14 Bacia Hidrográfica do Rio Una

Na análise do prognóstico verificou-se que as populações ribeirinhas do Portal de Santa Mônica e Paturá são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 1199 hectares e atinge aproximadamente 707 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 106, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica do Rio Una.

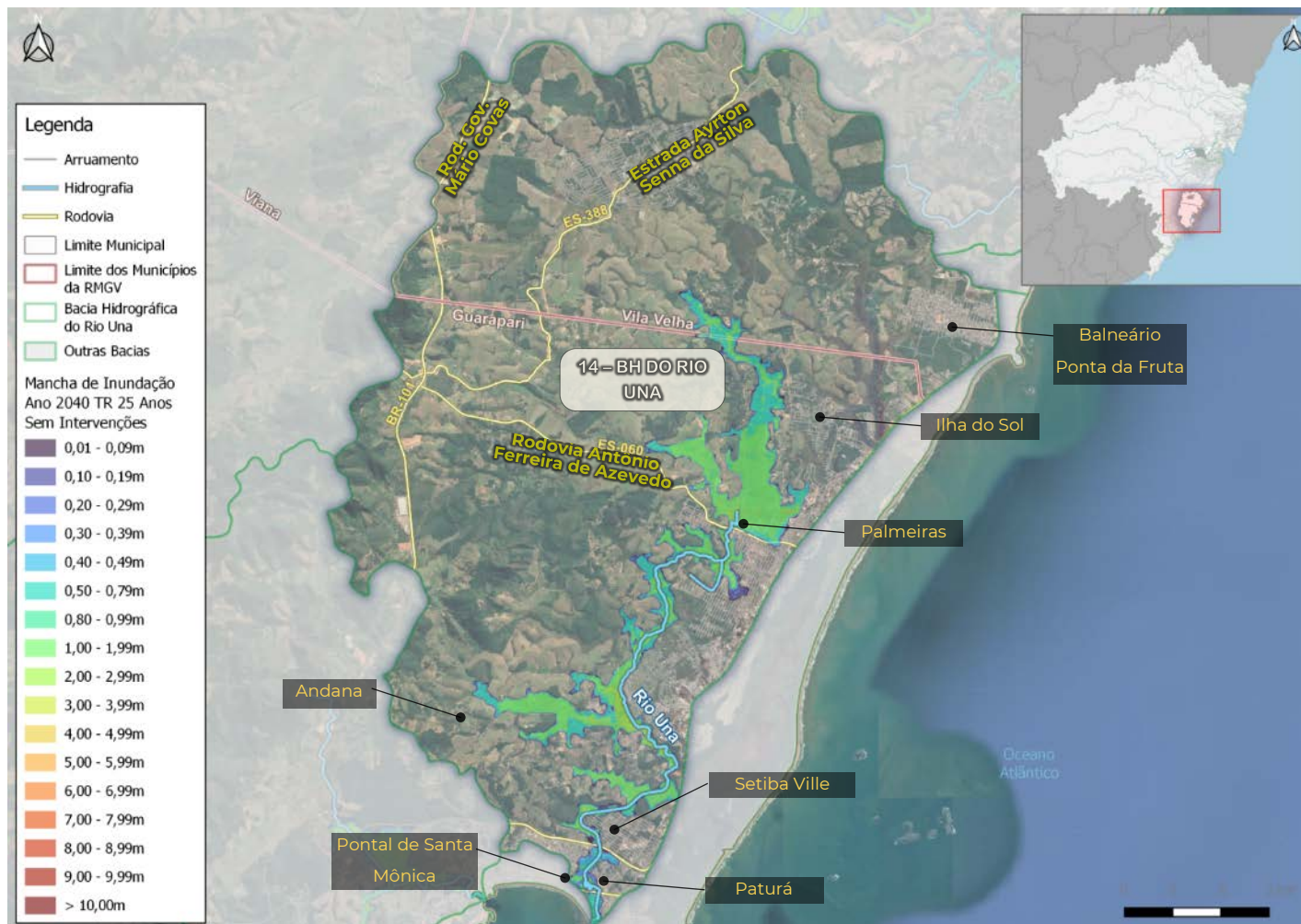


Figura 106 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para a Bacia Hidrográfica do Rio Una.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

A seguir, na Tabela 49 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Una.

Tabela 49 – Proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Una

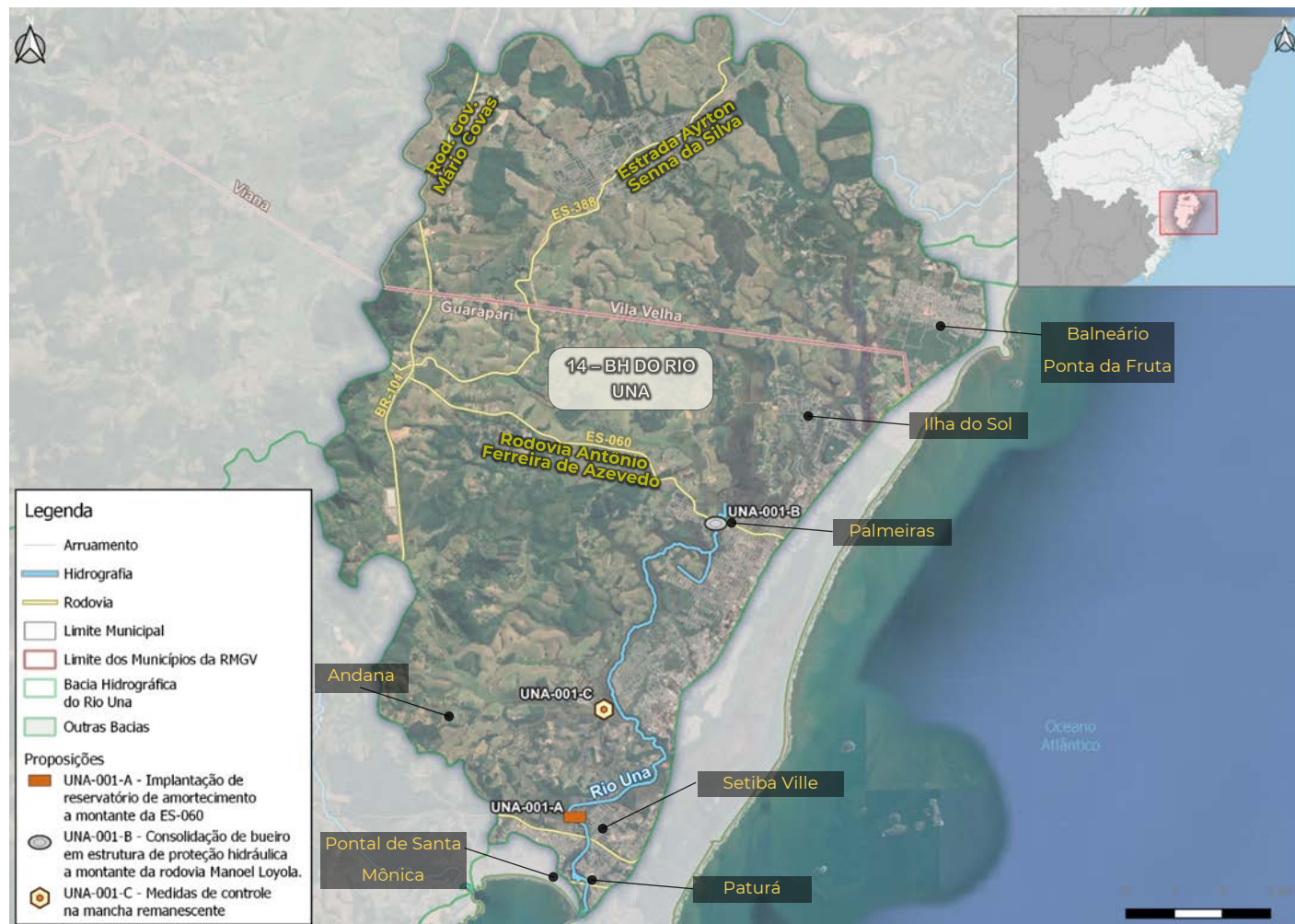
Código	Proposições	Dimensões
UNA-001-A	Implantação de reservatório de amortecimento a montante da ES-060.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 107; • Tipo: reservatório de detenção aberto • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Comprimento da barragem: 210,0 m; • Cota da crista da barragem: 4,5 m; • Área útil: 10.120.950 m²; • Volume útil: 14.675.233,3 m³; • Altura média: 2,82 m; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Material construtivo: concreto.
UNA-001-B	Consolidação de bueiro em estrutura de proteção hidráulica a montante da rodovia Manoel Loyola.*	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 107.
UNA-001-C	Medidas de controle na mancha remanescente. **	<p>Polígono 1 – 3 Zoneamento.</p> <p>Polígono 2 – 2B Soluções adaptativas (5,8 hectares).</p> <p>Polígono 3 – 1B Remoção e reassentamento (30 domicílios) + parque alagável (0,5 hectare).</p> <p>Polígono 4 – 2B Soluções adaptativas (2,5 hectares).</p> <p>Polígono 5 – 2B Soluções adaptativas (4,3 hectares).</p> <p>Polígono 6 – 2A Soluções adaptativas (3,4 hectares).</p> <p>Polígono 7 – 1B Remoção e reassentamento (50 domicílios) + parque alagável (18,7 hectares).</p> <p>Polígono 8 – 2B Soluções adaptativas (16,7 hectares).</p> <p>Polígono 9 – 1B Remoção e reassentamento (20 domicílios).</p> <p>Polígono 10 – 2B Soluções adaptativas (9,8 hectares).</p> <p>Polígono 11 – 2B Soluções adaptativas (1,3 hectare).</p>

* A consolidação de seção se refere à manutenção das condições da seção existente, mediante simulação hidráulica, demonstrando que qualquer alteração nas condições existentes ocasionará impacto em áreas urbanizadas a jusante da seção.

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 – Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se, na Figura 107, a seguir, a localização das proposições do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Una. A Figura 108 e Figura 109 materializam a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e TR de 25 anos com e sem as intervenções.



Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

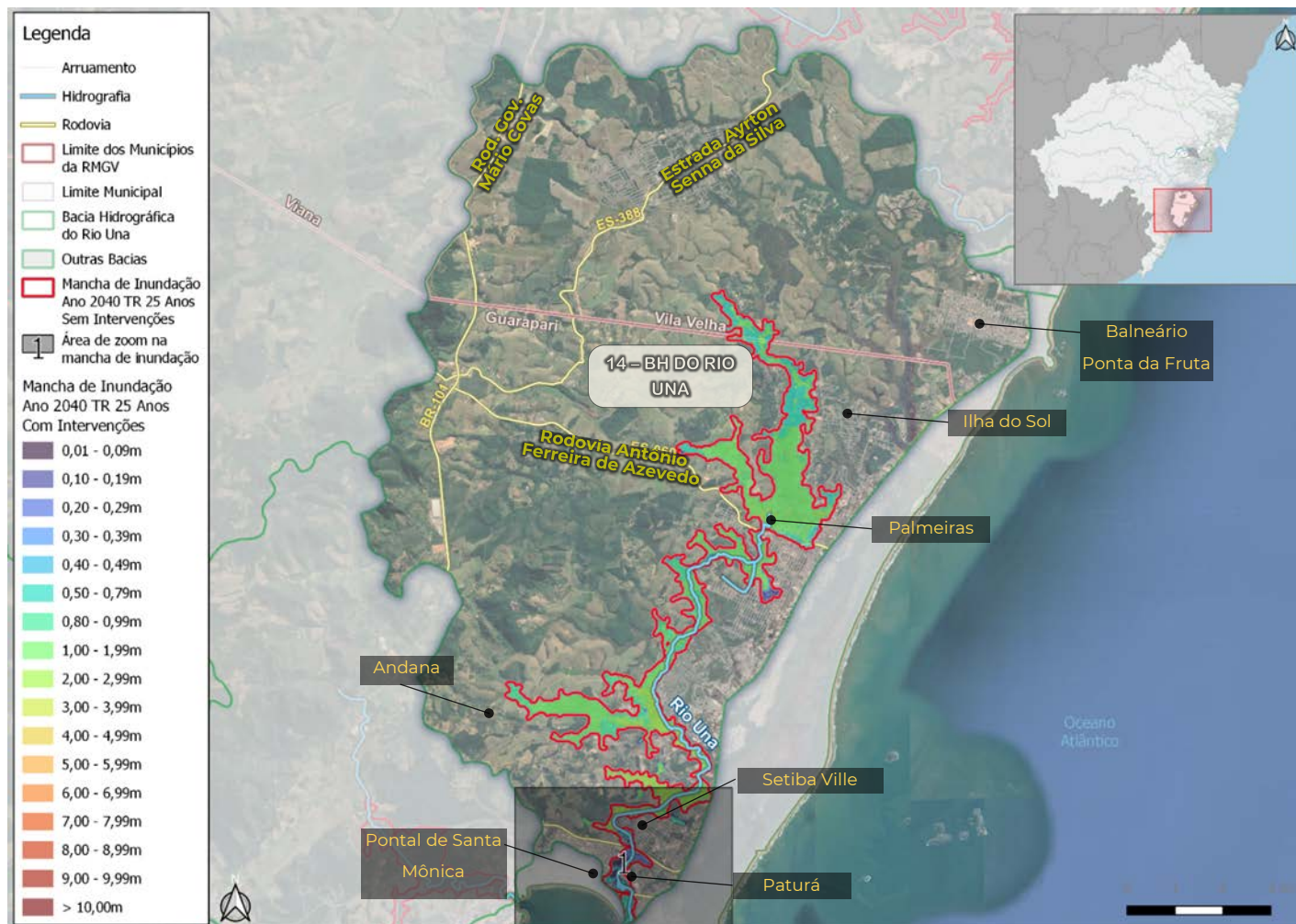


Figura 108 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Una.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

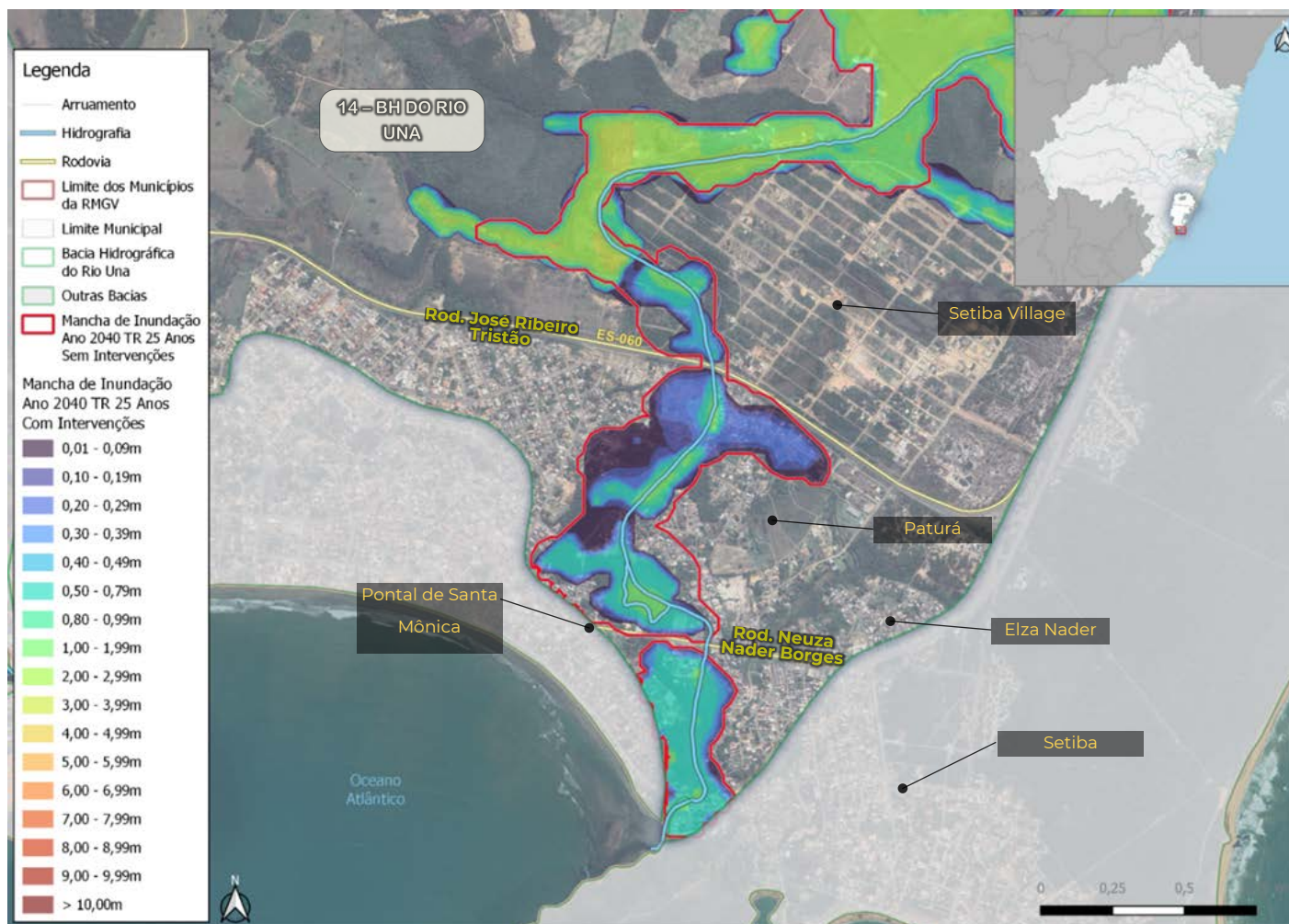


Figura 109 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Una – (Ampliação).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

As medidas estudadas e indicadas pelo PDAU foram dimensionadas tendo em vista a redução das inundações para eventos de TR 25 anos e uso do solo 2040. Conforme apresentado na Figura 109, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Rio Una, verifica-se que houve uma redução da altura média da mancha na região dos bairros Portal de Santa Mônica e Paturá.

Contudo ainda é necessária a proposição de medidas de controle complementares nas manchas remanescentes de inundação, conforme apresentado na Figura 110, na Figura 111 e na Figura 112 que detalham a intervenção UNA-001-C com a demarcação de polígonos para soluções adaptativas, remoção e zoneamento de inundação. E, a Figura 113 e a Figura 114 destacam as áreas de requalificação para implantação de parques.

A área da referida mancha de inundação pós-implantação das medidas estruturais será de 1.256 hectares. Considerando também a implantação das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos

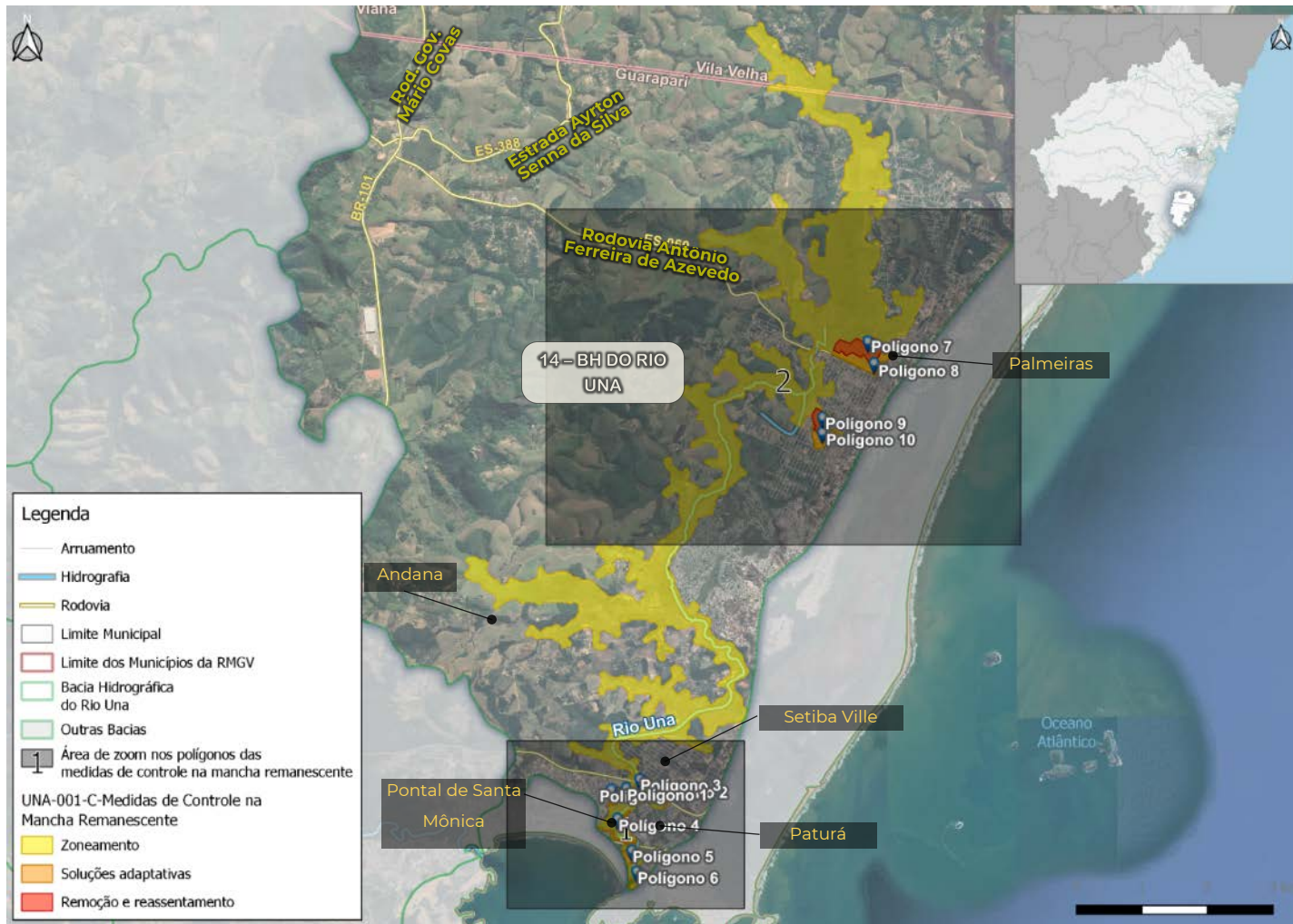


Figura 110 – Detalhe da intervenção UNA-001-C.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

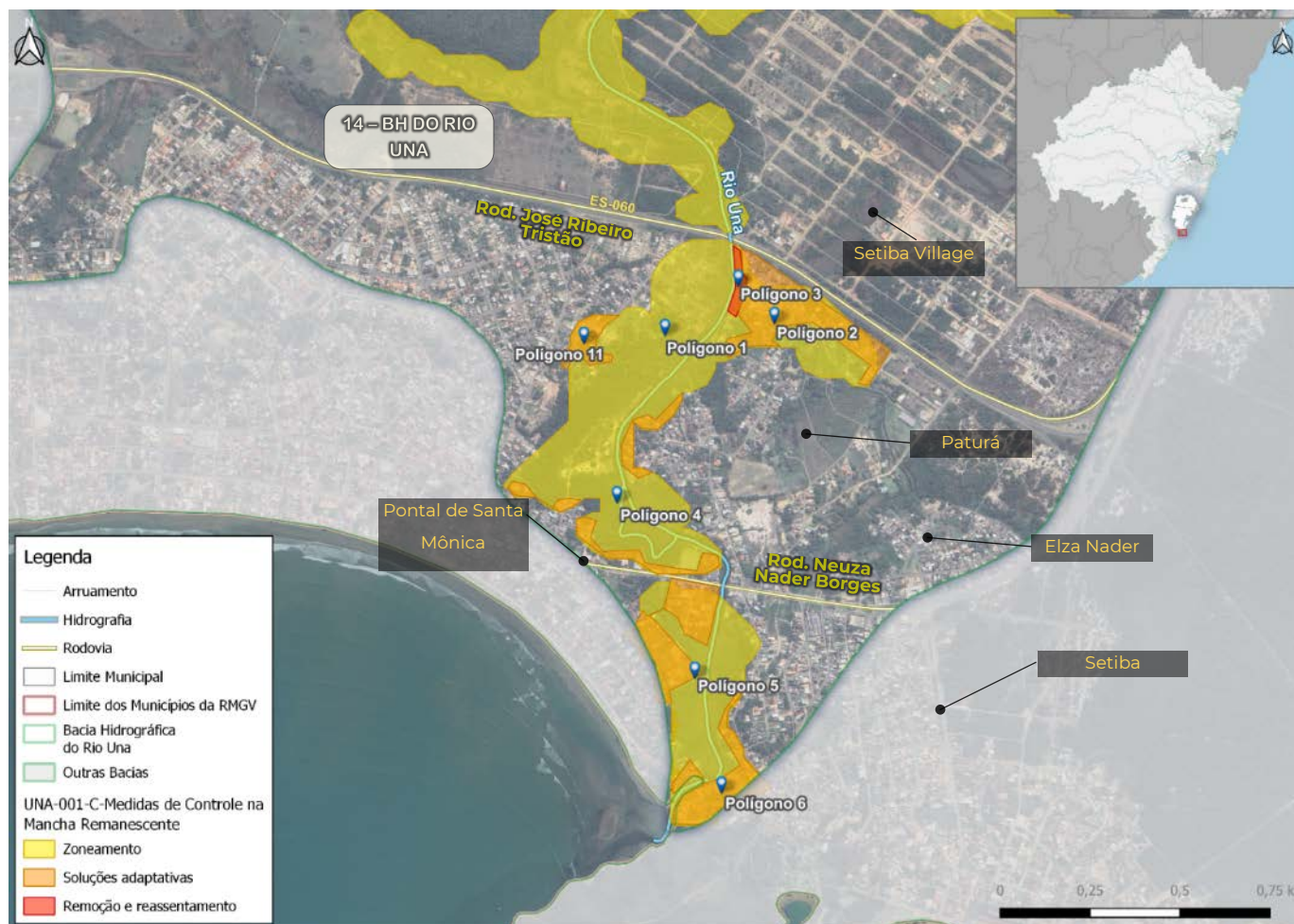


Figura 111 – Detalhe da intervenção UNA-001-C-Ampliação (1/2).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

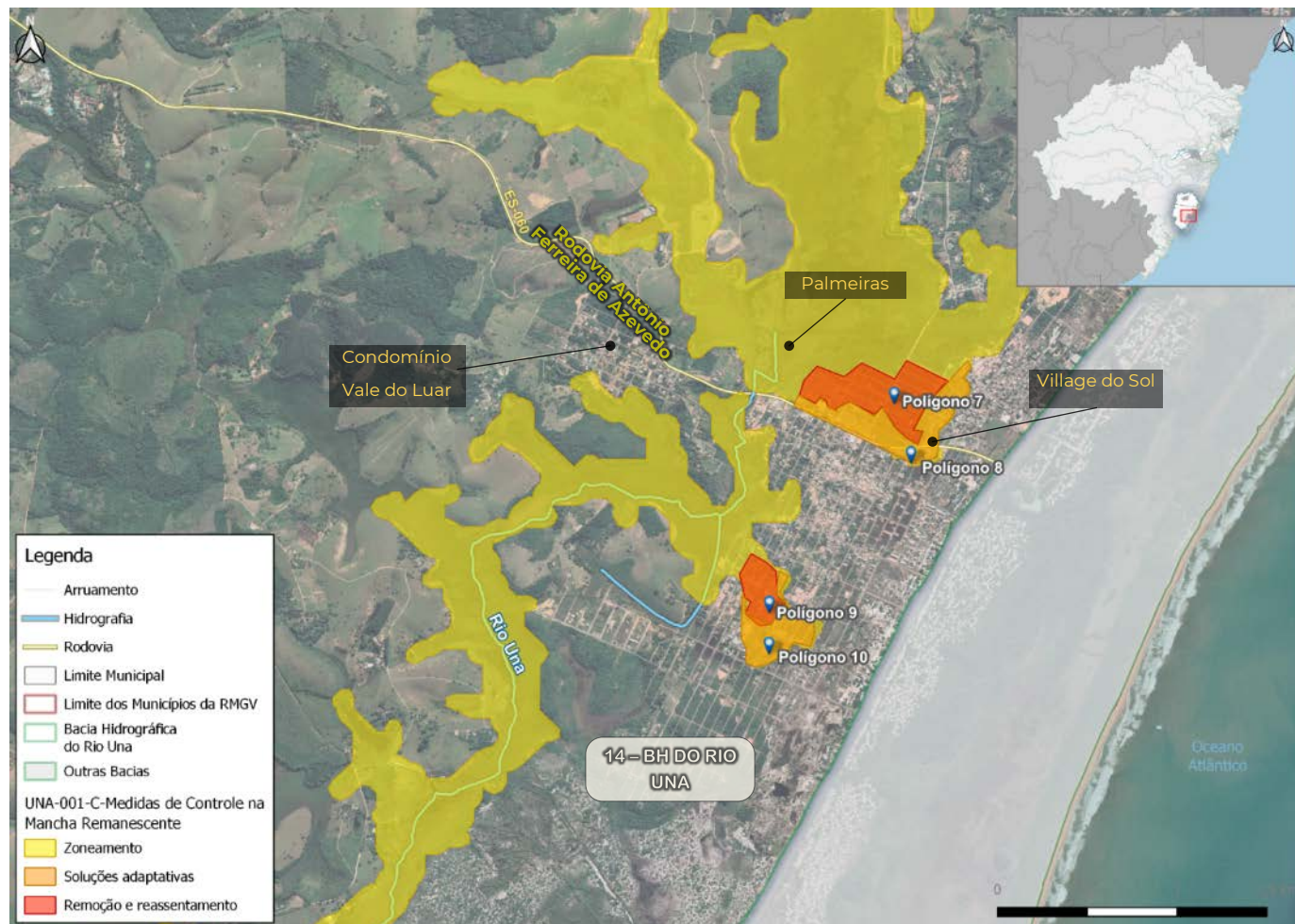


Figura 112 – Detalhe da intervenção UNA-001-C-Ampliação (2/2).

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.



Figura 113 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – Ampliação (1/2) – Consolidação de parque nas áreas de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

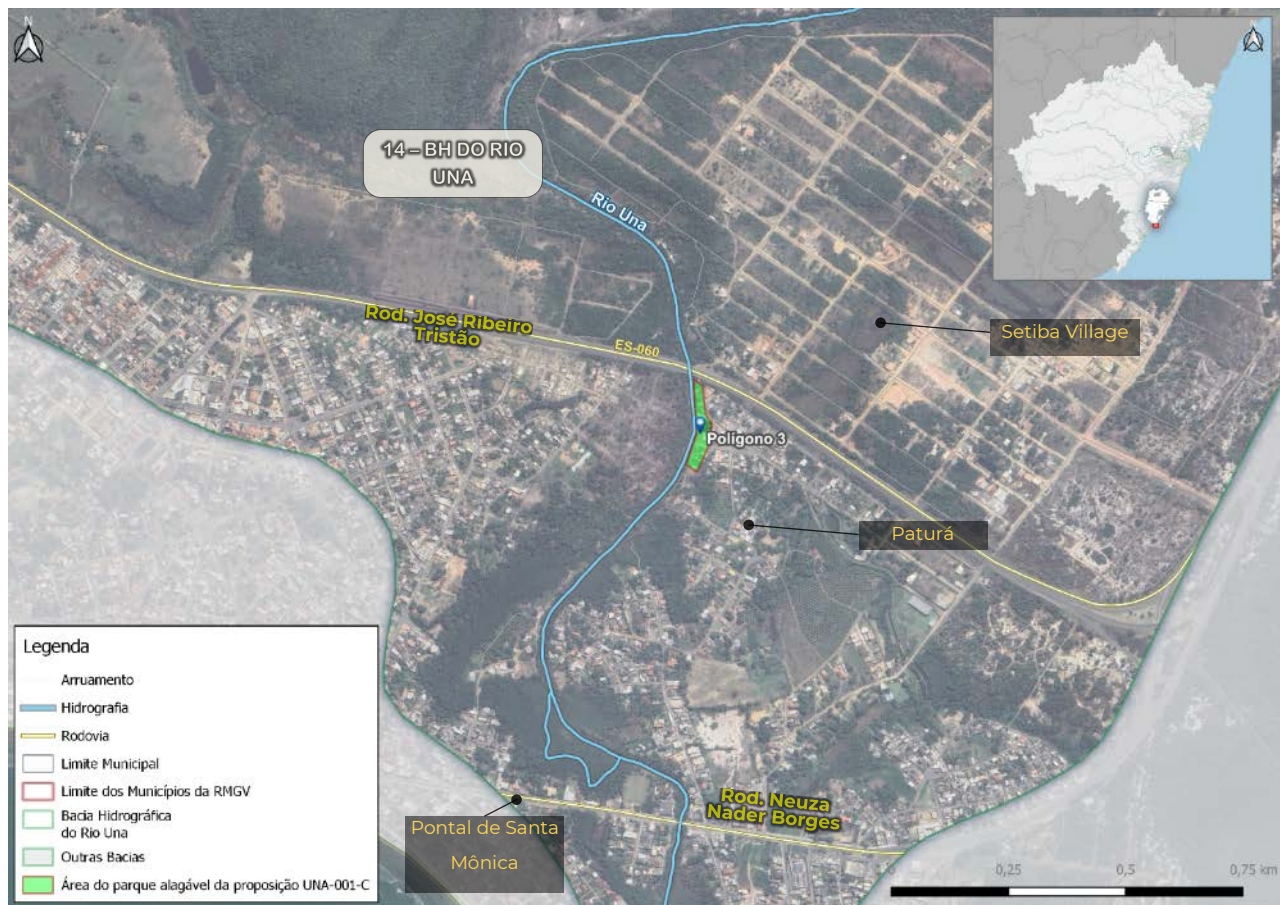


Figura 114 – Detalhe da intervenção UNA-001-C – Ampliação (2/2) – Consolidação de parque nas áreas de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.3.15 Bacia Hidrográfica do Rio Bubu

Na análise do prognóstico verificou-se que parte das populações dos bairros Porto de Cariacica, Morada do Porto e Santa Luzia, são impactadas pela mancha de inundação gerada pela precipitação de tempo de recorrência de 25 anos, considerando os parâmetros de transformação chuva-vazão calculados para o uso do solo previsto para o ano 2040.

A área da referida mancha de inundação do prognóstico é de 766 hectares e atinge aproximadamente 707 domicílios.

Com isso, foram avaliadas medidas estruturais e não estruturais visando reduzir os riscos de inundação nessa área urbana.

A Figura 115, a seguir, apresenta a mancha de inundação prognóstica para a Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.

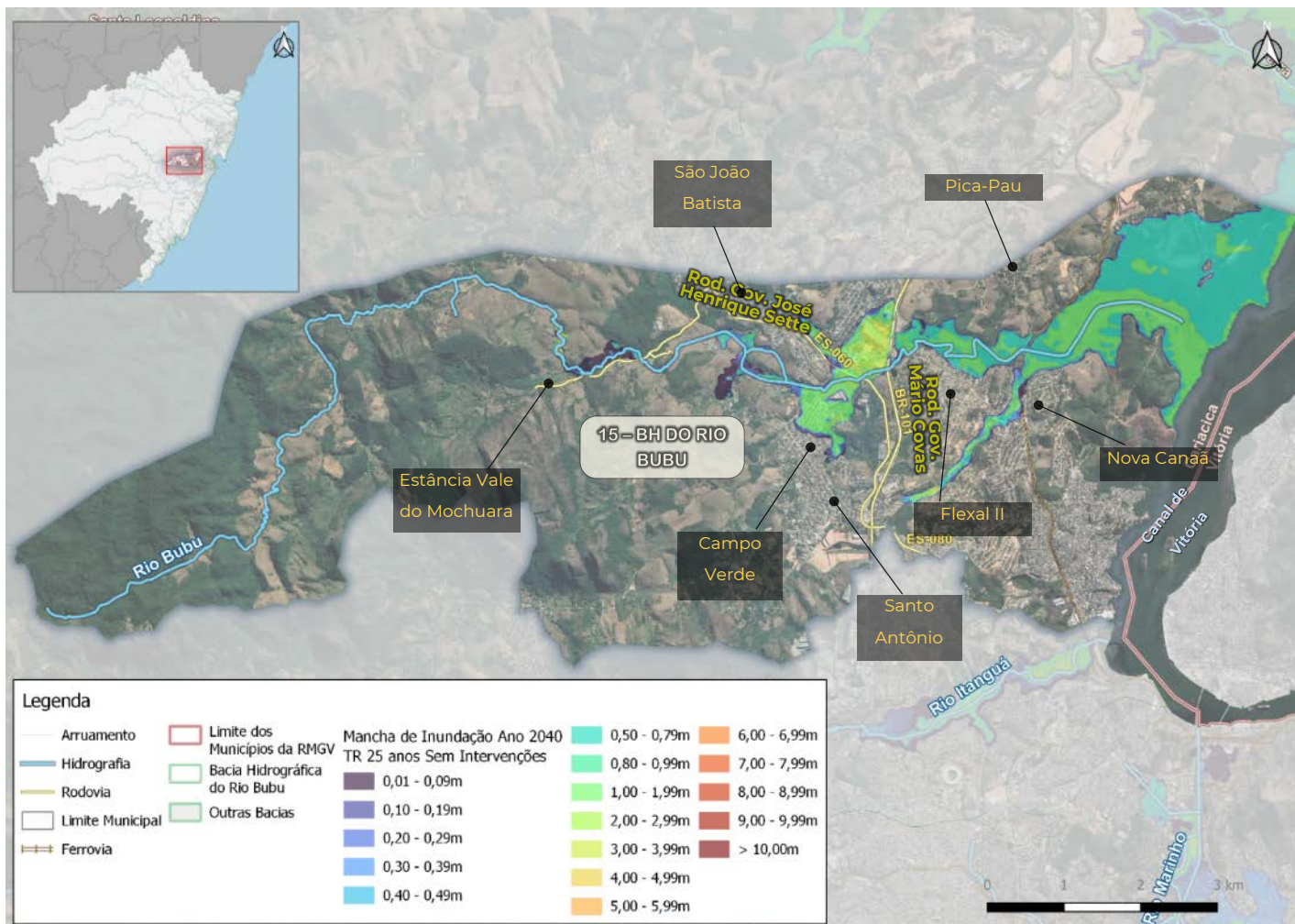


Figura 115 – Mancha de inundação prognóstica de TR de 25 anos e uso do solo de 2040 para o Rio Bubu.

Fonte: PDAU – RMGV 2022.

Na Tabela 50 é apresentada a proposição do PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.

Tabela 50 – Proposição do PDAU-RMGV para o Rio Bubu

Código	Proposições	Dimensões
BUB-001-A	Aumento da condutividade da seção no trecho urbano a montante da BR-101.*	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 116; • Extensão aproximada: 1.000 m; • Manning pré-intervenção: 0,05; • Manning pós-intervenção: 0,02; • Seção trapezoidal: base= 14,0 m; altura = 4,1 m e largura na superfície = 16,0 m.
BUB-001-B	Implementação de estrutura de controle hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 116; • 8 comportas: base = 2,0 m e altura= 4,0 m. <p>Contudo, recomenda-se que as dimensões e tipo de estrutura (comporta ou válvulas) sejam avaliados em estudo detalhado.</p>
BUB-001-C	Implementação de reservatório de amortecimento à montante do trecho urbano.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: ver Figura 116; • Tipo: reservatório de detenção aberto; • Posição: em linha com o sistema de drenagem; • Comprimento da barragem: 58,0 m; • Cota da Crista da barragem: 34,0 m; • Altura média: 5,39 m; • Área alagada: 120.211,00 m²; • Volume útil: 300.000,00 m³; • Processo de esgotamento: por gravidade; • Material construtivo: concreto.
BUB-001-D	Medidas de controle na mancha remanescente.**	<p>Polígono 1 – 3 Zoneamento.</p> <p>Polígono 2 – 1B Remoção e reassentamento (100 domicílios) + parque alagável (8,6 hectares).</p> <p>Polígono 3 – 2B Soluções adaptativas (22,9 hectares).</p>

* O aumento de condutividade proposto se caracteriza pela regularização da calha através da remoção de vegetação, rochas e detritos e também pelo aumento da seção da calha existente.

**Tipos de medidas de controle complementares: 1A – desapropriação / indenização + parque alagável; 1B – remoção e reassentamento + parque alagável; 2A – Soluções adaptativas – urbanização consolidada; 2B – Soluções adaptativas – urbanização precária; 3 –Zoneamento

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Ilustra-se na Figura 116, a seguir, a localização das intervenções propostas pelo PDAU-RMGV para a Bacia Hidrográfica do Rio Bubu. A Figura 117 materializa a comparação das manchas de inundação do cenário prognóstico do ano de 2040 e TR de 25 anos

com e sem as intervenções propostas.

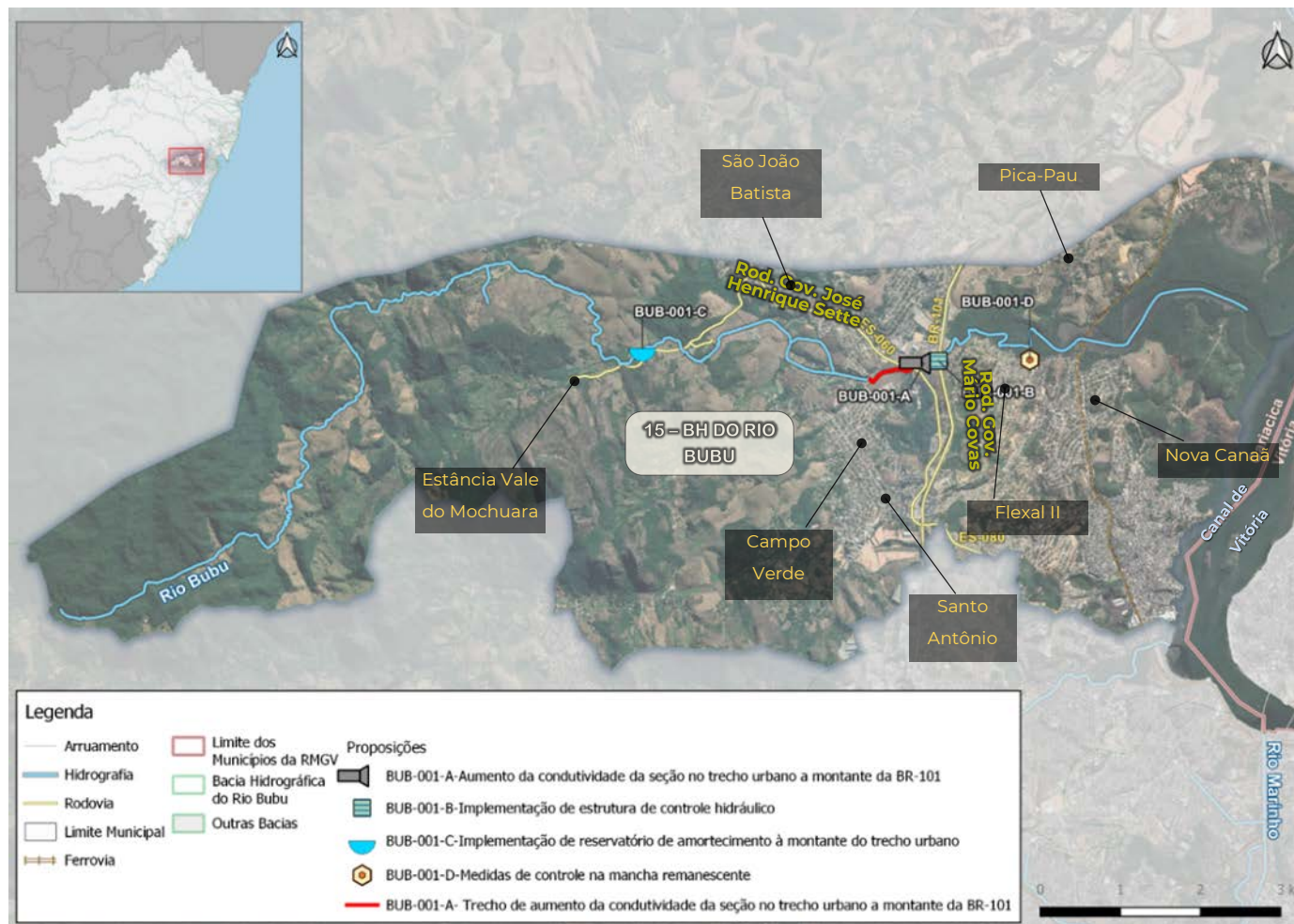


Figura 116 – Resumos das intervenções propostas na Bacia Hidrográfica do Rio Bubú.

Fonte: PDAU – RMGV 2022.

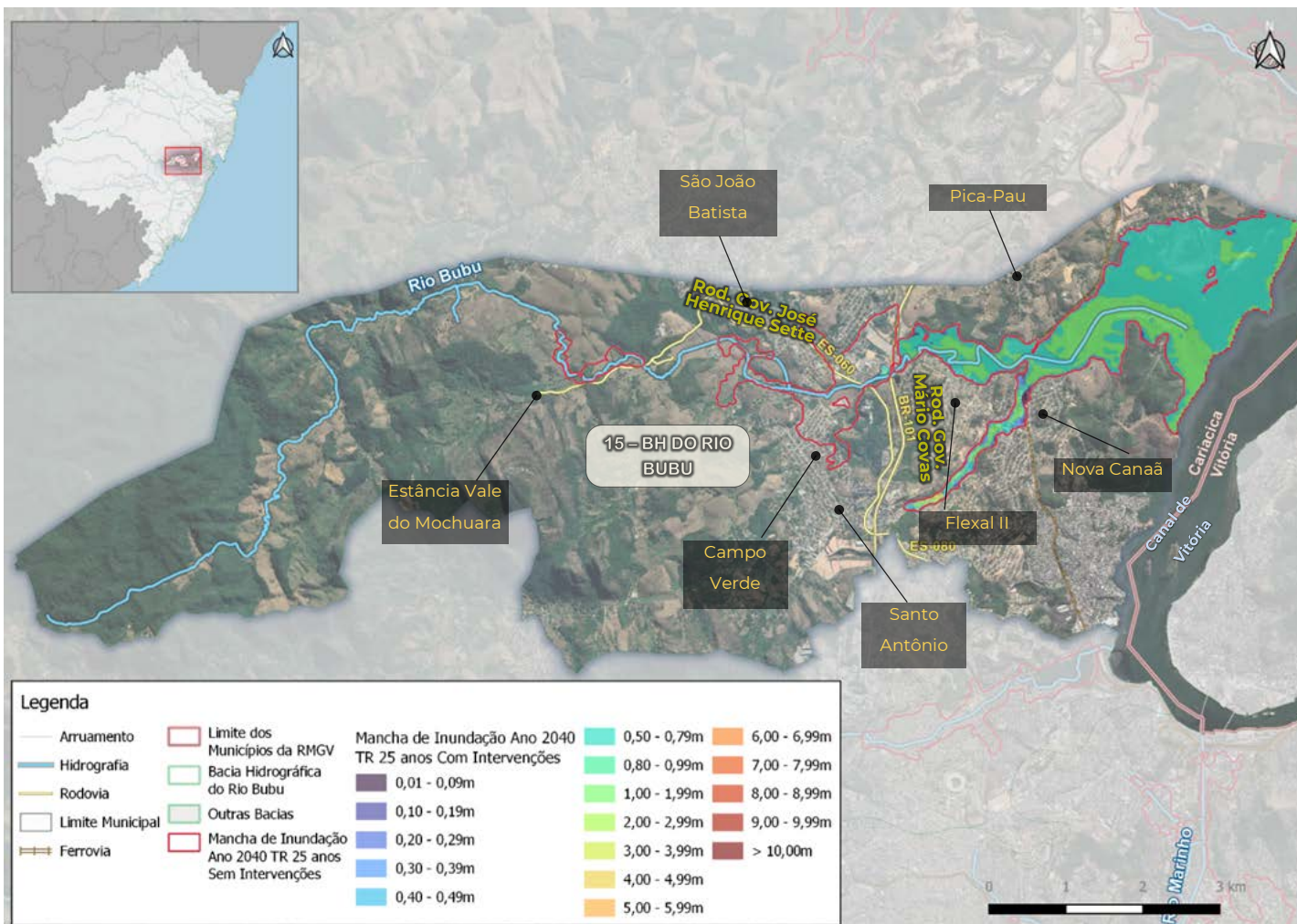


Figura 117 – Comparação da mancha de inundação com e sem intervenções para a Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

Conforme apresentado na Figura 117, comparando-se as condições dos cenários com intervenção (área colorida) e sem intervenção (contorno em vermelho) na Bacia Hidrográfica do Rio Bubu, verifica-se que houve uma redução significativa da área da mancha na região dos bairros Porto de Cariacica, Morada do Porto e Santa Luzia. Na região estuarina do Rio Bubu, as manchas de inundação foram mantidas visando a preservar as condições naturais.

A Figura 117 também apresenta mancha de inundação nos bairros Flexal I, Santa Rosa e Vila Prudêncio, referente a um corpo hídrico sem nome na base de dados utilizada, afluente do Rio Bubu, em sua margem direita, na altura da Rua Beira Linha. Esse corpo hídrico não faz parte dos que foram definidos pelo Grupo de Sustentação para serem modelados no PDAU. Com isso, recomenda-se a avaliação, na fase de projeto executivo, da necessidade de implantação de estruturas de controle de cheias nesse corpo hídrico.

Algumas regiões, próximas às margens do Rio Bubu, ainda apresentam manchas remanescentes, cerca de 584ha de inundação, sendo necessária a proposição de medidas de controle complementares, conforme apresentado na Figura 118 que detalha a intervenção BUB-001-C, com a demarcação dos polígonos para soluções adaptativas, zoneamento de inundação, áreas de remoção e reassentamento. E, a Figura 119 que mostra as áreas para a implantação de parques.

Considerando a implantação das medidas estruturais e das medidas de controle complementares, a previsão é que não existam mais domicílios em situação de risco de inundação para os eventos de TR de 25 anos

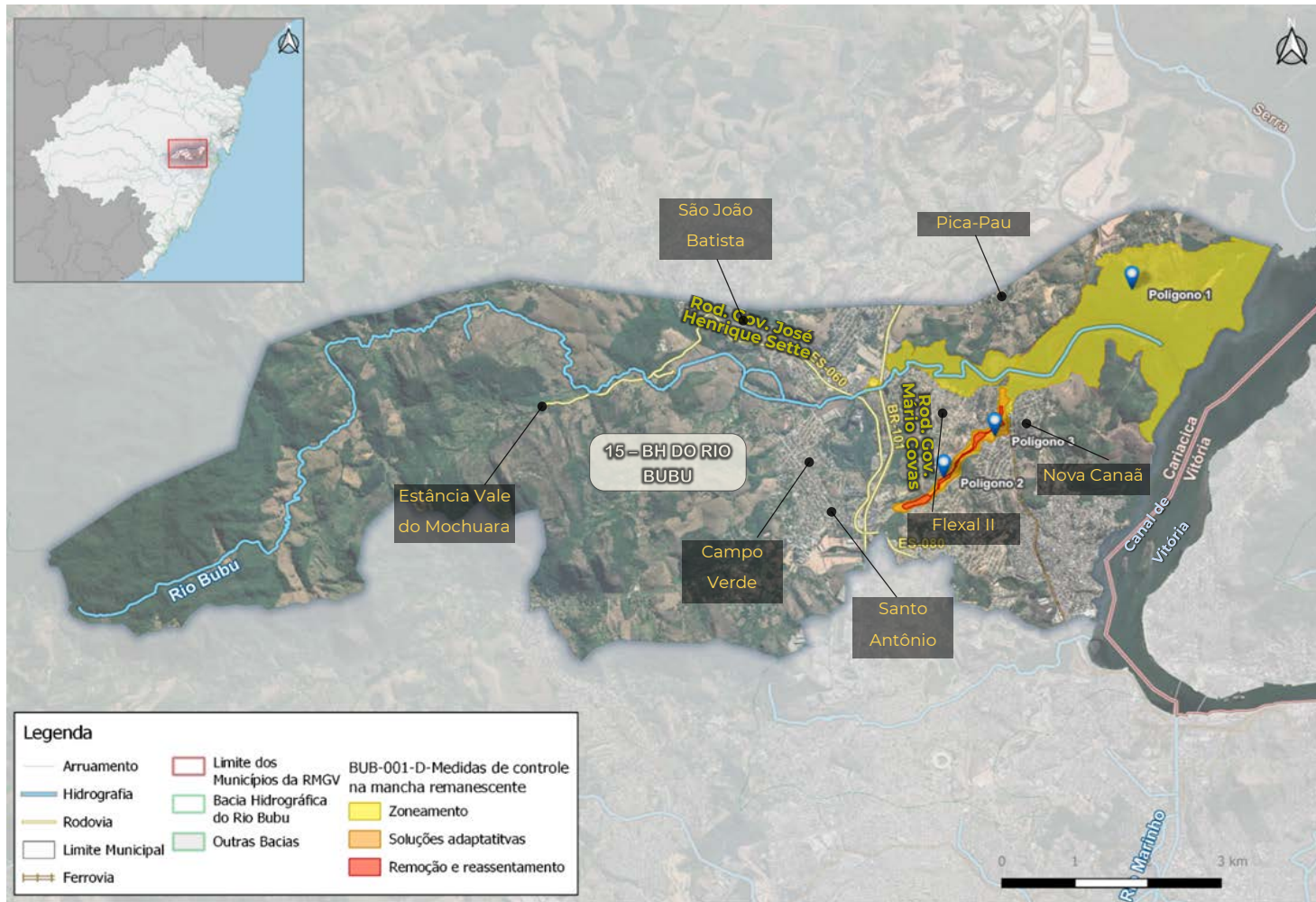


Figura 118 – Detalhe da intervenção BUB-001-D.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

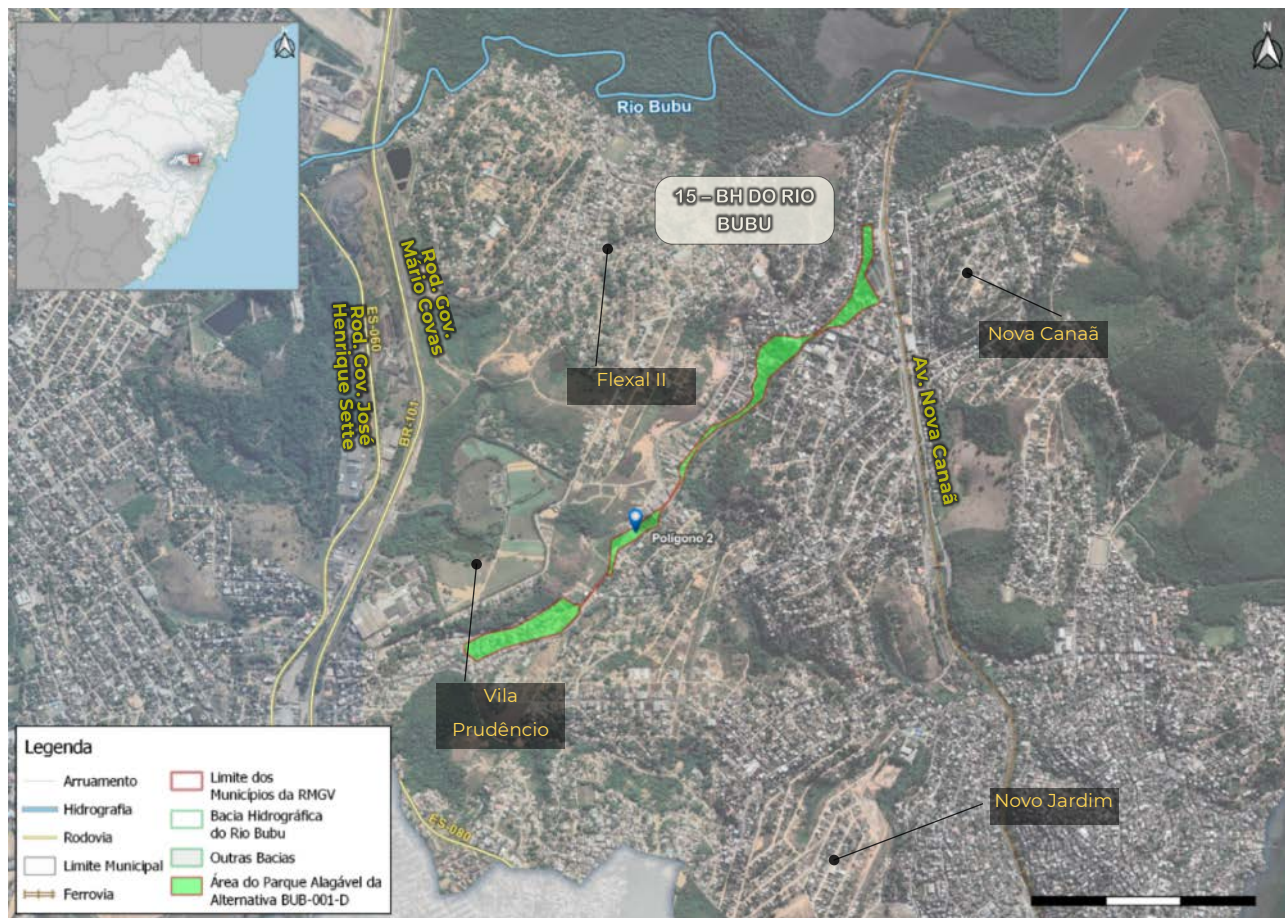


Figura 119 – Detalhamento da Intervenção BUB-001-D - Consolidação de parque alagável nas áreas de remoção.

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

6.4 Procedimentos para a execução das propostas

Tendo sido apresentadas as propostas para as bacias hidrográficas, este capítulo sistematiza os estudos complementares que deverão ser realizados para cada tipo de intervenção. Esse detalhamento complementar é necessário em função 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.

São quatro os aspectos gerais que deverão ser considerados na efetivação das propostas:

1. 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

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 cumpridos 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. 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;

Critérios e requisitos ambientais principalmente em termos de licenciamento 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.

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).

O PDAU aponta a necessidade de obtenção dessas licenças para as intervenções nas bacias hidrográficas. Contudo, existem outras modalidades de licenciamento e autorizações ambientais que também devem ser consideradas, a serem detalhadas posteriormente, no momento prévio às intervenções. Indica-se o estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sobre os procedimentos para o licenciamento ambiental desenvolvidos pelos órgãos estaduais, do Distrito Federal e do órgão federal (BRASIL, 2016), que traz esse mapeamento.

2. Critérios e requisitos de avaliação social, com destaque para as atividades de mobilização social e casos de remoção involuntária da população

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 demandar estudos complementares e projetos executivos previamente à implantação das obras. São considerados como estudos complementares:

- Plano de remoção e reassentamento – Diretrizes para as 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.

- Plano de desapropriação - Trata-se 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, como parte da avaliação ambiental e social, o mutuário 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, assim, 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, chamada de congelamento da área da poligonal a ser removida ou desapropriada. As informações sobre a data-limite devem ser 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.

3 Critérios e requisitos referentes à segurança das barragens

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), e que devem ser proporcionais ao tipo, dimensão e risco envolvido.

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.

O Plano de Segurança de Barragens (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.

4. Compilação de requisitos

As Tabela 51 e Tabela 52, a seguir, apresentam a aplicabilidade das salvaguardas do Banco Mundial e a relação das licenças/estudos necessários para as proposições formuladas para cada bacia.

Tabela 51 – Relevância das normas ambientais e sociais para o projeto

Bacia	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	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
2 – BH Reis Magos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
3 – BH Córrego Joãozinho	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
4 – BH Juara-Jacuném	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
5 – BH Manguinhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
6 - BH Maringá	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
7 - BH Jucú Marinho - SB 1 Draga	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
7 - BH Jucú Marinho - SB 2 Bigossi Costa	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
7 - BH Jucú Marinho - SB 3	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
7 - BH Jucú Marinho - SB 4 Formate	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
7 - BH Jucú Marinho - SB 5 Ribeira – Santo Agostinho	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
8 – BH Rio Perocão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
9 – BH Rio Jabuti	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
10 – BH Meaípe	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim

Bacia	ESST1 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
11 – BH Rio Santa Maria da Vitória	-	-	-	-	-	Sim	Não	Não	Não	Sim
12 – BH Rio Itanguá	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
13 – BH Ilha de Vitória	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
14 – BH Rio Uma	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
15 – BH Rio Bubu	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Tabela 52 – Relação de licenças e autorizações por alternativa selecionada

Bacia	Licenciamento ambiental (LP + LI + LO)	Plano de reassentamento involuntário	Plano de desapropriação	Plano de segurança de barragens
1 – BH Rio Preto	Sim	Sim	Sim	Não
2 – BH Reis Magos	Sim	Não	Sim	Sim
3 – BH Córrego Joãozinho	Sim	Não	Não	Não
4 – BH Juara-Jacuném	Sim	Sim	Não	Não
5 – BH Manguinhos	Sim	Não	Não	Não
6 - BH Maringá	Não	Não	Não	Não
7 - BH Jucú Marinho - SB 1 Draga	Sim	Sim	Não	Não
7 - BH Jucú Marinho - SB 2 Bigossi Costa	Sim	Não	Não	Não
7 - BH Jucú Marinho - SB 3	Sim	Sim	Sim	Não
7 - BH Jucú Marinho - SB 4 Formate	Não	Sim	Não	Não
7 - BH Jucú Marinho - SB 5 Ribeira – Santo Agostinho	Não	Não	Não	Não
8 – BH Rio Perocão	Sim	Não	Sim	Sim
9 – BH Rio Jabuti	Sim	Não	Não	Não
10 – BH Meaípe	Não	Não	Não	Não
11 – BH Rio Santa Maria da Vitória	-	-	-	-
12 – BH Rio Itanguá	Sim	Não	Sim	Não
13 – BH Ilha de Vitória	Sim	Não	Não	Não
14 – BH Rio Una	Sim	Sim	Sim	Sim
15 – BH Rio Bubu	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

O PDAU-RMGV propõe, ao todo, 17 reservatórios de amortecimento, sendo que seis deles possuem barragens, com alturas que variam de 2,20 m a 7,20 m.

As salvaguardas do Banco Mundial para segurança de barragens são especificadas na Política Operacional OP 4,37 – Segurança de Barragens - do Manual Operacional do Banco Mundial. As especificações definem que, para barragens com menos de 15 m de altura, é suficiente que seus projetos sejam executados por engenheiros devidamente qualificados.

6.5 Estimativa de custos

Uma vez consolidadas as propostas para a RMGV, procedeu-se à estimativa dos custos de estudos complementares, projetos e obras.

Os modelos utilizados para a estimativa de custos e orçamentação foram a estimativa paramétrica e a *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 a uma acurácia de $\pm 30\%$, correspondente à fase de proposição e delimitação de escopo das medidas estruturais e de controle, fornecendo uma ordem de grandeza de custos das medidas propostas, compatível com o nível de planejamento.

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 da CESAN e das prefeituras municipais de Vila Velha/ES e Belo Horizonte/MG, com aplicação da abordagem *bottom-up*.

As seguintes premissas econômico-financeiras foram utilizadas para a estimativa de custos:

- O modelo econômico é elaborado em fluxo monetário real e os valores são apresentados a preços constantes de 2022;
- Utilizou-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);

- Determinou-se como data-base adotada o dia 30 de junho de 2022.

Os resultados de cada bacia hidrográfica do PDAU podem ser verificados na Tabela 53 a seguir. Os resultados detalhados das medidas propostas em cada alternativa – inclusive as não selecionadas – são descritos no Produto 6.2 – Tomo I.

Tabela 53 – Custos estimados das soluções propostas por bacia hidrográfica

Bacia Hidrográfica (BH) – Sub-bacia (BH)	CAPEX (R\$)	OPEX (R\$/ano)	Estudos complementares (R\$)	Total CAPEX + Estudos (R\$)
1 - BH Rio Preto	42.965.512	741.182	5.639.223	48.604.735
2 - BH Reis Magos	57.436.862	893.426	7.538.588	64.975.451
3 - BH Rio Joãozinho	2.259.107	32.806	98.836	2.357.943
4 - BH Juara-Jacuném	163.785.852	490.940	14.331.262	178.117.114
5 - BH Manguinhos	85.292	1.608	3.732	89.024
6 - BH Maringá	235.790	774	0	235.790
7 - BH Jucú Marinho - SB 1 Draga	15.763.746	129.053	1.379.328	17.143.074
7 - BH Jucú Marinho - SB 2 Bigossi Costa	70.898.905	1.336.951	3.101.827	74.000.732
7 - BH Jucú Marinho - SB 3	504.059.471	9.337.922	66.157.806	570.217.277
7 - BH Jucú Marinho - SB 4 Formate	6.188.546	17.202	270.749	6.459.295
7 - BH Jucú Marinho - SB 5 Viana	1.697.688	13.749	0	1.697.688
8 - BH Rio Perocão	380.227.971	6.969.051	49.904.921	430.132.892
9 - BH Rio Jabuti	18.182.038	291.569	795.464	18.977.502
10 - BH Rio Meaípe	3.102.995	2.263	0	3.102.995
11 - BH Rio Santa Maria da Vitória	191.732.587	3.615.529	0	191.732.587
12 - BH Rio Itanguá	18.518.486	307.444	1.620.368	20.138.853
13 - BH Ilha de Vitória	211.538.854	3.989.018	9.254.825	220.793.679
14 - BH Rio Una	389.541.623	6.142.799	68.169.784	457.711.407
15 - BH Rio Bubu	80.901.921	797.526	10.618.377	91.520.298
Total	2.159.123.246	35.110.811	238.885.089	2.398.008.335

Fonte: PDAU – RMGV, 2022.

7 Gestão institucional

O PDAU desenvolveu análises específicas sobre a gestão institucional dos serviços de DMAPU. O Produto P5, resumido na seção 7.1 a seguir, apresenta a caracterização e o diagnóstico da situação existente. A partir desses indicativos, o Produto P7 estabeleceu as diretrizes para a gestão institucional, configurando, portanto, as propostas do PDAU, como resumido na seção 7.2.

7.1 Sistema existente

A caracterização do Sistema institucional existente tem como objetivo mapear as medidas, classificadas como não estruturais, que estão em curso no sistema atual e que poderão ser consolidadas e potencializadas no PDAU.

As medidas não estruturais compreendem ações institucionais de gestão, regulamentação e controle que têm como finalidade assegurar o desempenho do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU) e ampliar a resiliência de áreas sujeitas a inundações. Incluem, por exemplo: sistema de monitoramento e alerta, sistemas de controle em tempo real, 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. Geralmente, são implantadas por meio de códigos, normas, leis e regulamentos.

Para o mapeamento da situação atual, além de um extenso levantamento de dados secundários, o PDAU buscou elaborar e aplicar questionários específicos para cada município da RMGV²⁰, calibrando as questões conforme a realidade de cada região. Essa abordagem corroborou o resultado do diagnóstico, pois foi possível captar dados primários, analisar e converter em informações que subsidiaram a construção do diagnóstico das medidas não estruturais de manejo de águas pluviais urbanas, apresentado no Produto 5 (PDGV-RE-P05-2-001-R1).

Os dois eixos abordados foram a perspectiva da gestão da drenagem urbana e o desenvolvimento das medidas não estruturais. Esses dois eixos foram analisados sob a ótica do sistema legal, sistema de gestão, programas e projetos e fontes de financiamento, resumidos a seguir:

²⁰ O roteiro do questionário baseou-se no Diagnóstico do SNIS de Águas Pluviais e na Ferramenta de Diagnóstico e Gestão Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas proposta por João Pereira (2017), adicionando questionamentos específicos para atender aos objetivos do produto. Os questionários respondidos podem ser consultados no Apêndice 1 do Produto 5 (PDGV-RE-P05-2-001-R1).

Sistema legal

O diagnóstico do sistema legal existente, no que toca às legislações do Estado do Espírito Santo e dos sete municípios da RMGV, indica a existência de um grande contingente de normas que influenciam na gestão integrada das águas pluviais urbanas e que são de interesse para o PDAU.

Esse cenário complexo influencia as normas jurídicas que versam sobre os componentes de um sistema hídrico em meio urbano, pois podem fazer com que os efeitos dessas normas no mundo concreto trespassem suas fronteiras, atingindo outros entes federativos. Nesse cenário, é importante a compreensão de que diante de interesses comuns, se faz necessária uma consonância entre normas jurídicas, para uma efetiva gestão integrada.

A leitura das normas jurídicas de interesse ao PDAU editadas pelos municípios da RMGV indica uma grande quantidade de dispositivos semelhantes, o que faz com que determinadas forças e fraquezas se repitam. No geral, é possível afirmar que as medidas não-estruturais de combate às inundações identificadas em leis municipais se caracterizam como instrumentos de comando e controle que visam a diminuir o escoamento superficial na fonte. Apesar da presença desses instrumentos ser positiva, por demonstrar a preocupação do legislador com a temática da drenagem, resumir as medidas não-estruturais a esse tipo de instrumento pode ser pouco eficaz, pois demanda a capacidade das administrações públicas de fiscalização, o que não é simples face a limitações estruturais de boa parte dos municípios brasileiros. A maioria dos doutrinadores defendem a aplicação concomitante dos instrumentos de comando e controle com instrumentos econômicos e instrumentos de informação, para maior efetividade de políticas públicas ambientais.

Também é importante reconhecer que as normas jurídicas identificadas, sejam as estaduais ou as dos municípios, preveem uma série de instrumentos de diferentes tipos (alguns deles carecem de regulamentação específica para serem instituídos), essas previsões legais criam um ambiente favorável para a recepção de novas medidas não-estruturais. Em relação à integração, a articulação entre diferentes órgãos das administrações diretas, bem com outros entes federativos, é indispensável para o eficiente exercício das funções de interesse comum. Além disso, os diversos entes da administração indireta também desempenham funções que impactam em DMAPU e devem ser considerados.

Em suma, entende-se que existe um ambiente favorável, no que tange às normas jurídicas, sendo que a evolução na estrutura organizacional da governança interfederativa e a melhor articulação entre as entidades que exercem influência sobre a gestão das águas pluviais na região metropolitana possibilitarão significativos avanços principalmente para o desenvolvimento de medidas não-estruturais de combate às inundações.

Sistema de gestão estadual

No âmbito do Governo do Estado do Espírito Santo foi identificado um conjunto de secretarias e órgãos que desempenham ações principalmente no desenvolvimento de medidas não estruturais. A tabela a seguir lista esses entes, conforme arranjo institucional identificado no Produto 5, elaborado em 2021.

Tabela 54 – Entes estaduais identificados e analisados

Secretarias	Órgãos e entes
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA)	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA); Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH); Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Centro Norte (CBH-LN); Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Santa Maria da Vitória (CBH-SMV); Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Jucú (CBH-Jucú); Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Benevente (CBH-Benevente);
Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB)	Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN);
Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura (SEMOBI)	Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo (DER-ES);
Secretaria de Economia e Planejamento (SEP)	Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN);
Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social (SESP)	Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC-ES);
Secretaria de Estado de Governo (SEG)	Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT);
Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Desenvolvimento Econômico (SECTIDES)	Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo (ARSP);
Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG)	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER); Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF).

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

Nota-se que esses entes estão bem estruturados, o que demonstra uma capacidade administrativa consolidada para o governo estadual, principalmente porque existem elementos que perpassam vários entes e são transversais. Assim, o principal desafio está relacionado à articulação desses entes considerando os benefícios para as águas

urbanas da RMGV.

Há, contudo, o desafio vinculado à gestão da drenagem urbana, ou seja, às medidas estruturais propriamente. A SEDURB é a responsável pelo Programa de Macrodrenagem que envolve um conjunto grande de intervenções em Cariacica, Vila Velha e Viana, municípios que apresentam os maiores problemas de inundação da RMGV. Atualmente, estão em fase de implantação medidas estruturais na região, mas ainda há a necessidade de se definir as responsabilidades pela operação e manutenção dessas estruturas, quando implantadas. Existem arranjos institucionais possíveis que serão objeto de análise de produtos posteriores. O item 7.2 aborda a questão da regionalização, decorrente da Lei Complementar nº 968/2021.

Por fim, a governança metropolitana é um tema de destaque, sendo que existe o Sistema Gestor da RMGV, criado pelas Leis Complementares nº 318/2005 e nº 325/2005. Este sistema consiste na articulação entre o Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT), o Fundo Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (FUMDEVIT), o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), além das Câmaras Temáticas Especiais (CATES).

Nota-se que a RMGV é uma das regiões metropolitanas mais avançadas do país. Isso se deve tanto ao histórico de planejamento existente, à existência de órgãos atuantes, quanto pelo perfil da região, em que os municípios têm aproximadamente o mesmo tamanho. Logo, não há uma discrepância com a liderança inequívoca de um município, o que tende a ocorrer quando um dos municípios é muito maior do que os demais. Dessa forma, as discussões relativas à governança metropolitana são fundamentais para o PDAU-RMGV e as futuras proposições influenciam e dependem dessas definições.

Sistema de gestão municipal

Quanto às estruturas administrativas municipais, se destacam algumas fraquezas e ameaças que influenciam negativamente tanto a prestação de serviços de drenagem urbana quanto a atuação nas medidas não estruturais.

De modo geral, a maioria dos municípios possui uma quantidade elevada de instrumentos de planejamento, principalmente em termos de saneamento básico e drenagem urbana. Assim, a maior deficiência está na implantação das medidas, tanto estruturais quanto não estruturais, sendo as deficiências de caráter administrativo um elemento a ser equacionado. Nota-se que o componente DMAPU do saneamento básico é o que costumeiramente se apresenta menos desenvolvido nas diversas prefeituras brasileiras, sendo ainda objeto de um amadurecimento das práticas técnicas e de uma falta de reconhecimento sobre a necessidade de sua adequada gestão.

Os problemas observados se concentram em deficiência de recursos humanos e materiais para o desenvolvimento das atividades cotidianas, incluindo, por exemplo, a capacidade de análise de projetos e interação com outros entes municipais,

metropolitanos e estaduais. Esse tipo de problema se manifesta em maior ou menor grau nas sete prefeituras da RMGV, e pode ser objeto de uma política estruturada para sua solução. A questão do financiamento do serviço prestado, assim como o fomento à administração pública também é um elemento a ser analisado e adequadamente aprimorado.

Por fim, em relação às medidas não estruturais, essas se encontram dispersas nas estruturas organizacionais das administrações municipais. No geral, as ações desenvolvidas nesse sentido não necessariamente têm por objetivo principal os impactos positivos nas águas urbanas. Assim, há um esforço a ser realizado na conscientização sobre a importância desses elementos. Dessa forma, tais medidas podem ser aprimoradas e ajustadas para os objetivos específicos da DMAPU.

Programas e projetos

A caracterização e o diagnóstico dos programas e projetos possibilitaram o entendimento de que tanto o Estado do Espírito Santo como os municípios da RMGV têm um histórico consolidado de planejamento. Isso é positivo pois demonstra que as ações se fundamentam em estudos técnicos, costumam passar pelo processo de participação social e seguem uma sequência de prioridade. Nitidamente existem instrumentos com planejamentos mais apurados e outros mais gerais, no sentido do grau de detalhamento adotado e das técnicas aplicadas. Há, portanto, uma variedade de entendimentos e níveis de detalhamentos, mesmo entre instrumentos idênticos desenvolvidos por municípios distintos. A análise comparativa, portanto, deve considerar essas variações.

De qualquer modo, o desafio existente recai na implantação das propostas desses instrumentos. O desenvolvimento das ações previstas depende tanto da existência de fontes de financiamento, como também da capacidade administrativa e de gestão para a implantação das ações. No geral, esses aspectos se concentram mais nas administrações municipais do que no Governo do Estado. Para os entes estaduais, os instrumentos estão vinculados a secretarias ou órgãos específicos, o que permite o acompanhamento do desenvolvimento das ações. Para os entes municipais, por exemplo, caso não seja atribuída a responsabilidade pela execução para um ou mais entes, há a possibilidade de o instrumento de planejamento não ser desenvolvido. Logo, há uma grande dependência da estrutura gerencial responsável pela aplicação do proposto. Nota-se, portanto, que o desafio maior está na execução, e não necessariamente no conteúdo dos planos e programas.

Fontes de financiamento

O diagnóstico e análise das finanças dos municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória revela que, desde 2018, as receitas orçamentárias mostraram forte recuperação em relação aos anos anteriores e os municípios somados apresentaram superávit orçamentário de R\$ 660 milhões em 2020, tal qual o Estado do Espírito Santo, que teve superávit de R\$ 6,829 bilhões. No entanto, a análise da capacidade de

investimento dos municípios da RMGV, que subsidiará a discussão e escolha de fontes de financiamento para o PDAU, revela, entre outros indicadores, que as administrações municipais têm grande dependência em relação às transferências intergovernamentais para o financiamento das políticas públicas, baixo grau de investimentos, pouca liberdade para os gestores públicos alocarem recursos, pouca margem para a contratação de operações de crédito e que o custo médio da máquina administrativa das prefeituras supera em muito a receita tributária e o investimento per capita. Frente a esse cenário, pode-se identificar alguns obstáculos que se interpõem entre formas de financiamento mais efetivas e constantes e um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas eficiente, como a necessidade de instituir iniciativas que visem à reestruturação e ao fortalecimento técnico e institucional dos órgãos e entidades da área com implementação de programas de desenvolvimento institucional, assistência técnica e qualificação profissional.

Ao se explorar os indicadores de capacidade de investimento e endividamento do Estado do Espírito Santo, verificou-se que a dependência em relação às transferências intergovernamentais para o financiamento de suas políticas públicas não é tão grande. Quanto ao indicador relacionado à capacidade tributária do estado, verifica-se que está em boa recuperação após um período de baixa entre 2012 e 2017. O investimento per capita estadual, apesar de apresentar grande crescimento nos últimos cinco anos, encontra-se bem abaixo da média da arrecadação, o que pode ter relação direta com a capacidade administrativa estadual.

Quanto à liberdade do estado em utilizar os recursos da receita corrente, o indicador revela boa liberdade para o gestor público alocar recursos. No que tange ao endividamento bruto, percebe-se que o Estado do Espírito Santo apresenta pouca margem para a contratação de operações de crédito nos últimos anos. Já quando se analisa o indicador de despesas com prestação de serviços per capita, verifica-se que o custo per capita da máquina administrativa do governo do estado supera a receita tributária e o investimento per capita. Dessa forma, revela-se a necessidade de otimização de processos administrativos capazes de reduzir custos e alavancar o volume de investimento. Por fim, o indicador de capacidade de investimento do estado entre 2018 e 2020 mostrou recuperação em relação aos anos anteriores, impulsionado pelo aumento da arrecadação corrente, chegando ao valor de 28,7% dos recursos correntes disponíveis para investimentos. Mais uma vez, ressalta-se que, ainda que não se tenha à disposição dados oficiais consolidados, é possível esperar que a pandemia tenha afetado a tendência de crescimento apresentada entre 2018 e 2020, ainda que por um curto período.

Conclusões

O Produto 5 sintetizou essas conclusões na forma de matriz SWOT/FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças). A partir disso foi possível definir potenciais estratégias para a solução dos problemas identificados, conforme identificado e descrito na Tabela 55 a seguir. Ao todo foram elaboradas quatro estratégias que

buscam abarcar os principais pontos detalhados no Produto 5 - Diagnóstico das Medidas Não Estruturais de Manejo de Águas Pluviais Urbanas (PDGV-RE-P05-2-001-R1). Sua estruturação considera principalmente a atuação estadual e municipal, incluindo nesse interim os temas metropolitanos.

Tabela 55 - Potenciais estratégias para a solução dos problemas identificados

Estratégias
Estratégia 1 – Fortalecer a atuação intersetorial da ação governamental.
Estratégia 2 – Estabelecer a Governança Metropolitana das DMAPU da RMGV.
Estratégia 3 – Fortalecer os entes municipais com atuação na DMAPU e medidas não estruturais.
Estratégia 4 – Desenvolver uma atuação integrada no desenvolvimento de medidas não-estruturais.

Fonte: PDAU-RMGV, 2021.

A estratégia 1 visa a fortalecer a atuação intersetorial da ação governamental, ou seja, fomentar que as iniciativas considerem a complexidade do desafio das águas urbanas. Isso significa uma integração das ações dos diversos entes de modo a desenvolver uma atuação abrangente, incorporando os aspectos de outras políticas setoriais. Cita-se o Programa de Gestão Integrado das Águas e da Paisagem como exemplo desse tipo de atuação. Trata-se de um programa de investimento temporário, desenvolvido pelo Governo do Estado do Espírito Santo e que não se restringe apenas à RMGV, atuando também nas áreas a montante, entre outras regiões do Estado. Sugere-se também a prorrogação da parceria com o Banco Mundial, através de programas de investimento que complementem o Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem e incorporem novos temas e desafios.

A estratégia 2 objetiva estruturar a governança metropolitana da DMAPU da RMGV, entendendo também a relação dessas atividades com outras funções públicas de interesse comum. Dentro dessa estratégia devem ser consideradas todas as ações que tratam dos sete municípios de modo integrado. O principal ponto focal é o sistema gestor da RMGV, com o IJSN, COMDEVIT e FUMDEVIT. Nota-se que existem elementos da governança metropolitana, para além das questões das águas urbanas, que interferem no tipo de solução possível. Adicionalmente, a Lei Complementar nº 968/2021 introduz aspectos fundamentais que influenciam nesta definição. De todo modo, é importante garantir que as águas urbanas da RMGV sejam planejadas em conjunto, sempre que esse arranjo favorecer positivamente a gestão e a realização de

ações. Não somente o planejamento, mas também a implantação, manutenção e operação das estruturas. Por fim, a definição da fonte de financiamento desses elementos é outro ponto a ser estabelecido para as ações metropolitanas.

Já, a estratégia 3 tem por foco fortalecer as gestões municipais. O enfoque está nas estruturas organizacionais das administrações municipais e na atuação desenvolvida em cada município. Existem elementos que perpassam mais de um município e que podem ser analisados em conjunto. Por exemplo, a questão da capacitação de servidores, o compartilhamento de recursos materiais, entre outros. Enquanto a estratégia 2 trata do nível metropolitano, a estratégia 3 abarca o nível municipal buscando fortalecer a gestão da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e o desenvolvimento das medidas não estruturais. A questão das fontes de financiamento no âmbito municipal é um dos objetos desta estratégia.

Por fim, a estratégia 4 busca a atuação em conjunto no desenvolvimento das medidas não estruturais, envolvendo tanto os entes municipais quanto os estaduais. A construção de ações integradas potencializa os benefícios e garante a sinergia das atuações, evitando, por exemplo, a redundância ou lacunas de ações. A articulação se daria na esfera de uma secretaria/ente municipal operacional, para além da interação existente no COMDEVIT. Como possíveis desdobramentos estão o desenvolvimento de projetos em conjunto e o compartilhamento de boas práticas. Reforça-se que enquanto a estratégia 3 tem um enfoque maior na capacidade administrativa, a estratégia 4 foca nas definições técnicas que permeiam as medidas não estruturais.

O diagnóstico completo das medidas não estruturais encontra-se no Produto 5 – Diagnóstico das Medidas não Estruturais de Manejo de Águas Pluviais e Urbanas (PDGV-RE-P05-2-001-R1).

7.2 Propostas do PDAU

A estratégia adotada para a elaboração da Gestão Institucional foi apresentar diretrizes que ajudem a nortear a gestão da drenagem e manejo das águas pluviais, de modo a garantir aplicabilidade do disposto no PDAU. Parte-se do entendimento de que uma gestão competente e embasada das águas urbanas é uma das estratégias para minimizar os graves problemas de enxurradas, alagamentos e inundações na RMGV.

Dessa forma, o Produto 7 - Gestão Institucional das Águas na RMGV (PDGV-RE-P07-001-R2) buscou consolidar conteúdos e recomendações que são preconizados por guias e manuais técnicos adotados em outros municípios e regiões metropolitanas. O Produto abordou cinco aspectos, conforme divisão de capítulos, que são desenvolvidos a seguir.

Considerações sobre a gestão das águas urbanas na RMGV

Há uma complexidade do quadro jurídico-institucional da gestão das águas urbanas que deve ser considerada nas proposições de arranjos institucionais e organizacionais.

A edição da Lei Federal nº 14.026 de 2020, que atualizou o marco legal do saneamento básico, trouxe a regionalização como um dos princípios fundamentais da prestação dos serviços (art. 2º, XIV, da Lei 11.445 de 2007). O Estado do Espírito Santo editou a Lei Complementar Estadual nº 968, de 2021, que instituiu a Microrregião de Águas e Esgotos que contempla os 78 municípios ora existentes e indica, como “função pública de interesse comum da Microrregião de Águas e Esgotos”, “o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de manejo de águas pluviais urbanas”.

Com a regionalização instituída pelo Estado do Espírito Santo, a gestão da drenagem e manejo das águas pluviais passa, a princípio, a ser desenvolvida em três níveis distintos: (i) Microrregional (titularidade compartilhada entre o Estado e os 78 municípios); (ii) Metropolitano (titularidade compartilhada entre o Estado e os sete municípios integrantes da RMGV, com fulcro no disposto na Lei Complementar Estadual nº 318); e (iii) Local (titularidade dos municípios). É fundamental destacar que a Lei Complementar Estadual nº 968/2021 traz novos elementos para a articulação da gestão da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

A compreensão e a gestão acurada dos desafios das águas urbanas dependem da conjugação de elementos técnicos, desde planejamento até indicadores. Também é fruto do processo de formulação e implementação de políticas públicas, assim como deriva da participação estruturada da sociedade e seus representantes para que se percebam como integrantes da municipalidade, de modo que seja fomentada a compreensão de que a solução dos desafios dos alagamentos, enxurradas e inundações urbanas passa também pela ação de cada um. Ou seja, mesmo que haja estruturas hidráulicas vindas da engenharia, Soluções Baseadas na Natureza – SBN - e medidas não estruturais, a governança sustentada economicamente e feita por um ente com participação municipal e estadual é absolutamente essencial, já que se trata de uma região metropolitana.

O quadro complexo das inundações da RMGV somente se atenuará ao longo do tempo quando efetivamente existir uma governança que estabeleça planejamento e ações coordenadas. Por mais que tenham sido projetadas, não serão ações localizadas e pouco articuladas que darão as respostas devidas para a RMGV.

Aspectos organizacionais

Adicionalmente para a estruturação dos entes que devem desempenhar ações de DMAPU, a gestão pública deve se orientar por diretrizes gerais de governança, pois independente da organização fim, é fundamental que haja um alinhamento das ações e atividades desempenhadas com as suas estratégias. Todo o arranjo organizacional depende da clara definição das estratégias a partir do entendimento das responsabilidades auferidas às finalidades do ente.

A operação e manutenção das estruturas envolve a aplicação ao longo do horizonte

de plano de uma planificação consistente e renovada, capacitação técnica, equipamentos específicos e uma estrutura organizacional sólida e independente da forma de prestação do serviço de manejo de águas pluviais urbanas.

Diretrizes para a prestação de serviços

O PDAU detalhou também os aspectos referentes ao planejamento, cadastro técnico e sistemas de informação, diretrizes organizacionais, indicadores da prestação de serviços e desenvolvimento tecnológico. Esses elementos são detalhados através de requisitos técnicos, orientações e diretrizes a serem observados pelos gestores públicos na prestação de serviços de DMAPU ao longo do horizonte de planejamento do PDAU. A governança se apoia nesses requisitos.

O planejamento das ações, a operação e manutenção compreendem todos os instrumentos existentes em diferentes níveis de gestão pública, sejam de nível municipal, regional, estadual e/ou federal. São exemplos desses instrumentos: os planos municipais de saneamento básico (PMSB), os planos diretores urbanos, os planos diretores de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e os planos de recursos hídricos (planos de bacia). Esses planos devem estar articulados entre si e com as medidas, objetivos e proposições do PDAU, possibilitando uma melhora da gestão das águas urbanas.

Dentre as diretrizes estabelecidas pelo atual Marco Regulatório do Saneamento, está a elaboração do plano municipal de saneamento básico, envolvendo os quatro eixos do saneamento, dentre os quais a “drenagem e manejo de águas pluviais - que compreende transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas da área urbana”.

Ainda, para a prestação dos serviços uma eficiente gestão municipal é necessário o monitoramento constante dos elementos e condições do sistema de drenagem e da cidade. Uma das ferramentas de apoio à gestão do serviço de águas pluviais urbanas é um sistema de informações consolidado e atualizável perenemente. Somente se pode gerir aquilo que se conhece e o componente águas pluviais, entre os quatro eixos do saneamento básico, é o mais deficiente quanto aos registros de suas estruturas e medidas não estruturais. Ter informações consistidas em um banco de dados dedicado é fundamental para a gestão das águas pluviais urbanas e seu contínuo avanço e aprimoramento.

Assim, foi proposta a formulação de um Sistema de Informações sobre Águas Pluviais (SISAP) com base no modelo elaborado pelo Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo, denominado Sistema de Informações sobre Drenagem (SISDREN) (SÃO PAULO, 2012), onde a experiência a respeito do manejo de águas pluviais urbanas amadurece há anos e é utilizada como referência.

De maneira geral, a utilização de um sistema de gestão, tal qual um sistema de informação, é fundamental na administração de qualquer organização, seja essa pública ou privada. Muitos são os ganhos com a adoção desse instrumento, tais como:

a racionalidade do processo decisório, o histórico das atividades desenvolvidas, a maior eficiência na gestão de recursos humanos e materiais, o cadastro das estruturas, entre outros benefícios. O SISAP deve se articular com os demais sistemas existentes em âmbito estadual e municipal, de modo a integrar as informações produzidas pelos diversos entes e fomentando a atuação integrada. O SISAP também é importante para a produção de dados, informações e indicadores que permitam auferir o desempenho do sistema e a qualidade do serviço prestado.

Assume-se como premissa do SISAP que o cadastro técnico reproduza fielmente a estrutura de drenagem existente, armazenando e disponibilizando os dados de projeto na configuração *“as built”* das instalações. O cadastro deve ser mantido atualizado, refletindo as modificações e complementações realizadas ao longo da existência do sistema. Um cadastro completo e com forte aderência à realidade é extremamente valioso para aplicação de ferramentas de modelagem hidráulica-hidrológica, como aquela desenvolvida por este próprio Plano e que permitem uma análise apurada das condições locais e um planejamento detalhado, abrangente e costurado para as necessidades dos municípios da RMGV e dos demais inseridos nas bacias hidrográficas estudadas.

Ainda, como diretrizes para a prestação de serviços é preciso dar importância à operação e à manutenção para uma efetiva gestão das águas pluviais urbanas dos municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória. A operação e manutenção do sistema de drenagem inicial prevê a implantação de um controle operacional centralizado com atuação em tempo real. Esse sistema depende da instalação de dispositivos que permitam o monitoramento e a regulagem do seu funcionamento em tempo real, como sensores, reguladores, unidades de controle e transdutores. Este controle consiste na execução de comandos sobre partes móveis do sistema, segundo condições pré-definidas, que utilizam como entrada as características do sistema de drenagem e o evento chuvoso em andamento.

O serviço de manutenção tem por finalidade manter o nível pré-definido de operação do sistema de drenagem, reduzindo os riscos de falha e consequentes riscos de inundação e poluição hídrica na sua área de influência. Três são as práticas básicas de manutenção: corretiva, preventiva e preditiva.

Para a prestação dos serviços, o ente competente deve ser estruturado a partir de diretrizes organizacionais, o que implica o planejamento adequado dos recursos humanos e materiais e da sua estrutura administrativa. Os recursos humanos podem se beneficiar do processo de planejamento da força de trabalho (PFT). Os recursos materiais devem ser adequados para a realização dos serviços de competência do ente. Por fim, a estrutura administrativa deve ser um reflexo da estratégia escolhida e refletir a filosofia de gestão adotada.

Ainda, para a avaliação contínua dessa prestação de serviço é preciso um conjunto de indicadores, que são meios de aferir a evolução do serviço de manejo de águas pluviais. São capazes de auxiliar o processo de gestão através de sua aplicação na

avaliação e acompanhamento dos programas, projetos e ações relacionados a um plano de drenagem.

Também é benéfico à prestação do serviço de DMAPU que ocorra o desenvolvimento tecnológico das soluções. O PDAU propõe as seguintes linhas de pesquisa: Revisão dos critérios hidrológicos; pesquisa para desenvolvimento das medidas de controle do escoamento superficial; desenvolvimento de sistemas avançados de manejo de águas pluviais em bacias-piloto; revitalização em corpos hídricos; sistemas de *wetlands* construídas e projetos integrados de águas pluviais e esgotos sanitários.

Gestão das águas urbanas para a prestação de serviços

Em seguida, o capítulo 4 trouxe aspectos que influenciam a gestão das águas urbanas, dentre os quais: regionalização das águas pluviais urbanas, alternativas institucionais, controle social, regulação da prestação de serviços e alternativas de financiamento.

Instrumentos legais

Por fim, os instrumentos legais existentes na RMGV também influenciam na DMAPU. Isso toma a forma de recomendações de regulação, ou seja, diretrizes para a edição de atos normativos que podem ser editadas com vistas à melhora na prestação dos serviços desse componente do saneamento básico. Esses instrumentos abordam as temáticas de preservação da qualidade e quantidade das águas, disciplinamento do uso e ocupação do solo e preservação ambiental. E as recomendações e diretrizes para a regulação dos serviços de manejo de águas pluviais, em vista da edição de normas para o controle e mitigação dos impactos da urbanização sobre a quantidade e qualidade das águas pluviais, disciplinamento do uso e ocupação do solo e a preservação ambiental.

O controle da quantidade e qualidade pode ser realizado por meio da outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, sendo o órgão regulador estadual o responsável por estabelecer os procedimentos de requerimento e obtenção da outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos, principalmente de empreendimentos que alterem as condições naturais de permeabilidade do solo.

O disciplinamento do uso e ocupação do solo é de extrema relevância no contexto da gestão da DMAPU, visto que orienta a política de desenvolvimento urbano. Os impactos da urbanização na gestão hídrica indicam a relevância da edição de normas com o fulcro de limitar a ocupação em áreas de inundação ribeirinha, bem como de limitar a contribuição desse processo no aumento da vazão do escoamento superficial.

A preservação ambiental impacta na gestão das águas pluviais e para essa conservação devem ser utilizados o licenciamento ambiental e o enquadramento dos corpos hídricos.

Conclusões finais

Conclui-se o produto retomando que o PDAU começou a ser realizado perante uma realidade legal e em julho de 2020, veio a revisão do Marco Legal do Saneamento. Mesmo que muito do foco desse marco seja a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, há fortes consequências para a DMAPU. A regionalização e a sustentabilidade econômica para a prestação desses serviços estão explícitas, porém, faltam tradição e regulamentação no país, como visto. Especificamente para o Espírito Santo, a Lei nº 968/2021 estabelece a Microrregião de Água e Esgoto, contendo os 78 municípios capixabas. Como ente estruturante dessa regionalização a lei criou a autarquia interfederativa.

A estruturação dessa autarquia e seus avanços subsequentes no desenvolvimento da microrregião impactam diretamente no âmbito do PDAU. Tanto os municípios da RMGV quanto a estrutura de gestão metropolitana existente devem se atentar para os avanços ali obtidos, contribuindo nas discussões e proposições. Por exemplo, reforçando a necessidade de se considerar as bacias hidrográficas como unidades territoriais essenciais para a gestão das águas urbanas.

As diretrizes sistematizadas, no Produto P7, garantem aos gestores públicos dos diversos entes da RMGV um conjunto consistente e padronizado de conteúdos, mas que não pretende esgotar o tema. Mas, sim, favorecer um alinhamento metropolitano comum entre as diversas organizações com atribuição na gestão das águas urbanas da RMGV que hoje pouco trabalham conjuntamente. Devem ser incorporadas na estruturação da autarquia interfederativa da Microrregião de Águas e Esgotos do Espírito Santo.

O conteúdo completo encontra-se no Produto 7 – Gestão Institucional das Águas na RMGV (PDGV-RE-P07-001-R2).

8 Programas

O Produto 8 – Programas (PDGV-RE-P08-1-001-R2) apresenta os programas complementares propostos pelo PDAU, que consistem em conjuntos de ações de longo prazo que visam a solucionar problemas específicos, que complementam as medidas estruturais e de controle e ações de gestão propostas em outros produtos. O PDAU estruturou seus programas a partir de referências conceituais de políticas públicas para favorecer o entendimento das ações propostas, assim como no subsequente monitoramento e aperfeiçoamento dessas iniciativas. Para cada programa foram apresentados os seguintes tópicos:

- Fundamentação;
- Objetivos e resultados esperados;
- Ações previstas;
- Desenho do programa;
- Impacto orçamentário e financeiro;
- Monitoramento, avaliação e controle.

Com base nisso, foram propostos oito programas, resumidos a seguir:

- **Programa de Fortalecimento da Gestão por Bacias Hidrográficas:** Reforça a importância da atuação conjunta do PDAU com os comitês de bacias hidrográficas (CBHs). Fortalecer os CBHs significa fortalecer o PDAU e conseqüentemente minimizar os impactos negativos das inundações urbanas na RMGV. Destaca-se o instrumento do plano de bacia hidrográfica como estratégico para a definição de prioridades, realização de ações e na construção de uma visão territorial integrada.
- **Programa de Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis:** Aborda a questão da vulnerabilidade da parcela da população da RMVG que habita regiões com risco de eventos extremos proporcionados por chuvas fortes. Parte-se de um ponto de vista mais moderno e ambientalmente sustentável do manejo de águas pluviais urbanas, em que o enfrentamento a esse problema supera a mera drenagem de bacias. Isto significa dar preferência a processos de requalificação urbana, para áreas em que tais intervenções são possíveis e os riscos são mitigáveis, ou então procedimentos de restrição de uso e ocupação e remoção e reassentamento, para locais onde o risco não é mitigável.
- **Programa de Monitoramento e Recuperação da Qualidade da Água:** O enfoque está na recuperação da degradação ambiental dos corpos hídricos e das áreas de várzea, no risco à saúde da população e no impacto sobre a disponibilidade hídrica para abastecimento. As ações propostas envolvem a ampliação da rede de monitoramento e o desenvolvimento de mecanismos

de recuperação e qualidade dos corpos hídricos urbanos e da água subterrânea.

- **Programa de Controle Local dos Impactos das Chuvas:** Concentra-se na problemática da alta impermeabilização da zona urbana. Para tanto, as ações previstas incorporam o pensamento moderno relativo à gestão e manejo das águas pluviais, com foco no controle do escoamento na fonte, uma proposição alinhada com os conceitos de drenagem urbana sustentável que favorece a retenção e infiltração das águas pluviais, em detrimento da mera aceleração das águas da bacia para jusante.
- **Programa de Capacitação em DMAPU:** Busca estabelecer um programa contínuo de capacitação e atualização de gestores de DMAPU e das partes envolvidas, assim como avançar na educação ambiental direcionada à sociedade civil. Para tanto, as ações propõem a implementação de um ciclo de capacitação, de periodicidade mínima anual, que pode ser desenvolvido de modo integrado com iniciativas já existentes na RMGV e no Estado do Espírito Santo.
- **Programa de Remoção, Reassentamento e Medidas Compensatórias:** Visa a estabelecer as medidas mitigadoras para o ressarcimento dos prejuízos causados à população afetada à luz das salvaguardas do Banco Mundial, em especial a N5. Envolve ações como: escolha de locais para o assentamento, construção de novas moradias, indenizações financeiras, promoção de infraestrutura e serviços, etc. Vale destacar que a infraestrutura urbana proposta na síntese da intervenção também trará benefícios para a população afetada.
- **Programa de Educação Ambiental:** É um importante componente que agirá como elemento de viabilização da sustentabilidade das intervenções propostas começando por ações de pertencimento, de desenvolvimento de interfaces, entre demais programa existentes ou propostos.
- **Programa de Comunicação e Mobilização Social:** Assume o caráter de informação socioambiental, ou seja, carrega a responsabilidade de manter a sociedade civil e a opinião pública informadas sobre as questões ambientais associadas ao empreendimento, principalmente no que se refere ao licenciamento ambiental e à execução dos programas ambientais previstos, além da formação com mudanças de hábitos necessários à sustentabilidade da intervenção. É nesse contexto que se justifica a existência deste programa, com a finalidade de gerar e distribuir informações relevantes no período de obras do PDAU, assim como de receber das comunidades suas eventuais proposições e demandas.

Para a realização dessas iniciativas, o PDAU propõe que seja constituída uma equipe técnica, que será prevista dentro da estrutura de governança do Plano. A solução do

problema público das inundações urbanas envolve a articulação de diversos entes governamentais e das suas respectivas ações. Exige, portanto, uma visão abrangente e a construção articulada de políticas públicas.

9 Plano de ação

O Plano de ação buscou organizar e planejar de forma integrada as ações necessárias para a implantação das proposições de medidas estruturais e não estruturais de cada bacia hidrográfica. Além de estabelecer a hierarquização e os prazos para cada intervenção, de modo a favorecer a implementação das diversas soluções elencadas pelo PDAU.

Para tanto foram apresentados os aspectos de planejamento estratégico, com especial destaque para a governança do PDAU-RMGV. Também foram mostradas as proposições, estruturadas em eixos, a Carta de Prioridades, com a hierarquização das proposições e o Plano de Execução, com o cronograma físico-financeiro. Além de propor, em seu anexo, uma minuta de lei do PDAU.

A seguir apresenta-se uma síntese do plano de ação elaborado, com foco no planejamento estratégico. O conteúdo completo encontra-se disponível no Produto 9 – Plano de Ação (PDGV-RE-P09-1-001-R2).

9.1 Planejamento estratégico do PDAU-RMGV

De modo a subsidiar a implementação das soluções elencadas pelo PDAU, no Produto 9 – Plano de Ação (PDGV-RE-P09-1-001-R0) foram detalhados os programas, projetos e ações com base nos aspectos do planejamento estratégico, descritos sucintamente nos subitens a seguir.

9.1.1 Princípios

O conteúdo do PDAU foi desenvolvido com base nos princípios estabelecidos pela Lei Federal nº 11.445/2007, posteriormente atualizada pela Lei 14.026/2020, e pelos princípios estabelecidos no Termo de Referência do PDAU.

9.1.2 Diretrizes para a formulação de programas e ações

De modo a garantir a implantação das soluções desenvolvidas, as proposições foram estruturadas a partir das diretrizes gerais de políticas públicas. Para tanto, o PDAU propôs três níveis de planejamento:

- Eixos: agrupamentos de programas com a mesma natureza;
- Programa: conjunto de ações que possuem convergência na solução de uma mesma problemática;
- Ação: menor unidade trabalhada, detalha as iniciativas que devem ser adotadas, possibilitando o desenvolvimento futuro dessas pelos atores envolvidos no processo.

Considerando o horizonte de planejamento do PDAU, que se estende até 2040, foram

estabelecidos três prazos de execução (seguindo também as orientações do termo de referência: curto prazo (até 2025); médio prazo (até 2032) e longo prazo (até 2040). Dessa forma, as proposições do PDAU seguiram a seguinte lógica:

- Estruturação dos três eixos do PDAU, espelhando a divisão dos produtos, sendo os seguintes:
 - Eixo A – Gestão institucional, proveniente do Produto 7;
 - Eixo B – Medidas estruturais e de controle – proveniente do Produto P6.2;
 - Eixo C – Programas complementares – proveniente do Produto 8;
- Elaboração dos programas que compõem cada eixo, o que foi realizado a partir da definição dos problemas a serem enfrentados em cada programa. Para o Eixo B, os programas espelham a organização territorial por bacias hidrográficas;
- Detalhamento das ações que compõem os programas;
- Estimativa dos custos de realização de cada ação e do prazo de execução;
- Preenchimento da ficha de ação;
- Elaboração da Carta de Prioridades, com a priorização dos programas e ações de cada eixo;
- Sistematização do plano de execução do PDAU-RMGV, com o resumo dos investimentos previstos por eixo, programa e ação, além da previsão de investimentos por prazo de execução;
- Indicação dos mecanismos de governança que devem ser estabelecidos para garantir que a implantação do Plano seja efetiva.

9.1.3 Planos de implementação

O PDAU contempla proposições de tipos variados devendo estabelecer procedimentos, orientações e estratégias que devem ser seguidos conforme o tipo de proposição. Sendo assim, a seguir, apresentam-se as orientações para cada um desses tipos de proposição, na forma de planos de implementação, propostos no plano de ação:

9.1.3.1 Plano de Ação do PDAU

Consolidação das proposições elaboradas no formato de plano de ação.

Com o intuito de facilitar a organização das proposições do PDAU foi definida uma codificação, que permita facilmente identificar os vínculos entre eixos, programas e ações. A codificação obedece à divisão em três níveis: X.9.8, em que X identifica o eixo,

9, o programa e 8, a ação. A seguir é listado um exemplo:

- A.1.1. – Estabelecer o modelo de gestão das águas urbanas da RMGV
 - A -> Eixo A – Gestão institucional;
 - A.1. -> Programa A.1. Organização institucional;
 - A.1.1. -> Código específico da ação proposta.

Os códigos são únicos e não se repetem entre ações. A única exceção, que não é codificada, são os estudos complementares que acompanham as proposições dos programas do Eixo B – Medidas Estruturais e de Controle. Isso se dá porque apesar de não comporem ações específicas, pois são requisitos para a implantação das medidas, esses estudos possuem custos, que devem ser contabilizados no plano de execução.

Tendo por base a codificação apresentada, a Tabela 56 detalha os programas propostos pelo PDAU-RMGV.

Tabela 56 – Programas propostos

EIXO	PROGRAMA
A – Gestão Institucional	A.1. Programa de Organização Institucional; A.2. Programa de Aperfeiçoamento da Prestação de Serviços de DMAPU; A.3. Programa de Gestão da Informação.
B – Medidas Estruturais e de Controle	B.1. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Preto; B.2. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos; B.3. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho; B.4. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném; B.5. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica Manguinhos; B.6. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica Maringá; B.7. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Jucú; B.8. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Perocão; B.9. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Jabuti; B.10. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Meaípe;

EIXO	PROGRAMA
	B.11. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Santa Maria da Vitória; B.12. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá; B.13. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica da Ilha de Vitória; B.14. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Uma; B.15. Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.
C – Programas Complementares	C.1. Programa de Fortalecimento da Gestão por Bacias Hidrográficas; C.2. Programa de Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis; C.3. Programa de Monitoramento e Recuperação da Qualidade dos Recursos Hídricos; C.4. Programa de Controle Local do Impacto das Chuvas; C.5. Programa de Capacitação em DMAPU; C.6. Programa de Remoção e Reassentamento e Medidas Compensatórias; C.7. Programa de Educação Ambiental; C.8. Programa de Comunicação e Mobilização Social.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Em cada programa as ações foram apresentadas no formato de ficha de ação, em que são resumidos os atributos de cada uma dessas iniciativas, tal qual exemplificado na Tabela 57, a seguir.

As fichas completas para cada ação proposta são apresentadas no Produto P9.

Tabela 57 – Modelo de ficha de ação

EIXO - Classificação da ação segundo o eixo em que está enquadrada:
A - GESTÃO INSTITUCIONAL
B- MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE
C – PROGRAMAS COMPLEMENTARES
Programa – Título do programa
Ação - Título da ação
Objetivos
Objetivos da ação proposta.
Descrição

Descrição sintética da ação com suas principais características. Para medidas estruturais e de controle (Eixo B) são indicadas as especificações hidráulicas da obra proposta e que serão detalhadas na fase de projeto básico ou executivo.
Justificativa
Justificativa da ação proposta fundamentada nos prognósticos do PDAU (apresentados nos produtos P4.1, P4.2 e P5).
Agente (s) promotor (es)
Entes responsáveis pela operacionalização da ação.
Fonte de Recursos
Fonte de recursos financeiros indicada para a operacionalização da ação.
Investimento necessário (R\$)
Custo estimado da ação. Para medidas estruturais e de controle (Eixo B) são apresentados os valores de CAPEX, OPEX e CAPEX + OPEX. (A metodologia de estimativa de custos é apresentada no Produto 6.2 – Tomo 1 (PDGV-RE-P06-2-001-R3 e o memorial de cálculo no Anexo IV).
Prazo de execução
Indicativo se a ação deve ser realizada em curto, médio e/ou longo prazo.
Indicadores de desempenho
Meio de verificação do desenvolvimento da ação e, quando aplicável, dos seus impactos.
Ações Vinculadas
Relação das ações vinculadas à ação indicada com a descrição dos tipos de vínculo. As ações vinculadas são ações que complementam a ação indicada ou são outras medidas necessárias à sua viabilização.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

9.1.3.2 Plano de Implementação da Gestão

Dois conceitos devem nortear o Plano de Implementação da Gestão: a gestão estratégica e o ciclo PDCA²¹. Enquanto a gestão estratégica reforça a necessidade de que todas as ações desenvolvidas por organizações sigam uma diretriz geral, definida

²¹ O Ciclo PDCA (Plan, Do Check, Act / Planejar, realizar, verificar e atuar) é “uma ferramenta que orienta a sequência de atividades para se gerenciar uma tarefa, processo(…)” (Prefeitura de Belo Horizonte, 2017).

pela estratégia, o ciclo PDCA é uma abordagem que auxilia na operacionalização das ações.

9.1.3.3 Plano de Implementação de Instrumentos Legais

O PDAU propõe a edição dos instrumentos legais, que deverão ser introduzidos ao ordenamento jurídico, sendo necessário que esses passem pela aprovação do Poder Legislativo do respectivo ente federativo integrante da região.

Espera-se a edição das leis em um curto prazo. As revisões dos planos diretores e normas de uso e ocupação do solo para a integração do zoneamento de inundação e/ou alteração dos índices urbanísticos devem ser realizadas em curto ou médio prazo. A edição das referidas leis garantirá a implementação de relevantes medidas não-estruturais, fortalecendo a gestão da drenagem urbana na região.

9.1.3.4 Plano de Implementação das Medidas Estruturais e de Controle para as Bacias Hidrográficas

O PDAU considera os seguintes tipos de soluções:

- Medidas estruturais: canalização, reservatórios de amortecimento pontuais/lineares, medidas distribuídas e soluções baseadas na natureza;
- Medidas de controle: soluções urbanas de remoção, reassentamento, desapropriação e indenização, soluções adaptativas e zoneamento de inundação.

Essas medidas foram propostas utilizando-se a divisão por bacias hidrográficas. Contudo, para a implementação das ações, se faz necessário relacionar as medidas propostas por bacias e a divisão político-administrativa dos municípios. Para tanto, são propostos os distritos de drenagem, ou seja, divisões territoriais resultantes da sobreposição das bacias hidrográficas com os limites municipais. Esse recorte deve nortear a implantação das medidas estruturais e de controle.

A Figura 120 indica os distritos de drenagem e a Tabela 58 detalha as características desses distritos, a seguir.

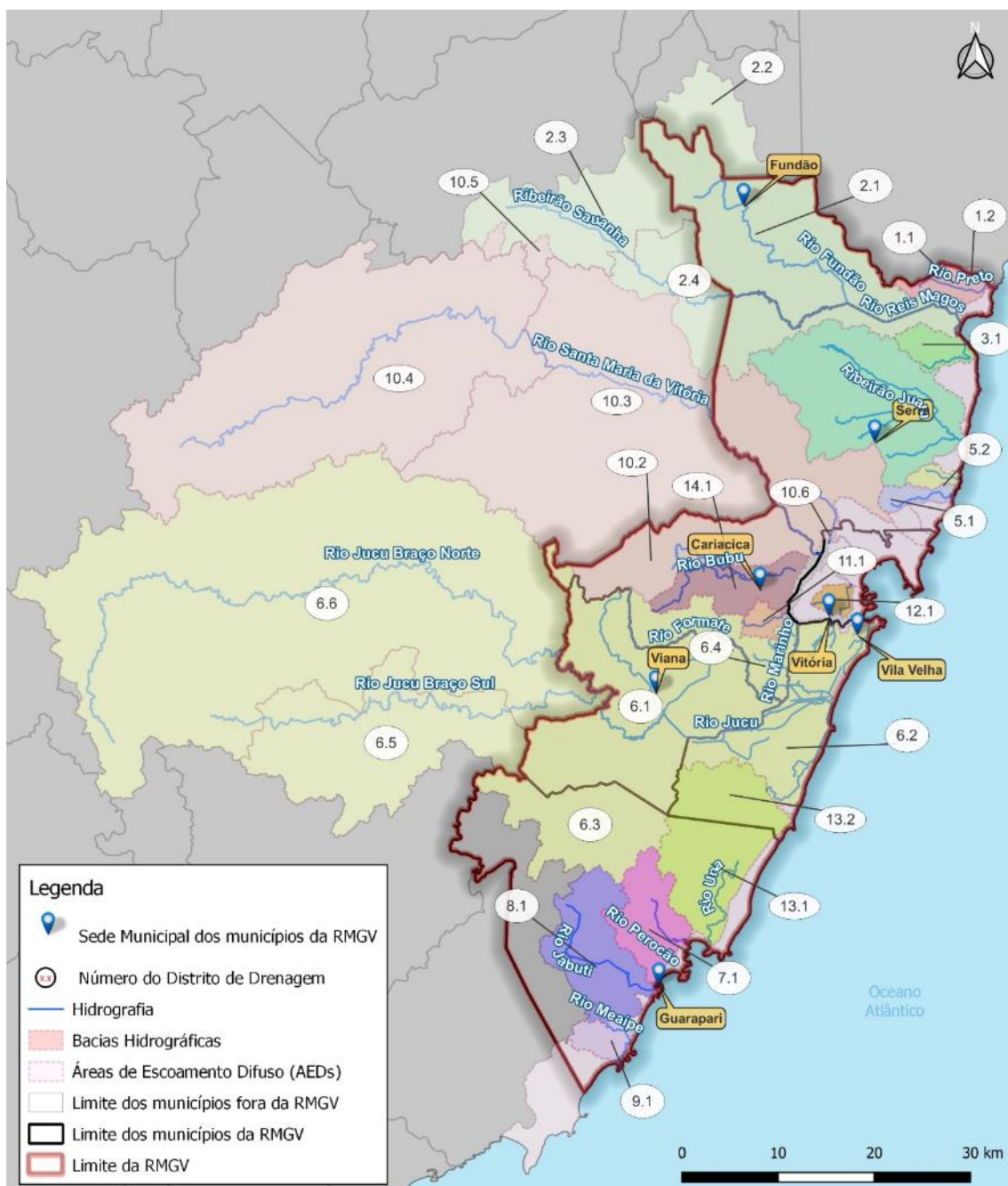


Figura 120 – Bacias hidrográficas e distritos de drenagem.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 58 – Detalhamento dos distritos de drenagem

Bacia	Distrito de drenagem	Área (km²)	Porcentagem (%)
1 – Bacia Hidrográfica do Rio Preto	1.1. Rio Preto – Fundão.	24,29	87%
	1.2. Rio Preto – Aracruz.	3,55	13%
2 – Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos	2.1. Rio Reis Magos – Fundão.	259,31	39%
	2.2. Rio Reis Magos – Ibirapu.	73,01	11%
	2.3. Rio Reis Magos - Santa Teresa.	169,39	25%
	2.4. Rio Reis Magos - Santa Leopoldina.	93,14	14%
	2.5. Rio Reis Magos – Serra.	71,68	11%
3 – Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho	3.1. Córrego Joãozinho – Serra.	25,08	100%
4 – Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném	4.1. Juara-Jacuném – Serra.	221,50	100%
5 – Bacia Hidrográfica Manguinhos	5.1. Manguinhos – Serra.	1519,89	100%
6 – Bacia Hidrográfica Maringá	6.1. Maringá – Serra.	921,15	100%
7 – Bacia Hidrográfica do Jucú	7.1. Rio Jucú – Viana.	312,78	14%
	7.2. Rio Jucú - Vila Velha.	136,72	6%
	7.3. Rio Jucú – Guarapari.	124,25	6%
	7.4. Rio Jucú – Cariacica.	81,87	4%
	7.5. Rio Jucú - Marechal Floriano.	284,07	13%
	7.6. Rio Jucú - Domingos Martins.	1225,91	57%
8 – Bacia Hidrográfica do Rio Perocão	8.1. Rio Perocão – Guarapari.	66,16	100%
9 – Bacia Hidrográfica do Jabuti	9.1. Rio Jabuti – Guarapari.	104,18	100%
10 – Bacia Hidrográfica do Meaípe	10.1. Rio Meaípe – Guarapari.	21,30	100%
11 – Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória	11.1. Rio Santa Maria da Vitória – Serra.	150,87	9%
	11.2. Rio Santa Maria da Vitória – Cariacica.	119,03	8%
	11.3. Rio Santa Maria da Vitória - Santa Leopoldina.	623,59	38%

Bacia	Distrito de drenagem	Área (km ²)	Porcentagem (%)
	11.4. Rio Santa Maria da Vitória - Santa Maria de Jetibá.	721,42	44%
	11.5. Rio Santa Maria da Vitória - Santa Teresa.	15,26	1%
	11.6. Rio Santa Maria da Vitória – Vitória.	1,33	0%
12 – Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá	12.1. Rio Itanguá – Cariacica.	12,80	100%
13 – Bacia Hidrográfica Ilha de Vitória	13.1. Ilha de Vitória.	10,99	100%
14 – Bacia Hidrográfica do Rio Una	14.1. Rio Una – Guarapari.	94,37	60%
	14.2. Rio Una - Vila Velha.	62,21	40%
15 – Bacia Hidrográfica do Rio Bubu	15.1. Rio Bubu – Cariacica.	62,64	100%

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

9.1.3.5 Plano de Implementação dos Programas

O foco do PDAU é detalhar os programas em um nível tático, em que os gestores possam compreender as diretrizes que devem ser seguidas em cada programa. A adoção do checklist como padrão facilita o entendimento dos elementos constitutivos de cada programa, favorecendo também o aperfeiçoamento desses conceitos. A implementação desses programas exige detalhamento operacional que deve ocorrer como um desdobramento do PDAU-RMGV.

A Tabela 59 apresenta os programas complementares propostos pelo PDAU e o macroproblema que cada um desses busca solucionar.

Tabela 59 – Relação dos programas e respectivos macroproblemas

Programa Complementar	Macroproblema
1. Programa de Fortalecimento da Gestão por Bacia Hidrográfica.	Redução dos impactos decorrentes das ações antrópicas das bacias hidrográficas na RMGV.
2. Programa de Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis.	Ocupação de áreas de risco e suscetíveis à inundação
3. Programa de Monitoramento e Recuperação da Qualidade da Água.	Degradação ambiental dos corpos hídricos, das áreas de várzea, risco à saúde da população e impacto sobre a disponibilidade hídrica para abastecimento.

Programa Complementar	Macroproblema
4. Programa de Controle Local dos Impactos das Chuvas.	Alta impermeabilização da zona urbana.
5. Programa de Capacitação em DMAPU.	Insuficiência de formação técnica nos temas de DMAPU dos gestores públicos e da população.
6. Programa de Remoção e Reassentamento e Medidas Compensatórias.	Ocupação de áreas de risco e procedimentos necessários para a realização das intervenções.
7. Programa de Educação Ambiental.	Percepção da população sobre a importância da preservação e restauração dos recursos hídricos.
8. Programa de Comunicação e Mobilização Social.	Percepção da população sobre as propostas do PDAU.

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

9.1.4 Governança do PDAU-RMGV

A implementação do PDAU-RMGV depende de que seja estabelecida uma estrutura de governança do plano que favoreça sua efetivação. Sendo assim, foram abordados os seguintes aspectos dessa governança:

- Governança interfederativa – modificações no arranjo institucional provenientes da Lei Complementar nº 968/2021, que instituiu a Microrregião de Águas e Esgoto no Estado do Espírito Santo.
- Comitê Gestor de Acompanhamento do PDAU – arena de tomada de decisão com participação de diversos entes federados, permitindo que as ações do PDAU sejam construídas em conjunto e se reflitam nos planos e iniciativas desses entes. Tomada de ação em nível tático/estratégico;
- Equipe gestora do PDAU – instituição de equipe composta por profissionais de formações multidisciplinares para o desenvolvimento das ações do PDAU, em nível operacional;
- Ciclo de monitoramento e avaliação – rotina de acompanhamento das ações realizadas pelo PDAU em um ciclo periódico, permitindo uma análise do desempenho dessas iniciativas e no aprimoramento das ações;
- Indicadores de desempenho – indicadores para avaliação dos impactos das ações do PDAU na RMGV;
- Controle e participação social – instâncias que visam a assegurar o controle dos resultados do PDAU e a participação da sociedade civil nas fases de implementação, monitoramento e avaliação do PDAU.

Os aspectos de governança descritos anteriormente são diretrizes baseadas em outros instrumentos de planejamento da ação governamental que visam a capacitar os entes na execução das ações previstas.

9.2 Eixo A - Gestão Institucional

Este eixo sistematiza as análises, conteúdos e proposições do Produto 7 – Gestão Institucional. Reúne ações visando a fortalecer a gestão da DMAPU, atuando em aspectos administrativos que permitem uma prestação de serviços mais adequada. Este eixo é composto pelos seguintes programas:

- A.1. – Programa de Organização Institucional;
- A.2. – Programa de Aperfeiçoamento da Prestação de Serviços de DMAPU;
- A.3. – Programa de Gestão da Informação.

9.3 Eixo B - Medidas Estruturais e de Controle

Este eixo sistematiza as análises, conteúdos e proposições de medidas estruturais e não estruturais e é composto pelos seguintes programas:

- B.1. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Preto;
- B.2. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos;
- B.3. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho;
- B.4. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném;
- B.5. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Córrego Manguinhos;
- B.6. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Córrego Maringá;
- B.7. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Jucú;
- B.8. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Perocão;
- B.9. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Jabuti;
- B.10. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica

do Meaípe;

- B.11. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória;
- B.12. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá;
- B.13. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica Ilha de Vitória;
- B.14. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Una;
- B.15. – Programa de Medidas Estruturais e de Controle na Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.

9.4 Eixo C - Programas Complementares

Este eixo sistematiza as análises, conteúdos e proposições do Produto 8 - Programas. São iniciativas que complementam as medidas estruturais e de controle e as medidas de gestão, sendo ações de longo prazo que contribuem no enfrentamento de problemáticas específicas, relacionadas às águas urbanas.

Este eixo é composto pelos seguintes programas:

- C.1. – Programa de Fortalecimento da Gestão por Bacias Hidrográficas;
- C.2. – Programa de Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis;
- C.3. – Programa de Monitoramento e Recuperação da Qualidade dos Recursos Hídricos;
- C.4. – Programa de Controle Local dos Impactos das Chuvas;
- C.5. – Programa de Capacitação em DMAPU;
- C.6. – Programa de Remoção e Reassentamento e Medidas Compensatórias;
- C.7. – Programa de Educação Ambiental;
- C.8. – Programa de Comunicação e Mobilização Social.

9.5 Carta de Prioridades do PDAU-RMGV

Considerando a variedade de iniciativas propostas e os limites administrativos e financeiros que impossibilitam a realização concomitante de todas as ações planejadas, se faz necessária uma priorização dessas propostas. A esta etapa se denomina Carta de Prioridades do PDAU-RMGV.

A definição da metodologia utilizada para essa priorização partiu da estruturação do

plano de ação em três eixos: Eixo A – Gestão Institucional, Eixo B – Medidas Estruturais e de Controle e Eixo C – Programas Complementares.

Destaca-se que foram utilizadas duas metodologias para a Carta de Prioridades: os Eixos A e C foram priorizados a partir de metodologia da FUNASA. Já o Eixo B foi priorizado a partir de metodologia de análise das bacias hidrográficas desenvolvida pela equipe técnica do PDAU ²². A partir disso, foram obtidos os resultados apresentados nos subitens a seguir.

9.5.1 Prioridades Eixo A

A Tabela 60 apresenta o resultado da hierarquização para os programas e ações do Eixo A.

Tabela 60 – Resumo da priorização – Eixo A

Programa	Projeto	Pontuação o Projetos	Pontuação Programa
A.1. Programa de Organização Institucional	A.1.1 Estabelecer o modelo de gestão das águas urbanas da RMGV.	88.5	78,7
	A.1.2 Realizar a modelagem das organizações.	72.0	
	A.1.3 Fortalecer os entes estaduais que atuam em DMAPU.	75.5	
	A.1.4 Fortalecer os entes municipais que atuam em DMAPU.	75.5	
	A.1.5 Regulamentar os distritos de drenagem.	71.5	
	A.1.6 Fortalecer a estrutura de governança do PDAU-RMGV.	89.5	
A.2. Programa de Aperfeiçoamento da Prestação de Serviços de DMAPU	A.2.1 Atualizar os instrumentos de planejamento municipais de DMAPU.	92.0	78,2
	A.2.2 Elaborar plano de manutenção do sistema de águas pluviais.	75.0	
	A.2.3 Estabelecer regras operacionais para as estruturas hidráulicas.	68.0	
	A.2.4 Analisar a viabilidade de implantação de um centro integrado de operação de DMAPU.	81.5	
	A.2.5 Avaliar alternativas de instrumentos econômicos para financiamento de DMAPU.	91.5	

²² Para a explicação das metodologias aplicadas para a definição da Carta de Prioridades, recomenda-se a leitura do Capítulo 5 do Produto 9 – Plano de Ação (PDGV-RE-P09-1-001-R0).

Programa	Projeto	Pontuação o Projetos	Pontuação Programa
	A.2.6 Estabelecer e aperfeiçoar mecanismos de regulação e fiscalização para a prestação de serviços de DMAPU.	90.5	
	A.2.7 Fomentar a pesquisa e desenvolvimento tecnológico em DMAPU e águas urbanas.	57.5	
	A.2.8. Elaborar o Manual Metropolitano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.	69.5	
A.3. Programa de Gestão da Informação	A.3.1 Desenvolver e implantar os sistemas de informações sobre águas pluviais (SISAP).	66.0	71,1
	A.3.2 Estabelecer indicadores de desempenho do sistema de águas pluviais.	77.0	
	A.3.3 Aprimorar o cadastro da rede de águas pluviais.	61.0	
	A.3.4 Mapear e caracterizar os pontos críticos de inundação.	86.5	
	A.3.5 Desenvolver mecanismos de transparência da prestação de serviços de DMAPU.	66.0	
	A.3.6. Implantação de modelo hidrológico-hidrodinâmico e de qualidade da água como ferramenta de suporte à decisão.	70.0	

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

O resultado mostrou que os três programas obtiveram uma pontuação parecida, ficando hierarquizados da seguinte forma: 1 – Programa de Organização Institucional (78,7 pontos), 2 – Programa de Aperfeiçoamento da Prestação de Serviços de DMAPU (78,2 pontos) e 3 – Programa de Gestão da Informação (71,1 pontos). Isso se deve ao fato que esses três programas têm uma atuação complementar, atuando de modo sinérgico no fortalecimento da gestão.

9.5.2 Prioridades Eixo C

A Tabela 61 apresenta o resultado da hierarquização para os programas e ações do Eixo C.

Tabela 61 – Resumo da priorização – Eixo C

Programa	Projeto	Pontuação Projetos	Pontuação Programa
C.1. Programa de Fortalecimento da Gestão por Bacias Hidrográficas	C.1.1 Participar e fortalecer institucionalmente os comitês das bacias hidrográficas.	94.5	94,5
	C.1.2 Pleitear o desenvolvimento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).	78.5	
	C.1.3 Pleitear a redução da erosão nas cabeceiras das bacias hidrográficas.	73.5	
	C.1.4 Pleitear a implementação das ações previstas nos Planos de Bacias, PMSBs e outros instrumentos de planejamento.	61.5	
C.2. Programa de Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis	C.2.1 Incorporar o zoneamento de inundação aos Planos Diretores Municipais.	54.5	71,4
	C.2.2 Fortalecer a fiscalização da ocupação em áreas de risco.	77.0	
	C.2.3 Aprimorar sistema de monitoramento e alerta para as áreas de risco.	77.0	
	C.2.4 Fomentar a implantação de soluções adaptativas.	78.0	
	C.2.5 Implantar parques lineares e medidas similares.	68.0	
	C.2.6 Fomentar a recuperação de zonas úmidas.	68.0	
	C.2.7 Implantar wetlands.	46.0	
C.3. Programa de Monitoramento e Recuperação da Qualidade dos Recursos Hídricos	C.3.1 Estabelecer rede de monitoramento de poluição difusa e poluição pontual.	67.0	60,7
	C.3.2 Fomentar a gestão integrada das águas residuais urbanas.	63.5	
	C.3.3 Desenvolver mecanismos de recuperação e preservação da qualidade da água subterrânea.	86.0	
C.4. Programa de Controle Local do Impacto das Chuvas	C.4.1 Implantar medidas estruturais compensatórias.	82.5	65,3
	C.4.2 Incentivar o controle do escoamento local por meio de regulamentação específica.	87.5	
C.5. Programa de Capacitação em DMAPU	C.5.1 Realizar capacitação e atualização dos técnicos em sistema de DMAPU.	92.0	84,3
	C.5.2 Realizar capacitação de comunicadores sociais e educadores ambientais em DMAPU.	92.0	

Programa	Projeto	Pontuação Projetos	Pontuação Programa
C.6. Programa de Remoção e Reassentamento e Medidas Compensatórias	C.6.1 Contratar empresa de trabalho social para implementação do Programa.	96.0	91,9
	C.6.2 Indenizar os indivíduos afetados por intervenções de desapropriação e remoção.	91.5	
	C.6.3 Fornecer os recursos para aluguel social	91.5	
	C.6.4 Desenvolver projetos e construção de unidades habitacionais.	94.5	
C.7. Programa de Educação Ambiental	C.7.1 Realizar iniciativas de educação ambiental para os públicos afetados diretamente e indiretamente pelas intervenções.	78.5	91,5
C.8. Programa de Comunicação e Mobilização Social	C.8.1 Realizar iniciativas de comunicação e mobilização social para os públicos afetados diretamente e indiretamente pelas intervenções.	73.5	91,5

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Em primeiro lugar, ficou o Programa de Fortalecimento da Gestão por Bacias Hidrográficas, o que reforça a necessidade do PDAU atuar alinhado com essas arenas decisórias e considerar o impacto das bacias hidrográficas na RMGV. Em segundo lugar, ficaram os três programas que atuam na mitigação dos impactos ambientais e sociais das intervenções estruturais, no caso, o Programa de Remoção e Reassentamento e Medidas Compensatórias, Programa de Educação Ambiental e Programa de Comunicação e Mobilização Social.

Em seguida, acima dos demais, o Programa de Capacitação em DMAPU demonstra a importância de se capacitar os diversos entes envolvidos, sendo essa uma estratégia para assegurar que os demais programas sejam implantados, principalmente pela atuação dos técnicos dos entes públicos. Por fim, ficaram o Programa de Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis, Programa de Monitoramento e Recuperação da Qualidade dos Recursos Hídricos, nessa ordem.

9.5.3 Prioridades Eixo B

A Tabela 62 apresenta o resultado da priorização do Eixo B – Medidas Estruturais e de Controle.

Tabela 62 – Resumo da priorização – Eixo B

Posição	Programa / Bacia hidrográfica	Pontos totais
1	Bacia Hidrográfica do Jucú.	7.72
2	Bacia Hidrográfica Juara-Jacuném.	4.10
3	Bacia Hidrográfica do Rio Una.	3.82
4	Bacia Hidrográfica Ilha de Vitória.	3.52
5	Bacia Hidrográfica do Rio Perocão.	3.43
6	Bacia Hidrográfica do Rio Bubu.	2.45
7	Bacia Hidrográfica do Rio Itanguá.	2.14
8	Bacia Hidrográfica do Rio Preto.	1.81
9	Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.	1.74
10	Bacia Hidrográfica do Rio Reis Magos.	1.68
11	Bacia Hidrográfica do Córrego Joãozinho.	1.58
12	Bacia Hidrográfica do Jabuti.	1.53
13	Bacia Hidrográfica Manguinhos.	1.48
14	Bacia Hidrográfica Maringá.	1.14
15	Bacia Hidrográfica do Meaípe.	0.96

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Em primeiro lugar, com uma pontuação bem superior à das demais bacias, está a Bacia Hidrográfica do Jucú, que obteve a pontuação máxima em vários critérios, o que demonstra tanto a criticidade em termos de quantidade de população e extensão da área artificial, quanto ao montante elevado que deve ser investido.

Mais abaixo, estão as bacias Juara-Jacuném, do Rio Una, da Ilha de Vitória e do Rio Perocão, nessa ordem, pontuado entre 3.6 e 4.3 a menos do que a da Bacia do Jucú. Essas três bacias apresentam uma criticidade elevada, que no caso das bacias do Una e do Perocão se deve ao crescimento populacional e ao montante elevado de investimento. Já no caso da Juara-Jacuném é atribuída ao crescimento populacional, aos domicílios impactados pela necessidade de remoção e reassentamento e a extensão da área que deve receber soluções adaptativas.

Em seguida, estão as bacias do Rio Bubu e do Rio Itanguá, que pontuaram entre 0.8 e 1.3 menos do que as três bacias anteriores. Essas bacias ainda se diferenciam das demais, por terem uma criticidade moderada. As demais bacias obtiveram 1.5 pontos – com exceção da Bacia do Meaípe – com a menor pontuação.

9.6 Plano de Execução

O Plano de Execução do PDAU-RMGV é composto pela estimativa de custos dos programas e ações, a apresentação das fontes disponíveis de financiamento existentes nos sete municípios que compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), bem como outras bacias integrantes do mesmo sistema hídrico e o demonstrativo físico-financeiro de implementação das ações previstas no âmbito do PDAU, com base no horizonte de planejamento (2040).

9.6.1 Fontes de financiamento

A determinação das fontes de financiamento para os programas e medidas propostas pelo PDAU/RMGV dependerá do arcabouço institucional utilizado para a implementação do Plano. Cita-se a seguir possíveis arranjos estudados para o financiamento do PDAU/RMGV²³:

- Orçamento geral (estadual e municipais): Distribuição e alocação dos recursos fiscais estaduais e municipais, por meio de seus respectivos planejamentos orçamentários e execução. Aplicável aos seguintes arranjos institucionais: administração direta estadual, administração direta municipal, consórcios intermunicipais, convênios intermunicipais.
- Financiamento, empréstimos e doações (recursos extraorçamentários): Obtenção de crédito junto a instituições financeiras públicas nacionais, bancos e agências de desenvolvimento multilaterais e internacionais e pleito de crédito junto à União. Aplicável aos seguintes arranjos institucionais: Administração direta estadual, administração direta municipal, consórcios intermunicipais, convênios intermunicipais, autarquias, empresas públicas e sociedades mistas.
- Taxas e contribuições de melhorias: A serem instituídas no regramento municipal (legislação). Aplicável ao seguinte arranjo institucional: Administração direta municipal.
- Isenções tributárias e subsídios fiscais, acompanhados de ordenamento territorial e fiscalização (incentivos ao investimento privado): As medidas necessárias para convivência com áreas de inundação e ações que podem ser realizadas em imóveis particulares incentivadas por meio de isenções tributárias, subsídios fiscais e/ou sistemas de cotas tributárias. Aplicável ao

²³ As fontes de financiamento indicadas refletem a última transação a ser realizada para a finalidade do uso do recurso, por vezes, sem indicar sua origem. Por exemplo, o Orçamento Geral da União (OGU) é composto pelas múltiplas receitas da União, que o PDAU/RMGV não tem competência para alterá-la e, dessa forma, interessa apenas a sua disponibilidade e possibilidade do uso do recurso ao invés de sua origem e formação.

seguinte arranjo institucional: Administração direta municipal.

- Cobrança por serviço prestado e financiamento próprio: Na perspectiva da prestação de serviço de manejo de águas pluviais, o financiamento pode ser realizado pela combinação da cobrança pelo serviço prestado e meios de financiamento próprio (ex.: emissão de debêntures, empréstimos em bancos comerciais e reinvestimento). Aplicável aos seguintes arranjos institucionais: Autarquia intergovernamental (gestão ou como agência reguladora), autarquia e empresa pública de saneamento e sociedade de economia mista e empresa privada (PPP ou concessão).

A partir do arranjo institucional estabelecido, deve-se verificar a aplicabilidade das fontes de financiamento às instituições e a elegibilidade e viabilidade das fontes aos programas e medidas a serem executados.

9.6.2 Demonstrativos físico-financeiro

O cronograma físico-financeiro de implementação das ações previstas no âmbito do PDAU se baseia no horizonte de planejamento (2040) e levou em consideração a priorização e a duração das ações, de acordo com suas naturezas e necessidades bem como os recursos financeiros anualmente necessários para tal.

Na sequência apresenta-se a Tabela 63 com o detalhamento temporal-financeiro por programa. E, a Tabela 64 com o quadro resumo dos investimentos previstos por eixo e por meta temporal.

Ressalta-se que o conteúdo detalhado do Plano de Ação do PDAU, com todas as fichas de ação desenvolvidas encontra-se no Produto 9 (PDGV-RE-P09-1-001-R2).

Tabela 63 – Detalhamento temporal-financeiro por programa

Programa, projetos e ações	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Total
EIXO A – Gestão Institucional				
A.1. Organização institucional	R\$ 31.510.000,00	R\$ 48.440.000,00	R\$ 55.360.000,00	R\$ 135.310.000,00
A.2. Aperfeiçoamento da Prestação de Serviços de DMAPU	R\$ 2.230.000,00	R\$ 6.320.000,00	R\$ 2.880.000,00	R\$ 11.430.000,00
A.3. Gestão da informação	R\$ 2.450.000,00	R\$ 5.700.000,00	R\$ 6.400.000,00	R\$ 14.550.000,00
EIXO B – Medidas Estruturais e de Controle				
B.1. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Rio Preto	R\$ 50.828.280,21	R\$ 5.188.271,29	R\$ 5.929.452,90	R\$ 61.946.004,40
B.2. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Reis Magos	R\$ 67.655.727,95	R\$ 6.253.980,51	R\$ 7.147.406,30	R\$ 81.057.114,77
B.3. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Córrego Joãozinho	R\$ 2.456.361,56	R\$ 229.643,93	R\$ 262.450,21	R\$ 2.948.455,70
B.4. Medidas Estruturais e de Controle Bacia Juara-Jacuném	R\$ 179.589.933,68	R\$ 3.436.578,27	R\$ 3.927.518,02	R\$ 186.954.029,98
B.5. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Córrego Manguinhos	R\$ 342.275,05	R\$ 16.673,50	R\$ 19.055,43	R\$ 378.003,98
B.6. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Córrego Maringá	R\$ 248.426,44	R\$ 5.414,96	R\$ 6.188,52	R\$ 260.029,92
B.7. Medidas Estruturais e de Controle Bacia Jucú	R\$ 683.491.217,15	R\$ 75.844.136,56	R\$ 86.679.013,22	R\$ 846.014.366,93
B.8. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Perocão	R\$ 451.040.044,70	R\$ 34.915.093,10	R\$ 38.417.078,18	R\$ 524.372.215,99
B.9. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Jabuti	R\$ 19.852.208,51	R\$ 2.040.981,31	R\$ 2.332.550,07	R\$ 24.225.739,89
B.10. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Meáipe	R\$ 3.245.540,02	R\$ 15.839,75	R\$ 18.102,57	R\$ 3.279.482,33
B.11. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Santa Maria da Vitória	R\$ 231.165.811,93	R\$ 26.715.356,80	R\$ 30.531.836,35	R\$ 288.413.005,07
B.12. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Itanguá	R\$ 20.251.002,65	R\$ 2.152.110,25	R\$ 2.459.554,57	R\$ 24.862.667,47

Programa, projetos e ações	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Total
B.13. Medidas Estruturais e de Controle Bacia da Ilha de Vitória	R\$ 232.760.733,87	R\$ 27.923.128,71	R\$ 31.912.147,10	R\$ 292.596.009,67
B.14. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Una	R\$ 425.012.466,10	R\$ 42.999.592,94	R\$ 49.142.391,93	R\$ 517.154.450,97
B.15. Medidas Estruturais e de Controle Bacia do Rio Bubu	R\$ 93.912.875,16	R\$ 5.582.680,29	R\$ 6.380.206,04	R\$ 105.875.761,50
EIXO C – Programas Complementares				
C.1. Fortalecimento da Gestão por Bacias Hidrográficas	R\$ 1.500.000,00	R\$ 3.500.000,00	R\$ 4.000.000,00	R\$ 9.000.000,00
C.2. Manejo e Recuperação de Áreas Vulneráveis	R\$ 233.293.180,72	R\$ 255.558.896,40	R\$ 34.238.738,74	R\$ 523.090.815,87
C.3. Monitoramento e Recuperação da Qualidade dos Recursos Hídricos	R\$ 6.600.000,00	R\$ 6.300.000,00	R\$ 0,00	R\$ 12.900.000,00
C.4. Controle Local dos Impactos das Chuvas	R\$ 0,00	R\$ 24.500.000,00	R\$ 0,00	R\$ 24.500.000,00
C.5. Capacitação em DMAPU	R\$ 5.810.000,00	R\$ 6.640.000,00	R\$ 14.940.000,00	R\$ 27.390.000,00
C.6. Remoção e Reassentamento e Medidas Compensatórias	R\$ 964.570.936,80	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 964.570.936,80
C.7. Educação Ambiental	R\$ 900.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 900.000,00
C.8. Comunicação e Mobilização Social	R\$ 1.500.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 1.500.000,00

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

Tabela 64 – Quadro resumo dos investimentos previstos por eixo e por meta temporal

Eixo	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Total	Porcentagem
EIXO A – Gestão Institucional	R\$ 36.190.000	R\$ 60.460.000	R\$ 64.640.000	R\$ 161.290.000	3,4%
EIXO B – Medidas Estruturais e de Controle	R\$ 2.461.852.905	R\$ 233.319.482	R\$ 265.164.951	R\$ 2.960.337.339	63,2%
EIXO C – Programas Complementares	R\$ 1.214.174.118	R\$ 296.498.896	R\$ 53.178.739	R\$ 1.563.851.753	33,4%
Total	R\$ 3.712.217.022	R\$ 590.278.379	R\$ 382.983.690	R\$ 4.685.479.091	100,0%
Porcentagem	79,2%	12,6%	8,2%	100,0%	-

Fonte: PDAU-RMGV, 2022.

10 Mobilização Social

Fundamentado na integração entre excelência técnica, incorporação do conhecimento existente e compromisso social, e à luz das salvaguardas socioambientais do Banco Mundial, o PDAU empreendeu constantes esforços voltados ao aprimoramento da participação pública no planejamento e desenvolvimento das ações de drenagem e manejo das águas pluviais da RMGV. Para tanto, a equipe se apoiou em um maciço processo participativo que englobou entrevistas e encontros com todas as prefeituras e autoridades envolvidas. Incluindo a sociedade civil organizada através das instituições de ensino (UFES e IFES); a concepção de um site para comunicação, escuta e queixas; realização de visitas técnicas às áreas e corpos hídricos em estudo e o acompanhamento, pelo Grupo de Sustentação²⁴, das atividades e produtos elaborados.

Além destas atividades, merece destaque a execução periódica de eventos de mobilização social voltados à apresentação, discussão e validação das etapas do trabalho junto à sociedade civil. Estes são encontros participativos com o objetivo de capacitar, absorver e apurar todas as dúvidas, críticas, comentários e sugestões populares, bem como de ratificar os consensos construídos pela análise técnica e viabilizar às soluções traçadas de natureza definitiva e condizente com os anseios e expectativas sociais.

É importante ressaltar que todos os eventos mencionados foram conduzidos de maneira inteiramente remota, com seminários e audiências transmitidas de modo síncrono pelo YouTube ou Zoom. Essa deliberação, por sua vez, levou em consideração não só as recomendações de isolamento social e o aumento dos casos de Covid-19 e suas variantes (vide o desenvolvimento do Plano no auge dos casos), mas a manutenção dos resultados obtidos em virtude da abrangente participação e do expressivo leque de contribuições oriundas das estratégias desenvolvidas pela equipe no ambiente virtual. Também cabe apontar que esta metodologia se demonstrou capaz de receber contribuições populares em tempo real, bem como de permitir que aqueles que não pudessem participar da transmissão ao vivo tivessem a chance de rever o evento e deixar suas manifestações e/ou queixas à posteriori via comentários, e-mails, site oficial do trabalho ou pelo preenchimento de formulários veiculados ao longo do processo.

²⁴ Grupo de Sustentação (GS): trata-se de um grupo instituído pelo Termo de Referência do PDAU, constituído por membros da equipe técnica da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), membros da equipe técnica do Consórcio Tetra Tech-Concremat, representantes administração pública estadual e municipal, instituições de ensino e órgãos como Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT), Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo (DER-ES), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), dentre outros

Neste sentido, os eventos de mobilização social do PDAU tiveram início ainda em 22 de fevereiro de 2021, quando foi realizado um Seminário Introdutório para expor o Plano à sociedade, bem como seus objetivos, premissas e etapas. Pouco depois, ao longo dos dias 04 e 27 do mês de maio daquele mesmo ano, foi conduzida uma nova série de eventos, o 1º Ciclo de Seminários do PDAU, que contou com discussões acerca dos impactos socioambientais dos alagamentos e inundações nos municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória. Em cada evento destes os participantes puderam expor os problemas verificados em seus bairros e municípios, auxiliando a equipe no registro técnico e geográfico em tempo real de pontos e polígonos de interesse que seriam mais tarde utilizados nas etapas de modelagem e diagnóstico.

Na sequência, o trabalho contou com a realização de seu 1º Ciclo de Audiências Públicas, que ocorreu entre os dias 06 de dezembro de 2021 e 20 de janeiro de 2022. Pautado na apresentação do Diagnóstico Técnico-Participativo Preliminar do Plano (que inclusive foi disponibilizado na íntegra para consulta pública), contou com a apresentação dos resultados e aspectos metodológicos empregados em cada município, além de responder a todas as dúvidas apresentadas pelos participantes. Estas, por sua vez, residiram, sobretudo, na qualidade da água, nas medidas estruturais propostas e nos modelos de gestão que permitirão a sua implementação.

Ademais, entre os dias 23 de agosto e 22 de setembro de 2022, foi conduzido o 2º Ciclo de Seminários, que mais uma vez contou com um evento de abertura e outras sete reuniões exclusivas a cada um dos municípios. Nestas foram apresentadas as soluções aos problemas de inundações e alagamentos a partir de medidas estruturais e não-estruturais concebidas com base nos consensos construídos pelo diagnóstico. Aqui também foi evidenciada uma predominância da preocupação popular com as áreas contempladas e a natureza das soluções apresentadas; as ações de saneamento e qualidade da água; a gestão intermunicipal e a titularidade do PDAU; sua interface com a legislação ambiental e outras políticas públicas vigentes; e ações de reassentamento, remoção e desapropriação.

Por fim, entre os dias 10 e 26 de abril de 2023 ocorreu o Ciclo de Consultas Públicas Finais. Voltado ao fechamento do Plano, este contou com sete eventos nos quais foram apresentadas as propostas para a gestão das águas pluviais e controle dos impactos das inundações em cada município da região, sendo que os documentos elaborados pela equipe técnica foram disponibilizados para download e consulta no site do trabalho ao longo de sua execução. Em relação aos principais apontamentos populares, destacam-se os temas de saneamento e qualidade da água; natureza das soluções e áreas contempladas; aspectos metodológicos; e participação pública.

Diante disto, fica evidente que o Plano se apoiou em um processo ativo e inclusivo de diálogo com a sociedade e demais partes interessadas, tendo este se traduzido em 32 eventos de mobilização que culminaram na presença remota de 3.573 espectadores únicos e no alcance de 6.382 visualizações (conforme exibe a Figura 121). Já em termos das representações, as principais partes interessadas (*stakeholders*) que fizeram registro voluntário de sua presença ao longo dos eventos demonstraram ser

majoritariamente compostas pela sociedade civil (32,45% das presenças).

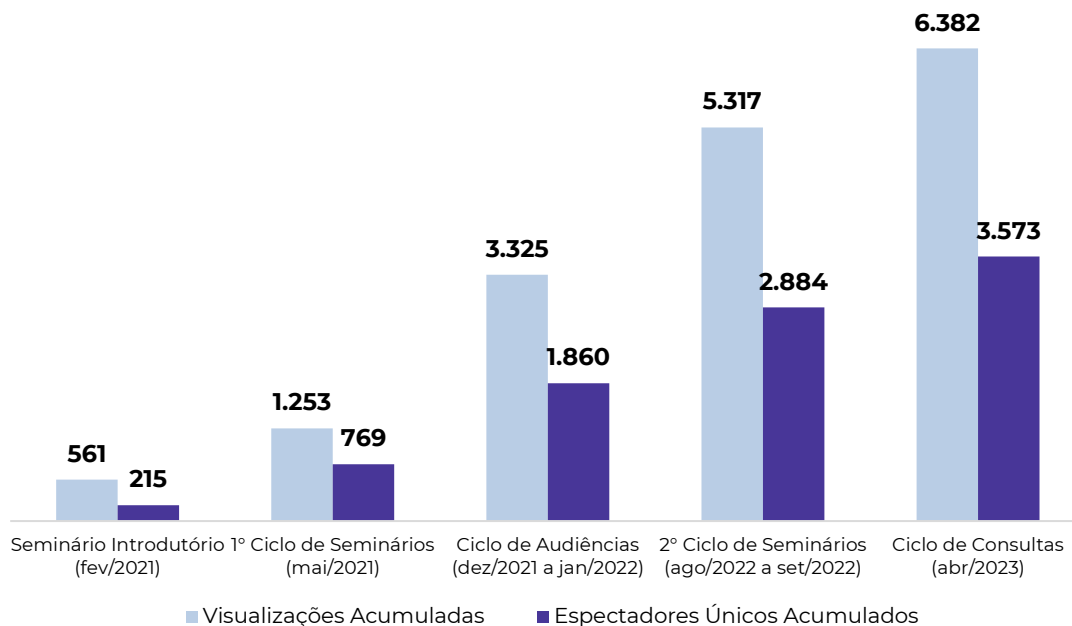


Figura 121 – Análise integrada das visualizações e espectadores por ciclo de mobilização.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Já em termos da avaliação dos eventos, 95% dos participantes que responderam aos formulários avaliativos dos ciclos reportaram sentir-se “muito satisfeitos” e “satisfeitos” com as explanações técnicas e os instrumentos de escuta e participação nos debates. Além disso, a Figura 122 traz um retrato integrado das respostas com o maior nível observado (isto é, duração “ideal”, conteúdo “ótimo” e participantes “muito satisfeitos”), exibindo que o processo de participação pública cumpriu seu objetivo de aproximar os stakeholders ao aprimorar a sintonia destes com a equipe de elaboração. Mais do que isso, ficou evidente a evolução gradual na segurança e maturidade dos participantes em termos dos níveis de conteúdo e pertinência dos apontamentos que estes fizeram ao longo do processo. Isso não só reforçou o caráter educativo da mobilização social, como propiciou um elevado grau de pertencimento popular em relação ao trabalho desenvolvido.

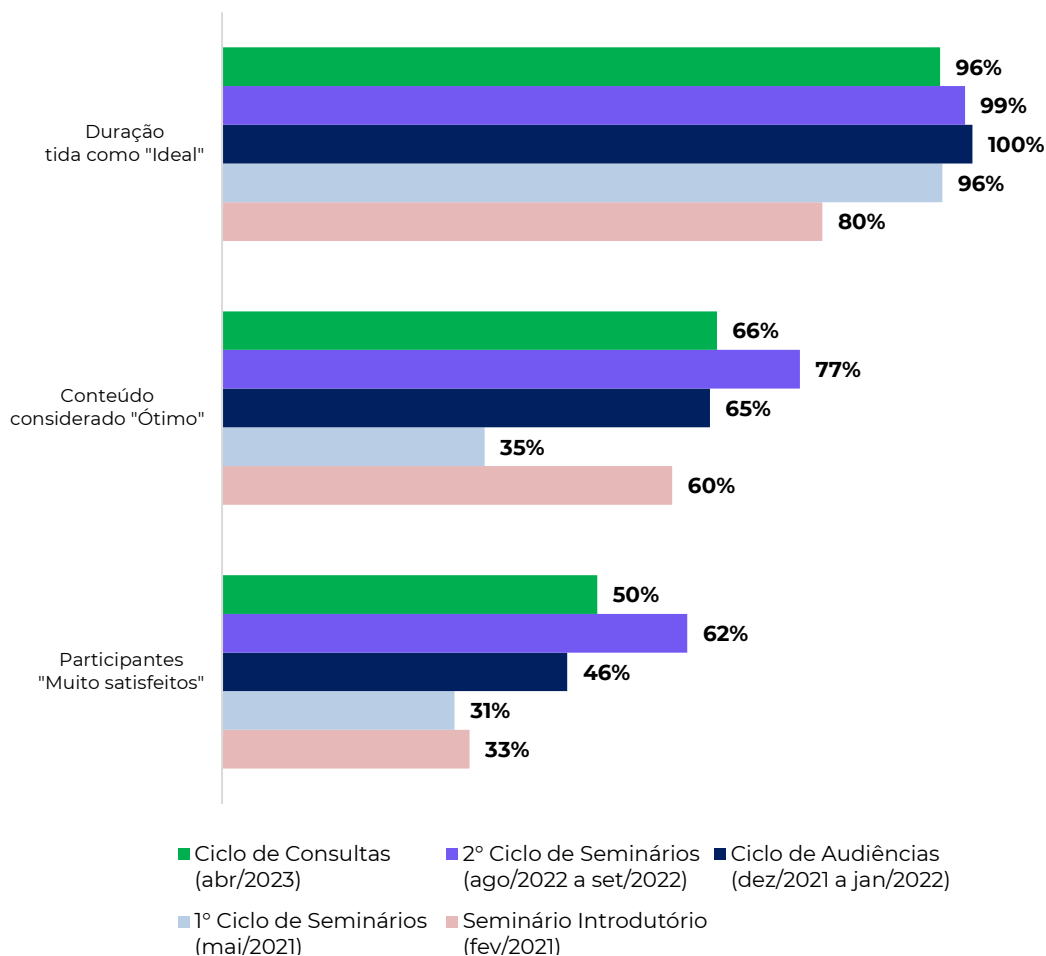


Figura 122 – Análise integrada dos níveis mais altos de avaliação dos ciclos de mobilização.

Fonte: PDAU-RMGV, 2023.

Finalmente, tudo isso mostra que o sucesso desta estratégia remota contribuiu tanto com a quantidade de participações (uma vez que permitiu que os eventos fossem acompanhados ao vivo ou posteriormente), quanto com a sua qualidade, visto que ela inibiu qualquer tipo de julgamentos e represálias ao público-alvo ao garantir o anonimato de seus questionamentos, manifestações, queixas e escuta. Assim, ao afastar o questionador do questionado colocando-os sincronizadamente com a interface eletrônica, estes eventos garantiram maior conforto à sociedade na exposição de seus anseios, de modo que os apontamentos obtidos pela equipe técnica foram mais fidedignos à realidade e expectativas locais. Isso, por si só, aproxima ainda mais todas as soluções e tratativas do PDAU àqueles que irão usufruí-las no futuro.

11 Considerações finais

Os riscos dos eventos de cheias na Região Metropolitana da Grande Vitória são resultados da dinâmica natural da chuva, da maré, do solo, da vegetação, do relevo e do regime hidrológico. Somados à ineficiência do sistema de drenagem e às ações antrópicas, decorrentes do crescimento urbano desordenado.

Os desafios da gestão das águas urbanas, o controle e as mitigações dos riscos de inundação envolvem, não apenas a execução de obras, a manutenção e a operação do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, mas também o desenvolvimento de um trabalho integrado, onde o planejamento urbano contemple, entre outros aspectos, as orientações pré-estabelecidas pelo plano de drenagem.

Diante disso, foi desenvolvido o Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana de Grande Vitória (PDAU – RMGV ou PDAU), um instrumento para a gestão sustentável e integrada da drenagem e do manejo das águas pluviais urbanas dos sete municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória.

O PDAU apresenta soluções estruturais de intervenções na rede de macrodrenagem, e medidas não estruturais por meio da reordenação do uso e ocupação do solo através de instrumentos técnicos, legais e institucionais, com a finalidade de reduzir os riscos de cheias, considerando como horizonte de planejamento o ano 2040.

Destaca-se que o PDAU não se limita a um plano de obras. A partir do estudo detalhado do sistema atual de gestão das águas urbanas foram propostos ajustes e melhorias na prestação de serviços de DMAPU em sintonia com o Marco Legal do Saneamento Básico²⁵ e com a Nova Agenda Urbana da ONU²⁶.

A implementação das propostas do PDAU contribuirá para a construção de um ambiente mais favorável à conservação do ecossistema, com melhorias das condições de saúde, redução de riscos e das perdas econômicas decorrentes de eventos hidrológicos intensos.

Meandros percorridos

Os meandros percorridos para a elaboração do plano iniciaram em junho de 2020, já com o desafio de adaptar a estratégia de desenvolvimento do trabalho em função das medidas de isolamento, decorrentes da pandemia da Covid-19. Com isso, adotou-se, em comum acordo com a CESAN, a extensão do prazo e a divisão do trabalho em dois módulos: Módulo 1 (M1), que compreendeu os serviços realizados à distância, e, o

²⁵ O Marco Legal de Saneamento, instituído pela Lei 14.445/2007, foi atualizado pela Lei 14.026, em 15 julho de 2020, durante o desenvolvimento do PDAU.

²⁶ A Nova Agenda Urbana é um marco internacional sobre o desenvolvimento urbanos sustentável, adotada na ONU Hábítat III, Conferência da ONU realizada em 2016.

Módulo 2 (M2) que incluiu os serviços realizados presencialmente mais os decorrentes destes, conforme apresentado no Produto 1 - Plano de Trabalho Consolidado (PDGV-RE-P01-1-001-R1).

Ainda no início do trabalho, conforme o direcionamento do Termo de Referência do PDAU, foi criado o Grupo de Sustentação, constituído por membros da equipe técnica da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), membros da equipe técnica do Consórcio Tetra Tech-Concremat, representantes das administrações públicas estadual e municipal, de instituições de ensino e de órgãos como o Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (COMDEVIT), o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), o Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo (DER-ES), o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), dentre outros. Esse grupo foi muito importante em todo o processo, pois os entes envolvidos tiveram a oportunidade de contribuir, discutir e construir o plano em conjunto, sob diversas óticas.

Em paralelo iniciou-se o levantamento de dados e a criação da base georreferenciada com todos os dados sistematizados. Nessa etapa foram mapeados dados sobre o que já tinha sido feito, o que estava em execução, em projeto ou em planejamento em todos os municípios. Ressalta-se aqui, que uma das premissas do PDAU foi analisar a eficácia de cada proposta, estudo e projeto existente. Assim, buscou-se mapear, analisar e costurar todo esse rico tecido de informações e de muito esforço já despendido de anos de trabalho de todas as partes envolvidas.

Cabe destacar que foi definido junto ao Grupo de Sustentação quais os corpos hídricos da RMGV seriam estudados, cadastrados e modelados para os estudos de macrodrenagem. A partir das informações do extenso levantamento de dados foi iniciada a elaboração do diagnóstico físico e institucional do sistema existente.

O diagnóstico do sistema institucional existente abordou dois eixos: a perspectiva da gestão da drenagem urbana e o desenvolvimento das medidas não estruturais, analisados sob a ótica do sistema legal e de gestão, programas e projetos e fontes de financiamento. E, por meio da análise SWOT foram identificadas as forças, as fraquezas, as ameaças e as oportunidades do sistema institucional dos entes em questão. E, com base nessas informações foi elaborada a proposição da Gestão Institucional das Águas da RMGV.

Em relação ao diagnóstico físico, ressalta-se que a área de abrangência possui um cenário complexo causado pelos efeitos da variação da maré, com especial atenção para a baía de Vitória e a planície fluviomarina dos municípios de Cariacica e Vila Velha. Além de apresentar dados sobre as bacias hidrográficas como as do Rio Jucú, Santa Maria da Vitória e Reis Magos, que nascem na Serra do Mar e chegam na planície litorânea, onde há um efeito de amortecimento e retardamento significativo das águas. Forças que variam e contribuem com os eventos de cheias.

Para tanto, o PDAU contou com a utilização do software de modelagem hidrológica e hidráulica SOBEK, desenvolvido pelo WL | Delft Hydraulics, que visou a representar

o comportamento hidráulico da propagação da onda de cheia e acumulação dos volumes associados ao escoamento superficial na Região Metropolitana da Grande Vitória, para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Nessa etapa foram utilizados eventos críticos para calibrar o modelo, além do desenvolvimento do 1º Ciclo de Seminários onde, em conjunto com a população, foi possível averiguar se os resultados das simulações estavam o mais aderente possível à situação atual existente. Além dos seminários também foram realizadas visitas técnicas nas áreas críticas e nos municípios. Após a conclusão do diagnóstico físico foi realizado o 1º Ciclo de Audiências do PDAU.

Para a elaboração do Prognóstico se fez necessária a elaboração dos cenários futuros, realizados por meio de estudos de projeção demográfica e de evolução do uso e ocupação do solo para os anos de 2025, 2032 e 2040, conforme determinação do Termo de Referência do PDAU e do Ministério das Cidades. As bases georreferenciadas dos cenários futuros foram inseridas no modelo, junto com a inserção das obras irreversíveis.²⁷ E, com esses dados foram realizadas simulações e obtidas as manchas de inundação para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos com cenários de uso e ocupação do solo para 2025, 2032 e 2040.

Os resultados do Prognóstico foram avaliados e identificadas possíveis causas de inundação, iniciando assim, o processo de formulação das proposições. Após procedeu-se à discussão com o Grupo de Sustentação de alternativas de solução por meio de medidas estruturais e de controle para cada bacia hidrográfica. As alternativas simuladas e apresentadas também seguiram para debates no 2º Ciclo de Seminários do PDAU. Na sequência as alternativas passaram pela estimativa de custo e pelo processo de análise multicritério que auxiliou na seleção das soluções mais adequadas para cada bacia hidrográfica.

A partir da definição das alternativas detalharam-se os programas complementares com o intuito de solucionar problemas específicos, e complementar às medidas estruturais, de controle e de gestão propostas. E, por fim foi desenvolvido todo o Plano de Ação que buscou organizar e planejar de forma integrada as ações para a implantação das proposições do PDAU.

Ressalte-se que a concretização do plano passou por várias etapas e processos, que resultaram em produtos e subprodutos, sintetizados e apresentados no Ciclo de Consultas Públicas e neste Relatório Final, no formato de Sumário Executivo.

²⁷ No PDAU são consideradas obras irreversíveis, projetos já licitados ou obras em fase de execução.

Referências

ADASA/UNESCO. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Distrito Federal**. Brasília, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA, 2018.

Disponível em: <<https://www.adasa.df.gov.br/legislacoes/leis-distritais/2-uncategorised/1130-manual-de-drenagem-novo>>. Acesso em: outubro de 2022.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). **Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água na Região Hidrográfica Litoral Centro Norte**. Relatório da Etapa B – Diagnóstico e Prognóstico, jan. 2020.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **IQA Espírito Santo - Informações sobre a Qualidade das Águas do Estado do Espírito Santo**, 2021. Disponível em: <<https://servicos.agerh.es.gov.br/iqa/>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO (ANA.) **Pedologia**. 2017.

Disponível em:

<<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ffeb6007-b741-4099-9889-5d50b3cd4168>> Acesso em: 07 abr. 2021.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **CARTA GEOLÓGICA FOLHA SF-24-V-B-I VITÓRIA, Escala 1:100.000. 2014**. Disponível em: <https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 01 abr. 2020.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

(IEMA). **Hidrografia 2012/2015**. 2015. Disponível em:

<https://iema.es.gov.br/geomatica/shapefiles>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRASIL. **Diagnóstico Temático da Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AP_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.

_____. **Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, 2010.

_____. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico, 2020.

_____. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, 2005.

_____. **Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental, 1997.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil**. Maria Mônica Guedes de Moraes e Camila Costa de Amorim, autoras;

Marco Aurélio Belmont e Pablo Ramosandrade Villanueva, Organizadores. Brasília: MMA, 2016.

_____. **Manual de Planejamento em Defesa Civil**. Volume I. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Defesa Civil. Brasília, 2007.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/473/TR_PMSB_FUNAS_A_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 out. 2022

_____. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital. Secretaria de Gestão. **Guia Técnico de Gestão Estratégica vl.0**. Brasília; ME; SEDGG; SEGES, 2019. Versão 1, 2020.

BELO HORIZONTE. **Ferramentas de Gestão: Ciclo PDCA**. Programa de Capacitação para os Conselhos de Políticas públicas de Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/procuradoria/portaldasparcerias/ANEXO-III_0.pdf>. Acesso em: 16 set. 2021.

CEARÁ. Secretaria do Planejamento e Gestão. **Guia de Modelagem de Estrutura Organizacional**. Coordenadoria de Modernização da Gestão. – 2. Ed. – Fortaleza: Secretaria do Planejamento e Gestão, 2021. Disponível em: <https://www.seplag.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/14/2021/07/GUIA-DE-MODELAGEM_9-7-21.pdf> Acesso em: 20 out. 2022.

ENGERS SOLUÇÕES. Escavadeira e bate estaca sobre balsa, rachão, enrrocamento, dragagem, 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cihibjl4l0A>>. Acesso em: 20 nov.2021.

ESCOLA DO LEGISLATIVO. **Conhecendo o Poder Legislativo**, s.d. Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/appdata/anexos_internet/escola/APOSTILA%20OFICIAL.pdf> Acesso em: 10 out. 2022.

ESPÍRITO SANTO. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo - PERH|ES**, 2018. Disponível em: <https://perh.es.gov.br/Media/perh/Arquivos%20Biblioteca/PERH-ES_DocumentoConsolidado.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

ESPIRÍTO SANTO. Governo do Estado do Espírito Santo. Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano. **Estudo de Criação da Microrregião de Saneamento Básico no Espírito Santo, conforme Lei Federal 14.026/2020**. Espírito Santo, Vitória, SEDURB, 2021. Disponível em: <<https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/Consulta%20Pública/Justificativa%20para%200criação%20da%20Microrregião%20de%20Águas%20e%20Esgoto%20no%20ES-1.pdf>>. Acesso em: 10 nov. de 2021.

GONÇALVES, C. M., & CEOTTO, L. H. **Custo sem Susto: um Método para Gestão do Custo de Edificações**. São Paulo, O Nome da Rosa, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo**. (s.d.).

Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=o-que-e>>
Acesso em: 03 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2016.

Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101625.pdf>>
Acesso em: 08 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Vereador e a Câmara Municipal, O** / [coordenação de] Marcos Flávio R. Gonçalves. – 7. ed. rev. e atual. – Rio de Janeiro, IBAM, 2020.

Disponível em:

<https://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/Vereador_7ed_2020.pdf> Acesso em: 12 jan. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise ex ante**, Volume 1. Casa Civil da Presidência da República, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Brasília, Ipea, 2018.

Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/centrais-de-conteudo/downloads/153743_analise-ex-ante_web_novo.pdf/@download/file/153743_analise-ex-ante_web_novo.pdf>
Acesso em: 01 nov.2022.

INSTITUTO PUBLIX. **Guia de Modelagem de Estruturas Organizacionais**. 2019.

Disponível em: <Fonte: Instituto Publix: https://institutopublix.com.br/wp-content/uploads/2019/01/guia_modelagem.pdf> Acesso em: 03 fev 2022.

IPCC. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report**.

Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

JAWORSKI, T. **Apostila de Equipamentos para Escavação - Compactação e Transporte**, 2018

Disponível em: < <https://portalidea.com.br/cursos/bsico-em-retroescavadeira-apostila02.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

LEITE, P. D., SILVA, A. M., & MATTOS, E. V. **Análise de Frequência de Eventos Extremos: Alterações nos Quantis ao Longo do Tempo**. Segundo Seminário do Mestrado Profissional em Engenharia Hídrica, p. 7, 2022.

LF AMBIENTAL. **Dragagem com Draga a Cabo**, s.d.

Disponível em: <<https://www.lfambiental.com.br/dragagem-com-draga-a-cabo-drag-line>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

LIMA, L. R. **Dragagem, Transporte e Disposição Final de Sedimentos de Leito de Rio. Estudo de Caso: Calha do Rio Tietê - Fase II**. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica de São Paulo, 2008.

Disponível em: < https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-30092008-155243/publico/DISSERTACAO_LILIAN_ROUSE_LIMA.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Planejamento e Gestão. **Guia para Modelagem de Estruturas Organizacionais. Belo Horizonte**. Elaborado pela Superintendência Central de Inovação e Modernização Institucional. Belo Horizonte, Fundação João Pinheiro, 2018.

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**, 2021.

Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/consulta-publica/20210623P1AP2A_Rev1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Glossário de Indicadores - Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Ministério do Desenvolvimento Regional**, 2021.

Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_AP2021.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

MOLINARI, D., DAZZI, S., GATTAI, E., & AL., E. (junho de 2021). **Cost-benefit analysis of flood mitigation measures: a case study employing high-performance hydraulic and damage modelling. Natural Hazards**. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-021-04814-6>>. Acesso em: 16 set. 2021.

PINHEIRO, M. C. **Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração**. Porto Alegre, ABRH, 1ª ed. 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI) MI. (2021). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. PMBoK Guide, 7ª ed., 2021.

REDE NACIONAL DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL (ReCESA). **Qualificação de Gestores Públicos em Saneamento**, s.d.

Disponível em:

<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/qualificacaodegestorespublicosemsaneamento-nivel3.pdf> Acesso em: 10 set. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Governo do estado de São Paulo. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). **Prestação de Serviços Técnicos Especializados de Consultoria para a Elaboração de Subsídios Técnicos para o PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS 2020-2023**. São Paulo, SIMA, 2020.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo**. São Paulo, SMDU, 2012.

SÃO PAULO (Cidade). **Caderno de Bacia Hidrográfica: Bacia Hidrográfica do Córrego Anhangabaú**. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo: FCTH/SIURB, 2021.

SANT'ANNA, E. **Dados meteorológicos indicam que chuva extrema até triplicou no Brasil**. O Estado de S. Paulo, 2023.

SERRANO, A. M., FRANCO, V. R., CUNHA, R. D., IWAMA, G. Y., & GUARNIERI, P. **Dimensionamento na Administração Pública Federal: uma Ferramenta do Planejamento da Força de Trabalho**. Brasília: ENAP, 2018

SHREVE, C., & KELMARN, I. **Does mitigation save? Reviewing cost-benefit analyses of disaster risk reduction. International Journal of Disaster Risk Reduction**, 2014. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420914000661?via%3DiHub>>
Acesso em: 10 out. 2022.

SNSA, S. N., & MDR, M. D. **Plano Nacional de Saneamento Básico/PLANSAB**. Brasília: MDR, 2019.

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. **Remoção de entulhos com caminhão basculante**. Disponível em: <<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/nelclix/produtos/servicos/remocao-de-entulhos-com-caminhao-basculante-1>>. Acesso em 20 nov. 2021

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Referencial de Controle de Políticas Públicas**. Brasília, TCU, Secretaria de Controle Externo do Desenvolvimento Econômico (SecexDesenvolvimento), Secretaria de Métodos e Suporte ao Controle Externo (Semec) e Secretaria de Macroavaliação Governamental (Semag), 2020. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/data/files/EF/22/A4/9A/235EC710D79E7EB7F18818A8/1_Referencial_controle_politicas_publicas.pdf> Acesso em: 12 out. 2022.

TUCCI, C. **Gestão da Drenagem Urbana**. Textos para Discussão CEPAL-IPEA (p. 50). Brasília Distrito Federal: CEPAL, 2012

VENEZA EQUIPAMENTOS. **Pá-Carregadeira**. Disponível em: <<http://www.venzaequipamentos.com.br/page/pt/p%C3%A1s-carregadeiras/524k-ii/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

YAZALI, L. O et All. **Piano di gestione delle acque pluviali della città di São Paulo, Brasile**. 4º Convegno Nazionale di Idraulica Urbana - Acqua e Città 2011. Centro Studi Idraulica Urbana. Veneza, Itália, junho de 2011.

YAZAKI, L. O. et All. **Integrated solutions for urban runoff control in Brazilian metropolitan regions**. Water Science and Technology, 2012.

YAZAKI, L. O., HAUPT J., & PORTO M. F. **Uso potencial de sistemas mistos de esgotos e águas pluviais para a redução da poluição hídrica em bacias urbanas**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. São Paulo, 2017.

YAZAKI, L.O. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas e Reúso**. Em P. S. Mancuso, J. Mierzwa, A. Hespanhol, & I. Hespanhol, Reúso de Água Potável como Estratégia para a Escassez (p. 30). Santana de Parnaíba, SP. Manole, 2021.

YAZAKI, L. O, BECCIU G., MAMBRETTI, S., MARCHIONI M. **Práticas de Gestão da Rede de Drenagem de Águas Pluviais, em: Saneamento Básico: uma abordagem na perspectiva brasileira e internacional**. Organizadores: Mambretti, S., Nascimento A. N. Universidade Federal da Bahia, Politecnco Milano. Atena Editora, 2022.

ANEXO 1 – METODOLOGIA DA ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO

A partir dos custos estimados das intervenções propostas e dos prejuízos estimados para os cenários atual e futuros, considerando o TR de 25 anos, faz-se possível a quantificação da vantagem econômica das medidas de mitigação propostas. Para tal, adota-se o critério da relação benefício/custo (B/C), frequentemente usada pelos tomadores de decisão no contexto da redução do risco de desastres (SHREVE & KELMARN, 2014).

O benefício/custo é definido como a razão entre os benefícios decorrentes de uma medida de mitigação e o custo global da sua construção. No âmbito da gestão de risco de eventos de cheias, os custos são definidos como o montante dos investimentos necessários para tornar as medidas de mitigação plenamente operacionais e incluem os relativos à análise de risco, construção e manutenção das infraestruturas construídas. Já os benefícios são definidos como os danos potenciais aos ativos expostos, evitados graças à realização da medida; os danos considerados devem ser quantificáveis em termos monetários e incluir os danos físicos ao ambiente construído e às atividades econômicas (MOLINARI, DAZZI, GATTAI, & AL, 2021)

A formulação para cálculo da relação benefício/custo foi baseada no estudo de Molinari, Dazzi, Gattai et al (2021), demonstrada pela seguinte equação:

$$B/C = \frac{\int_0^1 D1(P)dP - \int_0^1 D2(P)dP}{\frac{C}{T}}$$

Em que:

D1 e D2: Prejuízos esperados antes e depois da implementação das medidas (R\$);

P: Probabilidade excedente em 1 ano; inverso do TR (anos⁻¹)

C: Custo da medida mitigatória (R\$);

T: Vida útil da medida (anos).

Efetivamente, os custos totais das medidas devem ser contextualizados na data-base definida para a análise e avaliados ao longo do período de vida útil das medidas de mitigação de cheias, considerando uma taxa de desconto. O mesmo raciocínio se aplica para os danos futuros. Entretanto, o cálculo para a presente avaliação desconsidera implicitamente a incidência de inflação. Considerando-se que uma taxa de desconto mais alta aumenta a preferência dos benfeitores atuais e o ônus para as gerações futuras, uma taxa de desconto muito baixa ou zero deve ser aplicada a projetos ambientais (VENTON, 2010). Isso equivale a assumir que proteger o meio

ambiente para as gerações futuras tem o mesmo valor que proteger o meio ambiente hoje (SHREVE & KELMARN, 2014).

O cálculo da razão B/C requer, por um lado, a avaliação dos custos da medida de mitigação das cheias – estimativa realizada no Produto 6.2 do PDAU – e, por outro, a quantificação dos danos – estimados no Produto 4.2. O risco é definido como a integral da curva obtida plotando o dano versus a probabilidade de superação da inundação, isto é, a probabilidade excedente de ocorrência do evento em 1 ano qualquer nos períodos 2025-2032 e 2040-2032. A integral da curva obtida para as condições antes da implementação das medidas de mitigação de cheias representa os benefícios anuais dela decorrentes. Se $B/C > 1$, os benefícios gerados pela mitigação superam os custos totais e, portanto, a estrutura representa um bom investimento para a sociedade; quanto maior a relação benefício/custo, melhor o investimento.