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

Produto P4.1 – DIAGNÓSTICO PRÉVIO

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento



CONSÓRCIO

TETRA TECH

CONCREMAT engenharia e tecnologia

PDGV-RE-P04-1-001-R0

Novembro, 2020

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

Produto P4.1 – DIAGNÓSTICO PRÉVIO

Novembro/2020

APRESENTADO PARA

CESAN
Companhia Espírito Santense de Saneamento

APRESENTADO POR

Consórcio
Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
Concremat Engenharia e Tecnologia

Tipos de Emissão

EI – Emissão Inicial **PC** – Para Comentários **EF** – Emissão Final **CA** – Cancelado **PI** – Para Informação

Revisão	Tipo de	Descrição	Data
0	EI	Emissão inicial	13/11/2020

Responsáveis pelo Relatório

Elaborador	Verificador	Aprovador
Consórcio Tetra Tech - Concremat	Luiz Orsini	Luiz Orsini

ÍNDICE

Página

APRESENTAÇÃO 19
1. INTRODUÇÃO 20
2. DIAGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES URBANAS 21
2.1. ESTUDO HIDROLÓGICO E MAREGRÁFICO 21
2.1.1. ANÁLISE E CONSISTÊNCIA DE DADOS HIDROLÓGICOS 21
2.1.2. DISPONIBILIDADE DE DADOS HORÁRIOS 22
2.2. ESTUDO MAREGRÁFICO 33
2.2.1. ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR 33
2.2.2. ANÁLISE DOS DADOS DE NÍVEL MÉDIO DO MAR 34
2.2.3. COMENTÁRIOS SOBRE AS ANÁLISES DOS DADOS DE NÍVEL MÉDIO DO MAR – CF SR 43
2.2.4. ANÁLISE DA MARÉ ASTRONÔMICA 44
2.3. MODELAGEM HIDRÁULICA 50
2.3.1. SEÇÕES TRANSVERSAIS 50
2.3.2. SEÇÕES TRANSVERSAIS GENÉRICAS 51
DETERMINAÇÃO DAS SEÇÕES DOS RIOS – MÉTODO INDIRETO 52
DETERMINAÇÃO DAS MÉDIAS DAS VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS 55
DETERMINAÇÃO DAS DECLIVIDADES DO CURSO D'ÁGUA PRINCIPAL 58
DEFINIÇÃO DO COEFICIENTE DE MANNING 59
LARGURA DO RIO JUCU NA POSIÇÃO DA SEÇÃO DE INTERESSE 59
DIMENSIONAMENTO DA CALHA DO RIO JUCU NA POSIÇÃO DA SEÇÃO DE INTERESSE 59
DIMENSIONAMENTO DA CALHA DO RIO SANTA MARIA NA POSIÇÃO DA SEÇÃO DE INTERESSE 60
2.3.3. INSERÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS NO MODELO 61
2.3.4. COEFICIENTE DE MANNING 61
2.3.5. MÉTODO DO SCS E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO 63
2.3.6. DECLIVIDADE 66
2.3.7. DELIMITAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS – MODELO PRELIMINAR 68
2.3.8. RESULTADOS DA MODELAGEM PRELIMINAR 70
2.3.9. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES 70
2.3.10. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES - BACIA DO RIO JUCU 72
2.3.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DA MODELAGEM 73

3. MEIOS FÍSICOS, BIOLÓGICOS E SOCIOECONÔMICOS 75
3.1. MEIO BIÓTICO 75
3.1.1. ESCALA MACRORREGIONAL 76
3.1.2. ESCALA METROPOLITANA 83
3.1.3. ESCALA BACIAS HIDROGRÁFICAS 115
3.1.4. ESCALA MUNICIPAL 125
3.1.5. ANÁLISE INTEGRADA 129
3.2. MEIO SOCIOECONÔMICO 132
3.2.1. IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES DE DEPENDÊNCIA ENTRE A SOCIEDADE LOCAL E OS RECURSOS HÍDRICOS 132
BH RIO JUCU 134
BH RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA 140
BH RIO BENEVENTE 146
RH LITORAL CENTRO-NORTE 151
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA RMGV 155
INTERPOLAÇÃO DOS NÚCLEOS DE ADENSAMENTO POPULACIONAL COM OS EVENTOS E PRINCIPAIS ZONAS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS 168
PRINCIPAIS EVENTOS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS EM 2020 168
ANÁLISE DAS ÁREAS EDIFICADAS E AS ZONAS DE ALTA SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÕES 170
ASPIRAÇÕES VOLTADAS AO CAMPO DA DRENAGEM PLUVIAL 179
CORRELAÇÃO DESTAS ANÁLISES COM AS ÁREAS IMPERMEÁVEIS IDENTIFICADAS AO LONGO DOS MUNICÍPIOS; 182
3.3. QUALIDADE DA ÁGUA 183
ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS DA RMGV 183
ANÁLISE DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) 189
ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA 202
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (MGO2/L) 202
3.4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 298
CONTEXTUALIZAÇÃO 298
PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA NA RMGV 299
USO DO SOLO NAS UTAPS E NA RMGV 312
METODOLOGIA DE ANÁLISE 314

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS BACIAS 320
BACIA DO RIO PRETO (UTAP 1) 321
BACIA DO RIO FUNDÃO (UTAP 2) 325
BACIA DO RIBEIRÃO SAUANHA (UTAP 3) 329
BACIA DO RIO REIS MAGOS (UTAP 4) 333
AED PRETO/REIS MAGOS (UTAP 5) 336
BACIA DO CÓRREGO JOÃOZINHO (UTAP 6) 339
AED JOÃZINHO/JUARA (UTAP 7) 342
BACIA DO RIBEIRÃO JUARA (UTAP 8) 345
AED JUARA/MARINGÁ (UTAP 9) 348
BACIA DO CÓRREGO MARINGÁ (UTAP 10) 351
BACIA DO CÓRREGO MANGUINHOS (UTAP 11) 354
AED MANGUINHOS/PELADO (UTAP 12) 357
BACIA DO CÓRREGO PELADO (UTAP 13) 360
AED ILHA DE VITÓRIA/PELADO (UTAP 14) 362
BACIA DO RIO SANTA MARIA (UTAP 15) 365
AED ILHA DE VITÓRIA (UTAP 16) 370
AED CANAL DE VITÓRIA (UTAP 17) 373
BACIA DO RIO JUCÚ (UTAP 18) 375
BACIA DO RIO FORMATE (UTAP 19) 382
BACIA DO RIO MARINHO (UTAP 20) 385
AED JUCÚ (UTAP 21) 388
AED JUCÚ/UNA (UTAP 22) 391
BACIA DO RIO UNA (UTAP 23) 394
AED UNA/PEROCÃO (UTAP 24) 397
BACIA DO RIO PEROCÃO (UTAP 25) 400
AED PEROCÃO/JABUTI (UTAP 26) 403
BACIA DO RIO JABUTI (UTAP 27) 405
AED JABUTI/MEAÍPE (UTAP 28) 408
BACIA DO RIO MEAÍPE (UTAP 29) 411
AED MEAÍPE/BENEVENTE (UTAP 30) 414
BACIA DO RIO BENEVENTE (UTAP 31) 418

AED BENEVENTE (UTAP 32)..... 423
CONSIDERAÇÕES SOBRE USOS NÃO CONFORMES NA RMGV..... 426
CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO..... 435
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 436
5. ANEXO A - DESCRIÇÃO DO MODELO SOBEK..... 446

QUADROS

Quadro 1 - Estações utilizadas nos estudos hidrológicos..... 23
Quadro 2 - Classificação para o Index of Agreement de Willmott e Wicks. 37
Quadro 3 - Classificação do RMAE por ranges..... 38
Quadro 4 – Comparação dos valores de vazão nos pontos de interesse. 72
Quadro 5- Unidades de Conservação localizadas na RMGV 75
Quadro 6 – Formações Florestais da Mata Atlântica..... 76
Quadro 7 – Quantidades de espécies capixabas sob risco de extinção 81
Quadro 8 – Unidades de Conservação localizadas na RMGV 90
Quadro 9 – Resultado da metodologia ROAM para as bacias da RMGV 111
Quadro 10 – Ranking de Mananciais segundo o IPRH 112
Quadro 11 – Ranking de Mananciais segundo o IPRH por município 113
Quadro 12 – Evolução da Cobertura Florestal das Bacias Hidrográficas da RMGV 124
Quadro 13 – Evolução da Cobertura Florestal dos municípios da RMGV 125
Quadro 14 – Destaques de áreas de interesse ambiental dos Planos Diretores Municipais..... 126
Quadro 15 – Demandas hídricas na BH do Rio Jucu (m³/s), com percentuais por UP. 134
Quadro 16 – Demandas hídricas na BH do Rio Jucu (m³/s), com percentuais por usos..... 135
Quadro 17 – Vazões máximas outorgáveis por UP na BH do Rio Jucu. 137
Quadro 18 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Jucu (toneladas de DBO5/ano) com percentuais por UP. 138
Quadro 19 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Jucu (toneladas de DBO5/ano) com percentuais por tipos de carga. 139
Quadro 20 – Demandas hídricas na BH do Rio Santa Maria da Vitória (m³/s), com percentuais por UP..... 141
Quadro 21 – Demandas hídricas na BH do Rio Santa Maria da Vitória (m³/s), com percentuais por usos. 141
Quadro 22 – Vazões máximas outorgáveis por UP na BH do Rio SMV. 144
Quadro 23 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Santa Maria da Vitória (toneladas de DBO5/ano) com percentuais por UP. 145
Quadro 24 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Santa Maria da Vitória (toneladas de DBO5/ano), com percentuais por tipos de carga. 145
Quadro 25 – Demandas hídricas na BH do Rio Benevente (m³/s), com percentuais por UP. 147
Quadro 26 – Demandas hídricas na BH do Rio Benevente (m³/s), com percentuais por usos. ... 148
Quadro 27 – Cargas Remanescentes Estimadas e Vazões Necessárias para Diluição na UGRH Litoral Centro – Sul. 150
Quadro 28 – Demandas hídricas na RH Litoral Centro - Norte (m³/s), com percentuais por UPs.151
Quadro 29 – Demandas hídricas na RH Litoral Centro - Norte (m³/s), com percentuais por usos. 152
Quadro 30 – Cargas Remanescentes Estimadas e Vazões Necessárias para Diluição na UGRH Litoral Centro - Norte. 154
Quadro 31 – Índices dos serviços de abastecimento de água na RMGV. 156
Quadro 32 – Levantamento das Estações de Tratamento de Água (ETAs) da RMGV. 157
Quadro 33 – Sistemas de abastecimento de água na RMGV. 159
Quadro 34 – Índices dos serviços de esgotamento sanitário na RMGV. 164
Quadro 35 – Levantamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da RMGV. 165
Quadro 36 – Áreas edificáveis presentes em zonas de baixo, médio e alto grau de susceptibilidade a alagamentos e inundações na RMGV (em km²), com destaque à sua porcentagem relativa ao total edificado no município. 171
Quadro 37 – Faixas de avaliação do IQA e seus respectivos resultados. 189
Quadro 38 – Estações de monitoramento da qualidade da água operadas pela AGERH. 190
Quadro 39 – IQA por estação entre 2007 e 2020, com destaque à média geral e seu desvio padrão. 197

Quadro 40 – Resultados médios anuais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO2/L) 203
Quadro 41 – Resultados médios anuais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO2/L) 207
Quadro 42 – Resultados médios anuais de OD no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO2/L) 211
Quadro 43 – Resultados médios anuais de OD no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO2/L) 214
Quadro 44 – Resultados médios anuais de ST no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L) 217
Quadro 45 – Resultados médios anuais de ST no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L) 221
Quadro 46 – Resultados médios anuais de turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em UNT) 224
Quadro 47 – Resultados médios anuais de turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em NTU) 228
Quadro 48 – Resultados médios anuais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L) 231
Quadro 49 – Resultados médios anuais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L) 235
Quadro 50 – Resultados médios anuais de Coliformes Termotolerantes no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em NMP/100 mL) 238
Quadro 51 – Resultados médios anuais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L) 242
Quadro 52 – Carga de DBO nas regiões urbana e rural dos municípios integrantes da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L) 245
Quadro 53 – Carga de DBO nas regiões urbana e rural dos municípios integrantes da BH do Rio Jucu (em mg/L) 246
Quadro 54 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Cariacica. 255
Quadro 55 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Fundão. 258
Quadro 56 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Guarapari. 261
Quadro 57 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Serra. 264
Quadro 58 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Viana. 267
Quadro 59 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Vila Velha. 270
Quadro 60 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Vitória. 273
Quadro 61 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Cariacica. 276
Quadro 62 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Fundão. 280
Quadro 63 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Guarapari. 283
Quadro 64 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Serra. 286
Quadro 65 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Viana. 289

Quadro 66 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Vila Velha..... 292
Quadro 67 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Vitória. 295
Quadro 68 – Espírito Santo - Evolução da população urbana e rural (1940-2010)..... 300
Quadro 69 – Participação da RM na evolução populacional do Espírito Santo (1940-2010) 300
Quadro 70 – Dados básicos dos municípios da RMGV. 305
Quadro 71 - Agrupamento de classes de uso e cobertura da terra adotado no Diagnóstico do PDAU 314
Quadro 72 – Área ocupada por cada categoria de uso e cobertura do solo na totalidade do espaço geográfico ocupado pelas 32 UTAPs. 315
Quadro 73 – Área ocupada por cada categoria de uso e cobertura do solo na totalidade do espaço geográfico ocupado pelas 32 UTAPs na porção inserida na RMGV..... 318
Quadro 74 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 1..... 323
Quadro 75 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 2..... 327
Quadro 76 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 3..... 330
Quadro 77 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 4..... 334
Quadro 78 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 5..... 337
Quadro 79 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 6..... 340
Quadro 80 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 7..... 343
Quadro 81 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 8 346
Quadro 82 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 9..... 349
Quadro 83 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 10..... 352
Quadro 84 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 11..... 355
Quadro 85 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 12..... 358
Quadro 86 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 13..... 361
Quadro 87 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 14..... 364
Quadro 88 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 15..... 368
Quadro 89 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 16..... 371
Quadro 90 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 17..... 374
Quadro 91 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 18..... 379
Quadro 92 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 19..... 384
Quadro 93 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 20..... 386
Quadro 94 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 21..... 389
Quadro 95 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 22..... 392
Quadro 96 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 23..... 395
Quadro 97 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 24..... 398
Quadro 98 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 25..... 401
Quadro 99 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 26..... 404
Quadro 100 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 27..... 406
Quadro 101 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 28..... 409
Quadro 102 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 29..... 412
Quadro 103 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 30..... 416
Quadro 104 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 31..... 420
Quadro 105 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 32..... 424
Quadro 106 – Referências e elementos de análise para identificação de usos não conformes... 426

FIGURAS

Figura 1 – Análise de Consistência da Estação Valsugana Velha - Montante (57040008)..... 22
Figura 2 – Estações fluviométricas adotadas para as bacias da RMGV..... 24
Figura 3 – Hidrograma da estação UHE Suíça Jusante (57120080) 25
Figura 4 – Hidrograma do evento do dia 02/03/2020, selecionado da estação UHE Suíça Jusante (57120080) 26
Figura 5 – Pluviograma do evento do dia 02/03/2020, selecionado da estação Vitória (A612)..... 27
Figura 6 – Hidrograma da estação Jucuruaba (57230000) 28
Figura 7 – Hidrograma do evento do dia 03/12/2017, selecionado da estação Jucuruaba (571230000) 29
Figura 8 – Pluviograma do evento do dia 03/12/2017, selecionado da estação Vila Velha (A634) 30
Figura 9 – Hidrograma da estação Valsugana Velha – Montante (57040008)..... 31
Figura 10 – Hidrograma do evento do dia 21/12/2013, selecionado da estação Jucuruaba (571230000) 32
Figura 11 – Pluviograma do evento do dia 21/12/2013, selecionado da estação Vitória (A612).... 33
Figura 12 – Localização referente às reanálises do CFSR para o litoral do ES..... 35
Figura 13 – Série temporal de variação do NMM proveniente do CFSR para o litoral do ES. Na parte inferior estão o histograma e a função de frequência acumulada, calculados a partir da série temporal..... 36
Figura 14 – Valores máximos anuais dos dados (reanálises) próximos ao Porto de Vitória..... 36
Figura 15 – Distribuições (Gumbel, GEV e Log Pearson III) ajustadas aos máximos anuais dos dados (reanálises) próximos ao Porto de Vitória..... 39
Figura 16 – Série temporal de variação do NMM proveniente do CFSR para o litoral do ES. Na parte inferior estão o histograma e a função de frequência acumulada, calculados a partir da série temporal..... 40
Figura 17 – Valores máximos anuais dos dados (reanálises) próximos a Guarapari..... 41
Figura 18 – Distribuições (Gumbel, GEV e Log Pearson III) ajustadas aos máximos anuais dos dados (reanálises) próximos a Guarapari..... 42
Figura 19 – Comparação dos valores de NMM para as posições do Porto de Vitória e Guarapari. 44
Figura 20 – Localização das Estações Maregráficas (FEMAR) na região de estudo..... 45
Figura 21 – Constantes harmônicas de maré para a estação Porto de Vitória. 46
Figura 22 – Constantes harmônicas de maré para a estação Piraquê Açu. 47
Figura 23 – Previsão harmônica de maré mais NMM do CFSR para a foz do Rio Jucu, durante o período de 1º a 6 de dezembro de 2017. 48
Figura 24 – Previsão harmônica de maré mais NMM do CFSR para a foz do Santa Maria, durante o período de 28 de fevereiro a 5 de março de 2020. 48
Figura 25 – Previsão harmônica de maré mais NMM do CFSR para a foz do Rio Reis Magos, durante o período de 19 a 24 de dezembro de 2013..... 49
Figura 26 – Seções transversais referentes ao Rio Formate, em Cariacica. 51
Figura 27 – Representação do leito menor de um rio (“bankfull”). 52
Figura 28 – Dimensionamento da calha para o leito menor utilizando a equação de Manning..... 53
Figura 29 – Posição das seções (calhas) de interesse nos rios Jacu e Santa Maria. 55
Figura 30 – Vazões médias diárias registradas na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA- 5723000). 56
Figura 31 – Vazões máximas anuais obtidas na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA- 5723000)... 56
Figura 32 – Probabilidade de ocorrência e períodos de retorno, ambos calculados a partir das vazões máximas anuais obtidas na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA- 5723000). 57
Figura 33 – Perfil longitudinal ao longo do talvegue do Rio Jucu. 58
Figura 34 – Perfil transversal estimado para a calha do Rio Jucu na seção de interesse..... 59
Figura 35 – Perfil transversal estimado para a calha do Rio Santa Maria na seção de interesse. . 60
Figura 36 – Exemplo de Seção Transversal Inserida no Modelo SOBEK..... 61

Figura 37 – Exemplo do quadro de atrito (manning) dentro da Interface do SOBEK. 62
Figura 38 – Enquadramento das atuais classes gerais de solo nos grupos hidrológicos de solo A, B, C e D, fonte: Sartori et al (2005). 65
Figura 39 – Valores de CN para bacia urbanas e suburbanas e rurais, fonte: Tucci (2004). 65
Figura 40 – Correspondência entre os números da curva de escoamento para as três condições de umidade antecedente, fonte: Prakash et al. (1996). 66
Figura 41 – Raster de declividade obtido através da topografia 67
Figura 42 – Delimitação das bacias hidrográficas selecionadas para o modelo preliminar. 69
Figura 43 – Localização dos pontos de comparação de vazão. 71
Figura 44 – Gráfico dos valores de vazão medidos nos pontos de interesse. 72
Figura 45 – Mancha de inundação (Altura da lâmina d'água e cota do nível d'água) do evento de março de 2020. 73
Figura 46 – Distribuição das Formações Florestais do Espírito Santo 78
Figura 47 – Reserva da Biosfera Mata Atlântica e Áreas Prioritárias para a Conservação MMA .. 82
Figura 48 – Áreas remanescentes de restinga e mangue na RMGV 84
Figura 49 – Áreas alagadas da RMGV 85
Figura 50 – Corredores Ecológicos Estaduais 87
Figura 51 – Unidades de Conservação localizadas na RMGV e região 89
Figura 52 – Mosaico 1 - Vitória-Serra-Cariacica 97
Figura 53 – Mosaico 2 - Cariacica 99
Figura 54 – Mosaico 3 - Serra 102
Figura 55 – Mosaico 4 – Região Costeira de Guarapari e Vila Velha 106
Figura 56 – Articulação dos Mosaicos 1, 2, 3 e 4 108
Figura 57 – Índice de Prioridade de Restauração Florestal para Segurança Hídrica (IPRH) para a RMGV 114
Figura 58 – Mosaico Regional 1 – Costa de Aracruz-Serra 117
Figura 59 – Mosaico Regional 2 – Região Serrana de Fundão Santa Teresa 121
Figura 60 – Mosaico Regional 3 - Anchieta 123
Figura 61 – Área de abrangência dos comitês em atividade na Região Metropolitana da Grande Vitória. 133
Figura 62 – Delimitação das Unidades de Planejamento da BH do Rio Jucu. 135
Figura 63 – Delimitação das Unidades de Planejamento da BH do Rio Santa Maria da Vitória. . 142
Figura 64 – Delimitação da BH do Rio Benevente. 147
Figura 65 – Delimitação da RH Litoral Centro-Norte. 153
Figura 66 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Vitória 173
Figura 67 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Vila Velha. 174
Figura 68 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Cariacica. 175
Figura 69 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Serra. 176
Figura 70 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Fundão. 177
Figura 71 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Guarapari. 178
Figura 72 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Viana 179
Figura 73 – Exigência de qualidade de água quanto às classes de enquadramento. 184
Figura 74 – Classes de qualidade da água e seus diferentes usos, segundo o que preconiza a Resolução CONAMA n.º 357/2005. 184
Figura 75 – Enquadramento dos corpos hídricos presentes nas BH em estudo na RMGV. 186

Figura 76 – Enquadramento dos corpos hídricos mais próximos à região da Baía de Vitória. 187
Figura 77 – Espacialização das estações de monitoramento da qualidade de água. 195
Figura 78 – Espacialização dos resultados médios gerais do IQA para o período de estudo. 200
Figura 79 – Espacialização dos resultados médios gerais do IQA referente ao período de 2007 a 2020 para as regiões a jusante das BH dos Rios Jucu e Santa Maria da Vitória. 201
Figura 80 – Resultados médios gerais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO_2/L). 205
Figura 81 – Resultados médios gerais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO_2/L). 209
Figura 82 – Resultados médios gerais de Oxigênio Dissolvido no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO_2/L). 213
Figura 83 – Resultados médios gerais de Oxigênio Dissolvido no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO_2/L). 215
Figura 84 – Resultados médios gerais de Sólidos Totais no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L). 219
Figura 85 – Resultados médios gerais de Sólidos Totais no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L). 222
Figura 86 – Resultados médios gerais de Turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em UNT). 226
Figura 87 – Resultados médios gerais de Turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em UNT). 229
Figura 88 – Resultados médios gerais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L). 233
Figura 89 – Resultados médios gerais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L). 236
Figura 90 – Resultados médios gerais de Coliformes Termotolerantes no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em NMP/100 mL). 240
Figura 91 – Resultados médios gerais de Coliformes Termotolerantes no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em NMP/100 mL). 243
Figura 92 - Mapas geomorfológicos para Região Metropolitana da Grande Vitória. 249
Figura 93 - Unidades litológicas da Região Metropolitana da Grande Vitória. 254
Figura 94 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Cariacica. 257
Figura 95 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Fundão. 260
Figura 96 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Guarapari. 263
Figura 97 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Serra. 266
Figura 98 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Viana. 269
Figura 99 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Vila Velha. 272
Figura 100 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Vitória. 275
Figura 101 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Cariacica. 279
Figura 102 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Fundão. 282
Figura 103 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Guarapari. 285
Figura 104 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Serra. 288
Figura 105 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Viana. 291
Figura 106 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Vila Velha. 294
Figura 107 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Vitória. 297

Figura 108 – Arranjo Populacional de Vitória/ES – Metrópole (1C). 299
Figura 109 – Evolução da Mancha urbana da RMGV entre as décadas de 1970 e 2013..... 303
Figura 110 – Dados básicos dos municípios da RMGV – área do município (km²), população (número de habitantes) e densidade demográfica (hab./km²). 306
Figura 111 – Localização da Quadra Empresarial de Fundão..... 308
Figura 112 – Localização dos Polos Empresariais Públicos e Privados de Serra..... 309
Figura 113 – Localização dos Polos de Vila Velha e Santa Inês..... 310
Figura 114 – Localização dos Polos Industrial de Guarapari..... 312
Figura 115 – UTAPs inseridas na RMGV..... 313
Figura 116 – Uso e cobertura do solo nas 32 UTAPs..... 317
Figura 117 – Uso e cobertura do solo na porção da 32 UTAPs inserida na RMGV..... 319
Figura 118 – Bacia do Rio Preto (UTAP 1)..... 322
Figura 119 – Bacia do Rio Preto (UTAP 1)..... 324
Figura 120 – Bacia do Rio Preto (UTAP 1) porção inserida na RMGV..... 325
Figura 121 – Bacia do Rio Fundão (UTAP 2). 326
Figura 122 – Bacia do Rio Fundão (UTAP 2). 328
Figura 123 – Bacia do Rio Fundão (UTAP 2) porção inserida na RMGV. 329
Figura 124 – Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3). 330
Figura 125 – Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3). 332
Figura 126 – Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3) porção inserida na RMGV..... 333
Figura 127 – Bacia do Rio Reis Magos (UTAP 4) 334
Figura 128 – Bacia do Rio Reis Magos (UTAP 4). 335
Figura 129 – AED Preto/Reis Magos (UTAP 5)..... 336
Figura 130 – Distribuição de usos e ocupação do solo na AED Preto/Reis Magos (UTAP 5)..... 338
Figura 131 – Bacia do Córrego Joãozinho (UTAP 6)..... 339
Figura 132 – Bacia do Córrego Joãozinho (UTAP 6)..... 341
Figura 133 – AED Joãzinho/Juara (UTAP 7)..... 342
Figura 134 – AED Joãzinho/Juara (UTAP 7)..... 344
Figura 135 – Bacia do Ribeirão Juara (UTAP 8). 345
Figura 136 – Bacia do Ribeirão Juara (UTAP 8) 347
Figura 137 – AED Juara/Maringá (UTAP 9). 348
Figura 138 – AED Juara/Maringá (UTAP 9) 350
Figura 139 – Bacia do Córrego Maringá (UTAP 10)..... 351
Figura 140 – Bacia do Córrego Maringá (UTAP 10)..... 353
Figura 141 – Bacia do Córrego Manguinhos (UTAP 11) 354
Figura 142 – Bacia do Córrego Manguinhos (UTAP 11). 356
Figura 143 – AED Manguinhos/Pelado (UTAP 12)..... 357
Figura 144 – AED Manguinhos/Pelado (UTAP 12)..... 359
Figura 145 – Bacia do Córrego Pelado (UTAP 13)..... 360
Figura 146 – Bacia do Córrego Pelado (UTAP 13)..... 362
Figura 147 – AED Ilha de Vitória/Pelado (UTAP 14). 363
Figura 148 – AED Ilha de Vitória/Pelado (UTAP 14). 365
Figura 149 Bacia do Rio Santa Maria de Victoria (UTAP 15 – 1/3) 366
Figura 150 – Bacia do Rio Santa Maria de Victoria (UTAP 15 – 2/3)..... 367
Figura 151 – Bacia do Rio Santa Maria de Victoria (UTAP 15 – 3/3)..... 368
Figura 152 – Bacia do Rio Santa Maria (UTAP 15). 369
Figura 153 – Bacia do Rio Santa Maria (UTAP 15) porção inserida na RMGV. 370
Figura 154 – AED Ilha de Vitória (UTAP 16). 371
Figura 155 – AED Ilha de Vitória (UTAP 16). 372
Figura 156 – AED Canal de Vitória (UTAP 17)..... 373
Figura 157 – AED Canal de Vitória (UTAP 17)..... 375
Figura 158 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18)..... 376

Figura 159 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) – Braço Norte 1/2. 377
Figura 160 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) – Braço Norte 2/2. 378
Figura 161 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) – Braço Sul. 379
Figura 162 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18). 381
Figura 163 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) porção inserida na RMGV. 382
Figura 164 – Bacia do Rio Formate (UTAP 19). 383
Figura 165 – Bacia do Rio Formate (UTAP 19). 385
Figura 166 – Bacia do Rio Marinho (UTAP 20). 386
Figura 167 – Bacia do Rio Marinho (UTAP 20). 388
Figura 168 – AED Jucú (UTAP 21) 389
Figura 169 – AED Jucú (UTAP 21) 390
Figura 170 – AED Jucú/Una (UTAP 22) 391
Figura 171 – AED Jucú/Una (UTAP 22). 393
Figura 172 – Bacia do Rio Una (UTAP 23) 394
Figura 173 – Bacia do Rio Una (UTAP 23) 396
Figura 174 – AED Una/Perocão (UTAP 24). 397
Figura 175 – AED Una/Perocão (UTAP 24). 399
Figura 176 – Bacia do Rio Perocão (UTAP 25). 400
Figura 177 – Bacia do Rio Perocão (UTAP 25). 402
Figura 178 – AED Perocão/Jabuti (UTAP 26) 403
Figura 179 – AED Perocão/Jabuti (UTAP 26). 405
Figura 180 – Bacia do Rio Jabuti (UTAP 27). 406
Figura 181 – Bacia do Rio Jabuti (UTAP 27). 407
Figura 182 – AED Jabuti/Meaípe (UTAP 28). 408
Figura 183 – AED Jabuti/Meaípe (UTAP 28). 410
Figura 184 – Bacia do Rio Meaípe (UTAP 29). 411
Figura 185 – Bacia do Rio Meaípe (UTAP 29). 413
Figura 186 – AED Meaípe/Benevente (UTAP 30). 415
Figura 187 – AED Meaípe/Benevente (UTAP 30). 417
Figura 188 – AED Meaípe/Benevente (UTAP 30) porção inserida na RMGV. 418
Figura 189 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31). 419
Figura 190 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31). 420
Figura 191 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31). 422
Figura 192 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31) porção inserida na RMGV. 423
Figura 193 – AED Benevente (UTAP 32). 424
Figura 194 – AED Benevente (UTAP 32). 425
Figura 195 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's urbanas – usos não conformes por ocupação de assentamento subnormal ao longo das margens do Rio Itanguá no município de Cariacica. 427
Figura 196 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's urbanas – usos não conformes ao longo do Rio Jacaraípe no Município de Serra. 427
Figura 197 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's rurais – usos não conformes por ocupação das margens por pastagens na bacia do Rio Xuri, município de Vila Velha. 428
Figura 198 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's rurais – usos não conformes por ocupação das margens por pastagens e solo exposto e erodido na bacia do Córrego Cachoeira Putiri, município de Serra. 428
Figura 199 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água e manguezal ocupando as APP's urbanas – usos não conformes na bacia do Rio Aribiri no município de Vila Velha. 428
Figura 200 – Exemplos de áreas adjacentes a restinga arbustiva arbórea ocupando a APP urbana – usos não conformes na área de escoamento difuso Jucu/Una, no município de Guarapari. 428
Figura 201 – Áreas Sujeitas aos Riscos de Desastres Naturais na RMGV 429

Figura 202 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas. 430
Figura 203 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas. 430
Figura 204 – Identificação de usos não conformes em áreas mais urbanizadas. 431
Figura 205 – Identificação de usos não conformes em áreas mais urbanizadas. 431
Figura 206 – Identificação de usos não conformes em áreas mais urbanizadas. 432
Figura 207 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas. 432
Figura 208 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas. 433
Figura 209 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas. 433
Figura 210 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas. 434
Figura 211 - Exemplo de modelo integrado, Hong Kong. 446
Figura 212 - Grade deslocada para fluxo instável do canal ou fluxo da tubulação. 452
Figura 213 - *Grade deslocada para simulações de fluxo 2D.* 460
Figura 214 - Simulação do SOBEK para um fluxo em canal íngreme (degraus). 462
Figura 215 - Layout de um experimento de rompimento instantâneo de barragem. 463
Figura 216 - *Visualização (de cima) dos resultados numéricos do esquema de Equações (23), (24) e (25) na porção inferior da figura, comparados com o vídeo do monitoramento das medições no modelo físico (porção superior).* 464
Figura 217 - Comparação da frente de onda medida e calculada. 465

ACRÔNIMOS

ABEP – Associação Brasileira de Empresas e Pesquisas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

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

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos

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

AMUNES - Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo

ANA – Agência Nacional de Águas

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

BDI – Bonificações e Despesas Indiretas

CEF – Caixa Econômica Federal

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CM – Coeficiente de Miscigenação

CN – Curve Number

CNUC - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação

COMDETIV – Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONREMA - Conselho Regional de Meio Ambiente

CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

CPL – Coeficiente de Planejamento de Lideranças

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

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

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FAMOPES – Federação de Associações de Moradores e dos Movimentos Populares do Estado do Espírito Santo

FINDES – Federação das Indústrias do Espírito Santo

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

GNSS – Global Navigation Satellite System

GS – Grupo de Sustentação

GTA – Grupo Técnico de Acompanhamento

GTC – Grau de Capacidade Técnica

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF – Intensidade – Duração – Frequência

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves

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

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ITUFES – Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo

LABOR – Laboratório de Orçamentos

LDO – Lei de Diretrizes Orçamentárias

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDT - Modelo Digital do Terreno

NTRIP – Networked Transport of RCTM via Internet Protocol

ONG – Organização Não Governamental

OSC – Organizações da Sociedade Civil

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

PMBok – Project Management Body of Knowledge

PMI – Project Management Institute

PMS – Plano de Mobilização Social

PMS – Plano de Mobilização Social

PPA – Planejamento Plurianual

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

RTCM – Radio Technical Commission for Maritime Services

SCS – Soil Conservation Service

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

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

SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras

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

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

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamento

TCU – Tribunal de Contas da União

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

UTAP – Unidades Territoriais de Análise e Planejamento

UTM – Universal Transversa de Mercator

UVV - Universidade de Vila Velha

APRESENTAÇÃO

O Consórcio Tetra Tech - CONCREMAT apresenta à Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) o Produto P4.1 - Diagnóstico Prévio do Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana de Vitória (PDAU-RMGV), objeto do Contrato n° 0006/2020.

O Termo de Referência anexo ao Edital SDP Nº 005/2019 SEDURB 1G2 do Comitê Diretivo do Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem - Projeto BIRD Empréstimo Nº 8355 – BR, o PDAU-RMGV, prevê a produção de onze produtos (P1 à P11) destinados a fornecer diretrizes integradas para a gestão das águas urbanas dos sete municípios que compõem a RMGV: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

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 3/02/2020), em comum acordo com a CESAN o PDAU-RMGV foi subdividido em dois módulos de trabalho: Módulo 1 (M1), que compreende os serviços realizados à distância, e Módulo 2 (M2) que inclui os serviços realizados presencialmente mais os serviços decorrentes destes, conforme apresentado no Plano de Trabalho Consolidado (Produto P1).

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

- P1: Plano de Trabalho Consolidado (M1)
- P2: Base Georreferenciada de Dados (M1)
- P3.1: Levantamento de Dados e Informações Secundárias (M1)
- P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias (M2)
- P4.1: Diagnóstico Físico Prévio (M1)
- P4.2: Diagnóstico Físico Final (M2)
- P5: Diagnóstico das Medidas Não Estruturais (M2)
- 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 (M2)

1. INTRODUÇÃO

O Diagnóstico Prévio das bacias hidrográficas da RMGV tem o objetivo de apresentar um quadro geral das condições ambientais atuais dessas bacias, e os impactos produzidos sobre os corpos hídricos pelas ações antrópicas.

Tratando-se de um trabalho do Módulo 1, realizado ainda na fase de isolamento social, as análises foram efetuadas com dados secundários de acesso público, disponíveis na internet, e dados coletados junto às prefeituras e demais entidades pertinentes ao PDAU-RMGV.

Para a realização desta fase do diagnóstico foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e de modelagem hidrológica-hidráulica tendo como entrada os dados coletados até o momento. Como o processo de coleta de dados e informações ainda está em andamento, as análises e as conclusões aqui apresentadas ainda serão refinadas no decorrer do PDAU-RMGV. Não devem, portanto, ser interpretadas como definitivas.

De forma geral os dados disponíveis já mostram o alto nível de complexidade do sistema de drenagem da planície litorânea, que apresenta relevo plano e sofre os efeitos das marés. Os estudos dessa parcela do território, portanto, merecerá um tratamento atento nas próximas etapas do trabalho para que seja capaz de diagnosticar com fidelidade os intrincados fenômenos de inundação que ali ocorrem e embasar as soluções propostas no PDAU-RMGV.

A partir dos dados adquiridos até a elaboração deste produto, serão identificados os dados primários que serão coletados por meio de levantamentos de campo no Módulo 2 do PDAU.

Além desta introdução, este relatório é organizado nos seguintes capítulos:

- Capítulo 2: Diagnóstico de Inundações Urbanas
- Capítulo 3: Meios Físicos, Biológicos e Socioeconômicos
- Capítulo 4: Considerações finais
- Capítulo 5: Referências
- Anexo A: Descrição do Modelo SOBEK

2. DIAGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES URBANAS

2.1. ESTUDO HIDROLÓGICO E MAREGRÁFICO

Nessa etapa de desenvolvimento do diagnóstico, avaliou-se a disponibilidade de dados horários de estações automáticas situadas em cada bacia hidrográfica da RMGV, sua localização e sua consistência com objetivo de simular hidraulicamente eventos ocorridos nas bacias onde estão inseridos os sete municípios da RMGV: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

A metodologia utilizada é descrita nos tópicos a seguir.

2.1.1. ANÁLISE E CONSISTÊNCIA DE DADOS HIDROLÓGICOS

Os dados pluviométricos e fluviométricos coletados nas redes de monitoramento podem apresentar inconsistências inerentes ao processo de amostragem e falhas diversas de equipamentos, requerendo uma análise prévia de consistência, antes da utilização nos estudos hidrológicos. Além disso, algumas aplicações requerem a homogeneidade temporal das séries de registros de dados, acarretando a necessidade de preenchimento de falhas e extensão de períodos históricos.

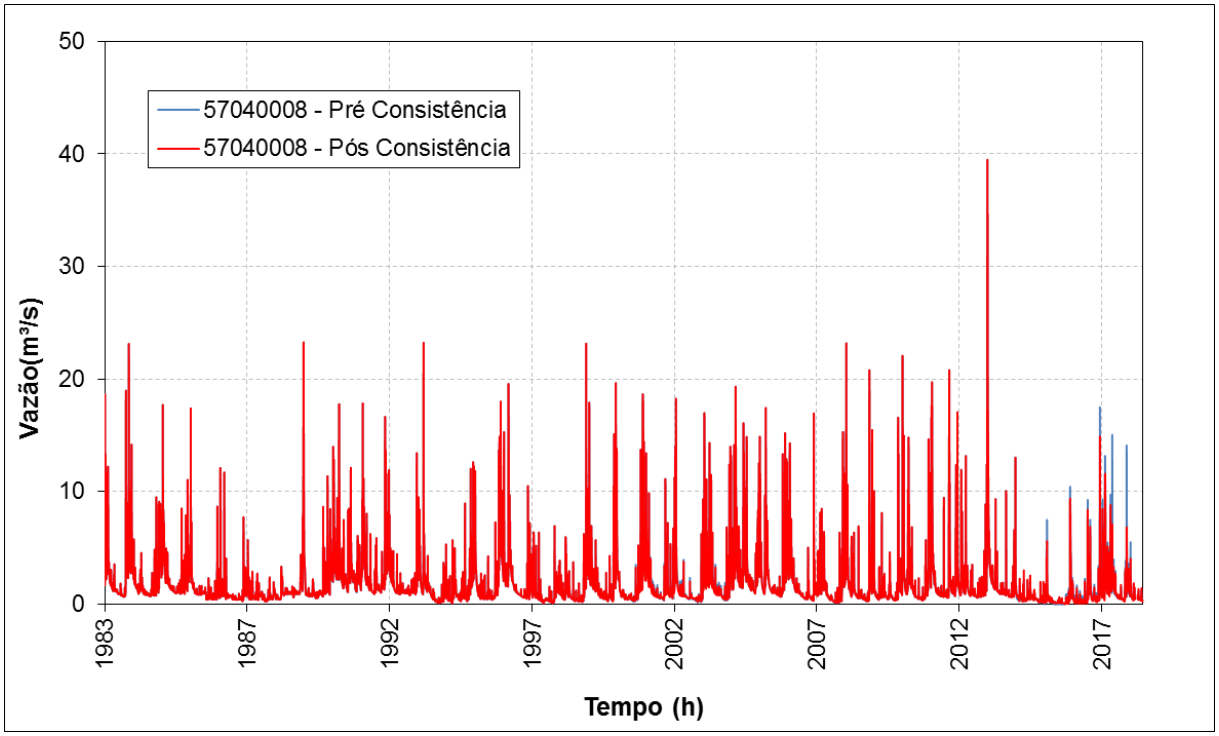
Os dados das estações de monitoramento existentes, utilizadas nessa etapa, passaram, portanto, por um processo de análise e consistência de dados antes de sua utilização.

O tratamento dos dados pluviométricos se deu com a verificação da homogeneidade das séries, comparando e correlacionando estações relativamente próximas e o ajuste entre os dados disponíveis.

O tratamento dos dados fluviométricos se deu com a verificação da curva-chave, analisando a dispersão dos pontos de medição de descarga líquida e suas tendências, sendo ajustada quando necessária, gerando uma nova vazão para o período e identificando erros grosseiros de leitura.

Entre as estações estudadas (ver Quadro 1), a estação Valsugana Velha–Montante (57040008) apresentava consistência de curva-chave até dezembro de 2014, sendo assim foi realizado um ajuste de curva-chave através dos dados existentes de descarga líquida após 2014. A Figura 1 mostra o hidrograma pré consistência e pós consistência.

Figura 1 – Análise de Consistência da Estação Valsugana Velha - Montante (57040008)



2.1.2. DISPONIBILIDADE DE DADOS HORÁRIOS

Visando simular eventos históricos de cheias nas bacias da RMGV, avaliou-se a disponibilidade de dados de precipitação e vazão para um mesmo período, dando preferência para estações com registro horário para melhores resultados.

Conforme mencionado no relatório de Levantamento de Dados e Informações Secundárias – P3.1 foram encontradas nas bacias nas quais a RMGV está inserida, 93 estações de monitoramento, sendo 55 fluviométricas e 38 pluviométricas, no entanto apenas 9 apresentam dados fluviométricos e 32 apresentam dados pluviométricos horários.

Para cada bacia hidrográfica da RMGV de 1ª ordem, considerou-se a estação fluviométrica com disponibilidade de dados horários mais próximo da RMGV, sendo feita, caso necessário, a regionalização de sua série de vazões para o ponto de entrada da RMGV.

A regionalização, quando necessária, se deu através da correlação entre áreas de drenagem dentro da mesma bacia, visto que as regiões a montante da RMGV apresentam homogeneidade.

A série de vazão obtida foi considerada como vazão de base do modelo. Na região da RMGV, considerou-se, para o mesmo evento crítico, a utilização de dados pluviométricos horários, que são

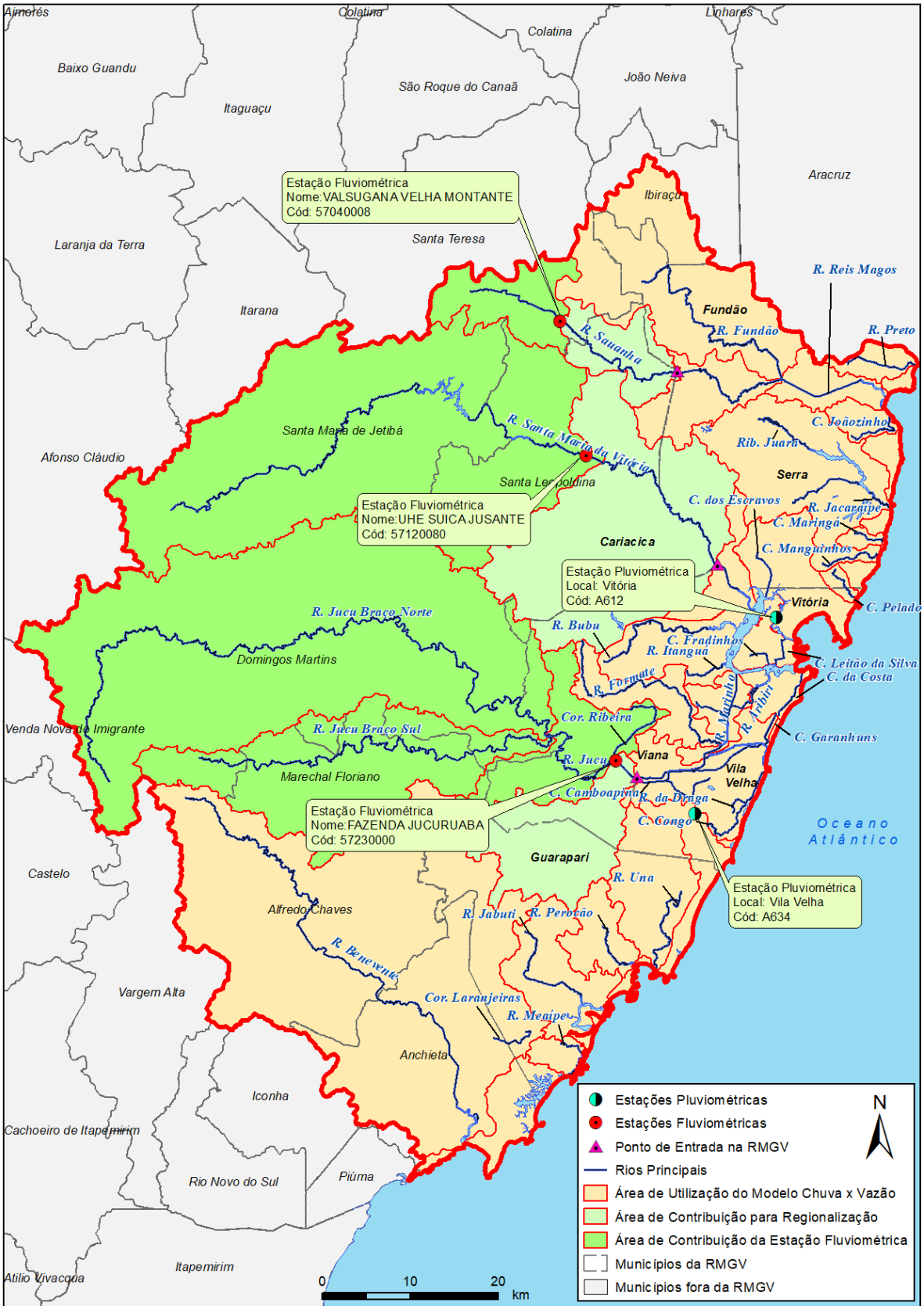
os apropriados para o modelo chuva-vazão. Para as bacias de menor porte, no caso de ausência de dados fluviométricos, considerou-se somente a utilização de dados pluviométricos.

O Quadro 1 apresenta as estações consideradas como base para cada bacia da RMGV e a Figura 2 apresenta esquematicamente as considerações mencionadas anteriormente.

Quadro 1 - Estações utilizadas nos estudos hidrológicos

Bacia	Estação Fluviométrica	Estação Pluviométrica	Evento Selecionado
Rio Santa Maria da Vitória	57120080	A612	02/03/2020
Rio Jucu	57230000	A634	03/12/2017
Rio Reis Magos	-	A612	02/03/2020
Córrego Joãozinho	-	A612	02/03/2020
Córrego Manguinhos	-	A612	02/03/2020
Córrego Maringá	-	A612	02/03/2020
Córrego Pelado	-	A612	02/03/2020
Ribeirão Juara	-	A612	02/03/2020
Ribeirão Sauanha	57040008	1940010	21/12/2013
Rio Formate	-	A612	02/03/2020
Rio Fundão	-	A612	02/03/2020
Rio Jabuti	-	A634	03/12/2017
Rio Marinho	-	A612	02/03/2020
Rio Meaípe	-	A634	03/12/2017
Rio Perocão	-	A634	03/12/2017
Rio Preto	-	A612	02/03/2020
Rio Una	-	A634	03/12/2017

Figura 2 – Estações fluviométricas adotadas para as bacias da RMGV.



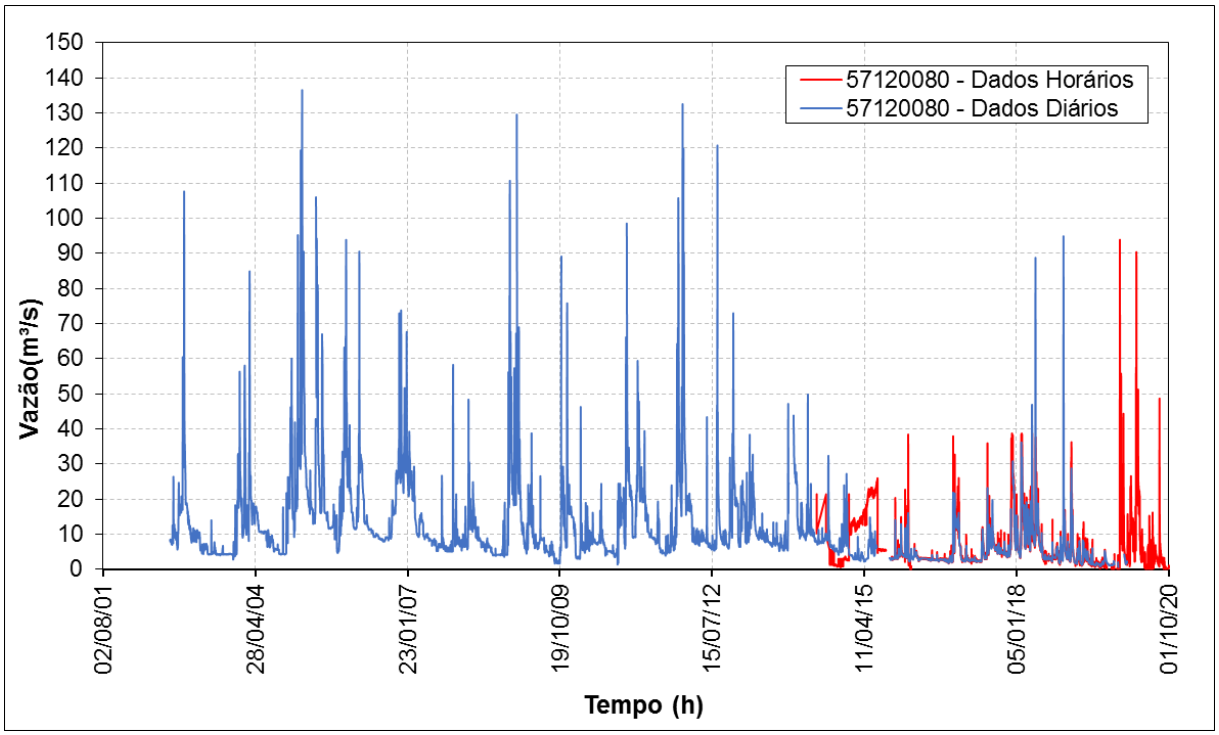
A seguir são apresentados os hidrogramas de cada bacia de acordo com a disponibilidade de dados:

- Santa Maria da Vitória

Para a bacia do Rio Santa Maria da Vitória utilizou-se os dados fluviométricos da estação UHE Suíça Jusante (57120080), pois ela possuía dados diários e horários de medição de vazão.

O hidrograma da série histórica de vazões é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Hidrograma da estação UHE Suíça Jusante (57120080)



Através da figura acima, nota-se a existência de um período de inconsistência de dados horários com os dados médios diários, com isso esse período não foi considerado nessa etapa. Ainda de acordo com o hidrograma os períodos posteriores a 01/01/2016 apresentam boa correlação, sendo as diferenças justificadas por uma série apresentar a média diária e outra a média horária.

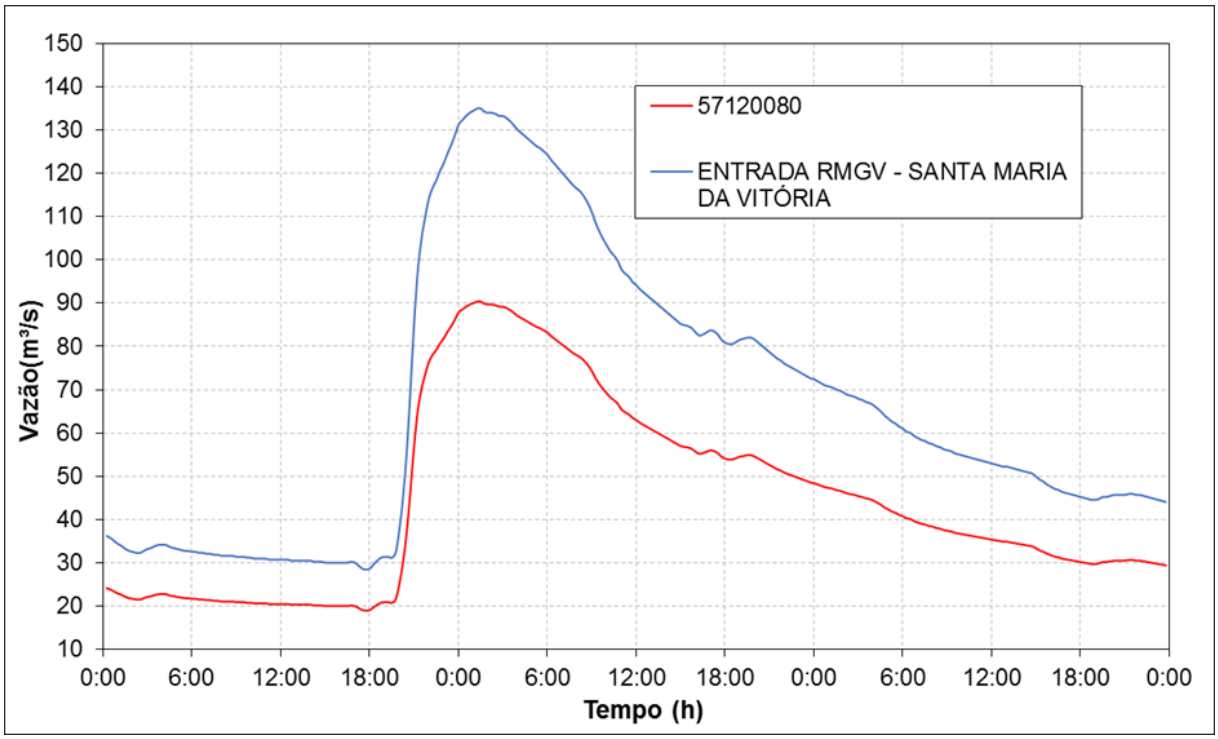
Foi selecionado para a referida bacia o evento do dia 02/03/2020, visto que se trata de um período recente, e, por isso pode ser útil para a calibração do modelo.

Considerou-se a vazão do evento selecionado, realizando a regionalização da mesma através da correlação das áreas de drenagem para o ponto de entrada da RMGV, visto que a região contida a

jusante da estação UHE Suíça Jusante (57120080) até a entrada da RMGV apresenta características similares a da região de contribuição a montante da estação.

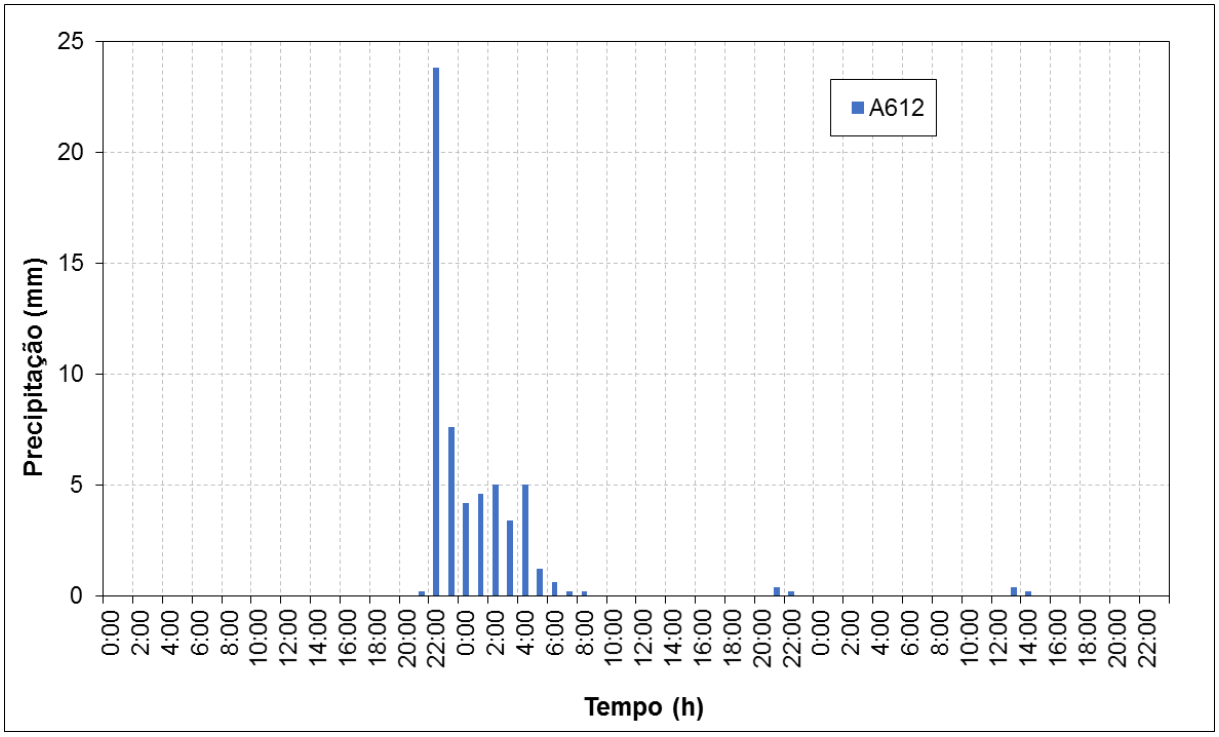
A Figura 4 apresenta o hidrograma do evento selecionado, para a estação e para a entrada da RMGV.

Figura 4 – Hidrograma do evento do dia 02/03/2020, selecionado da estação UHE Suíça Jusante (57120080)



Com isso, para o mesmo período selecionado, utilizou-se o registro horário de precipitação da estação Vitória (A612) para desenvolvimento de um modelo chuva x vazão, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Pluviograma do evento do dia 02/03/2020, selecionado da estação Vitória (A612)

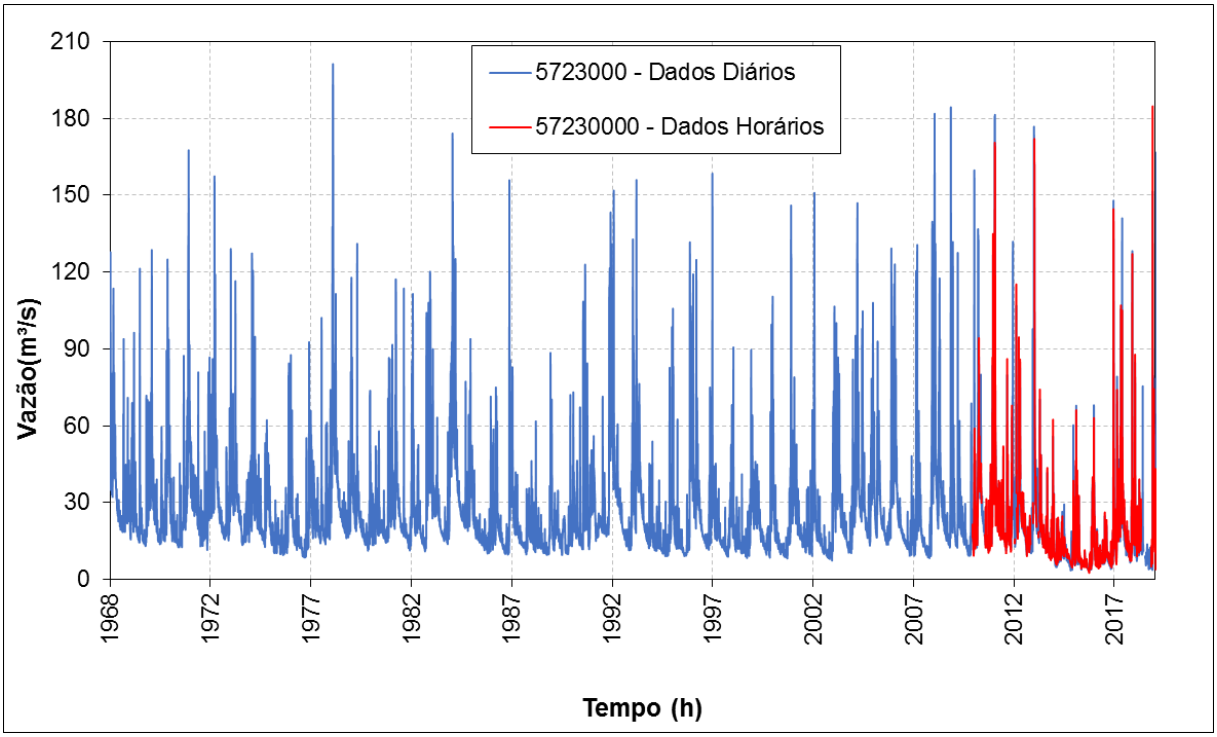


- Jucu

Para a bacia do Rio Jucu utilizou-se os dados fluviométricos da estação Jucuruaba (57230000), pois possui dados diários e horários de medição de vazão.

O hidrograma da série histórica de vazões é apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Hidrograma da estação Jucuruaba (57230000)



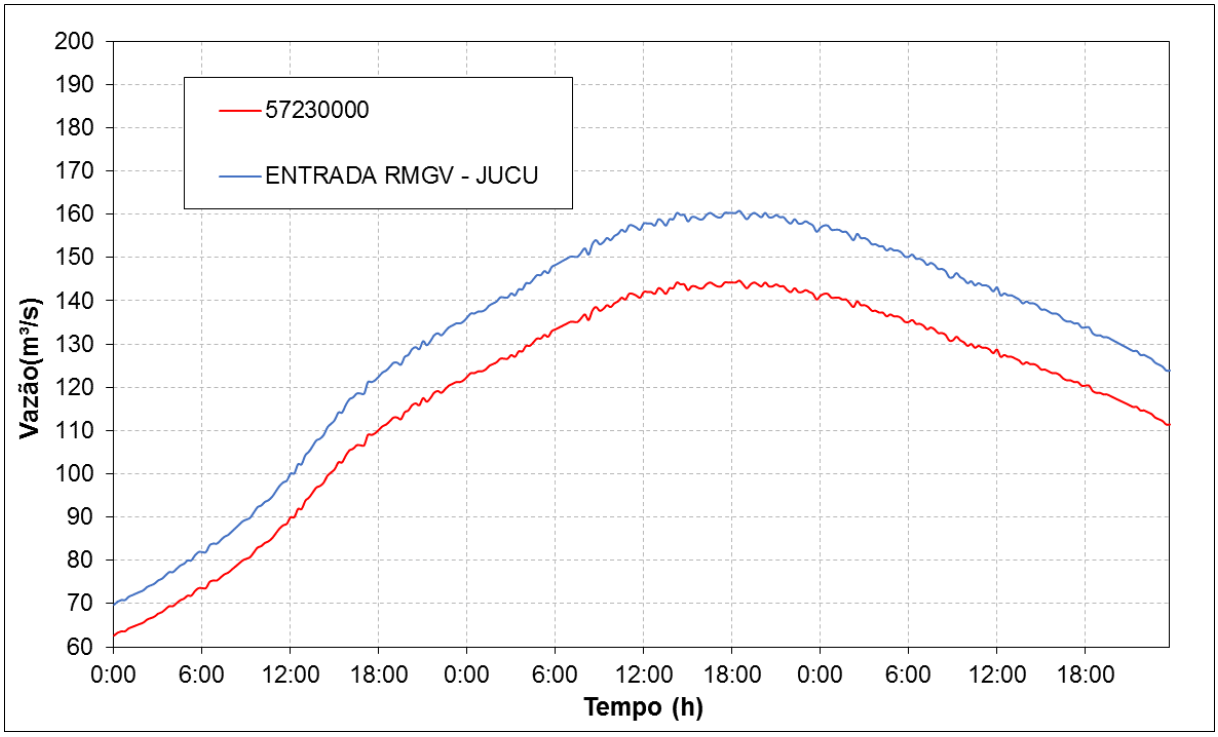
Através da figura acima, nota-se a existência de boa correlação entre as medições, sendo as diferenças justificadas por uma série apresentar a média diária e outra a média horária.

Foi selecionado para a referida bacia o evento do dia 03/12/2017, pois a estação pluviométrica com registro horário utilizado não possui dados em alguns eventos críticos mais recentes, porém o período pode ser considerado recente.

Considerou-se a vazão do evento selecionado, realizando a regionalização da mesma através da correlação das áreas de drenagem para o ponto de entrada da RMGV, visto que a região contida a jusante da estação Jucuruaba (57230000) até a entrada da RMGV apresenta características similares a da região de contribuição a montante da estação.

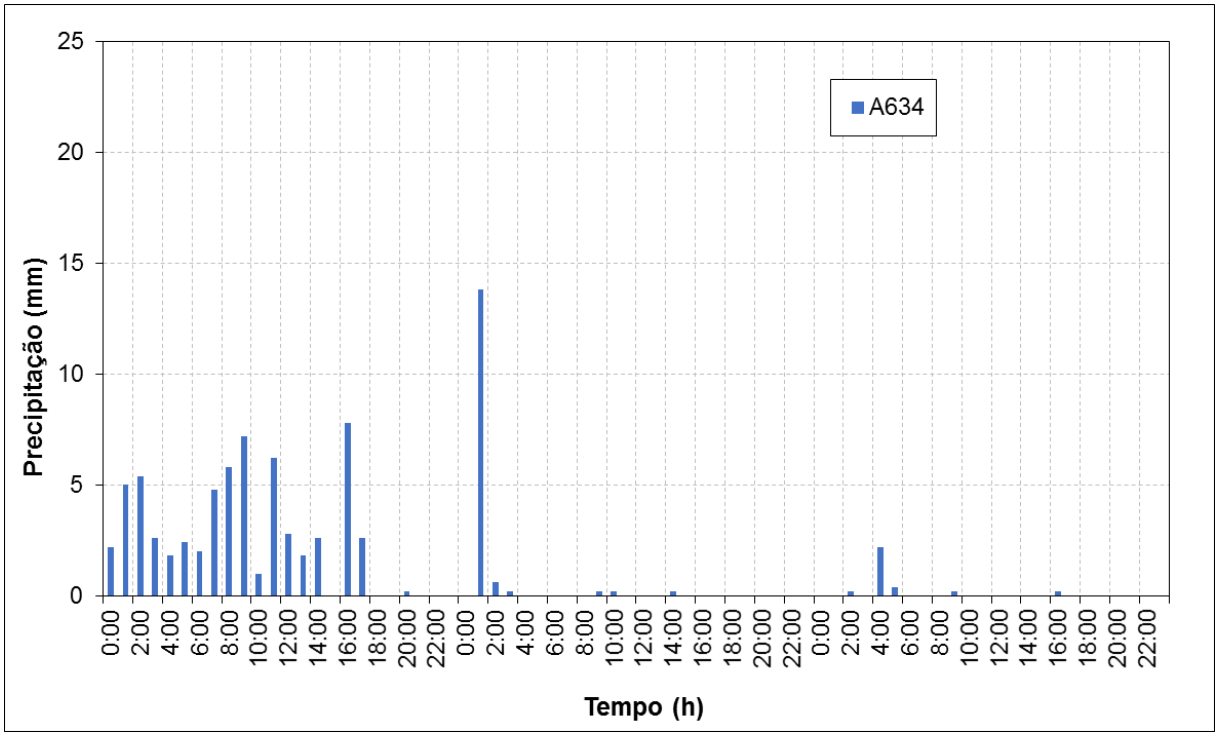
A Figura 7 apresenta o hidrograma do evento selecionado, para a estação e para a entrada da RMGV.

Figura 7 – Hidrograma do evento do dia 03/12/2017, selecionado da estação Jucuruaba (571230000)



Com isso, para o mesmo período selecionado, utilizou-se o registro horário de precipitação da estação Vila Velha (A634) para desenvolvimento de um modelo chuva x vazão, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Pluviograma do evento do dia 03/12/2017, selecionado da estação Vila Velha (A634)

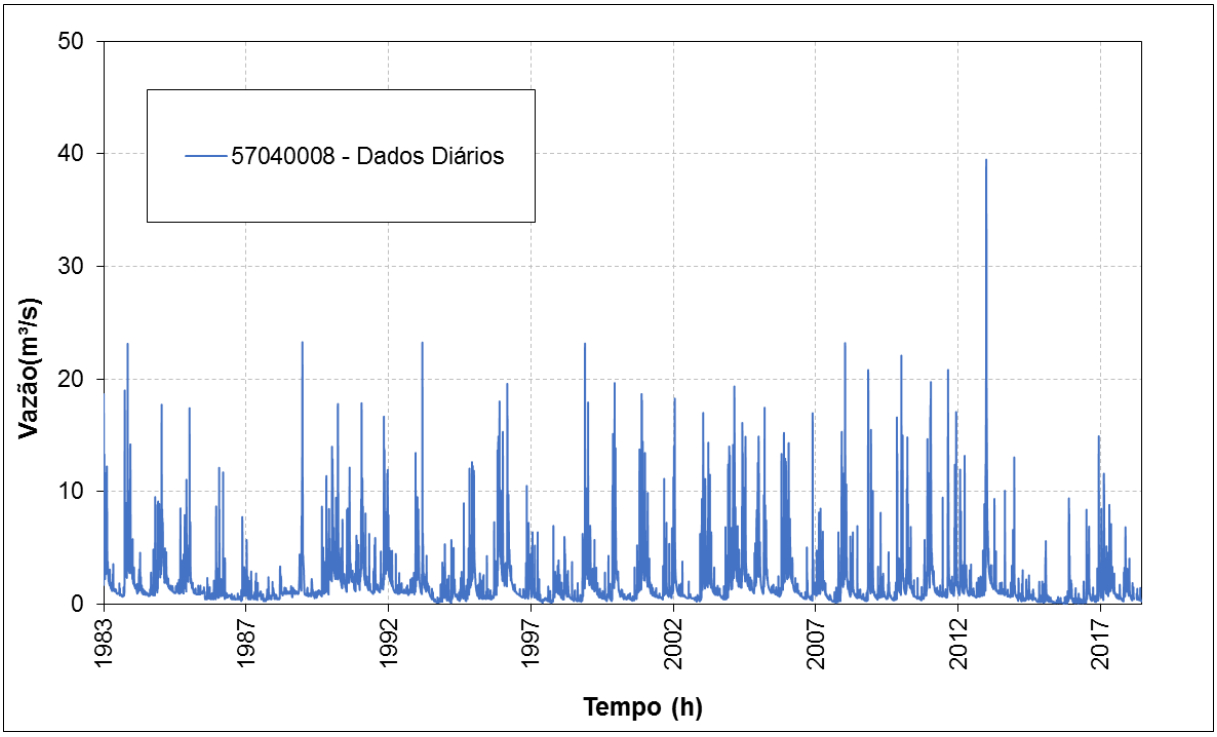


- Reis Magos

Para a bacia do Rio Reis Magos, utilizou-se os dados fluviométricos da estação Valsugana Velha – Montante (57040008), localizada no rio Timbui pois a mesma apesar de estar localizada em um afluente do Rio Reis Magos é a única estação mais a jusante que possuí dados diários de medição de vazão. Nessa bacia não foram encontradas estações fluviométricas com registro horário de vazões.

O hidrograma da série histórica de vazões é apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Hidrograma da estação Valsugana Velha – Montante (57040008)

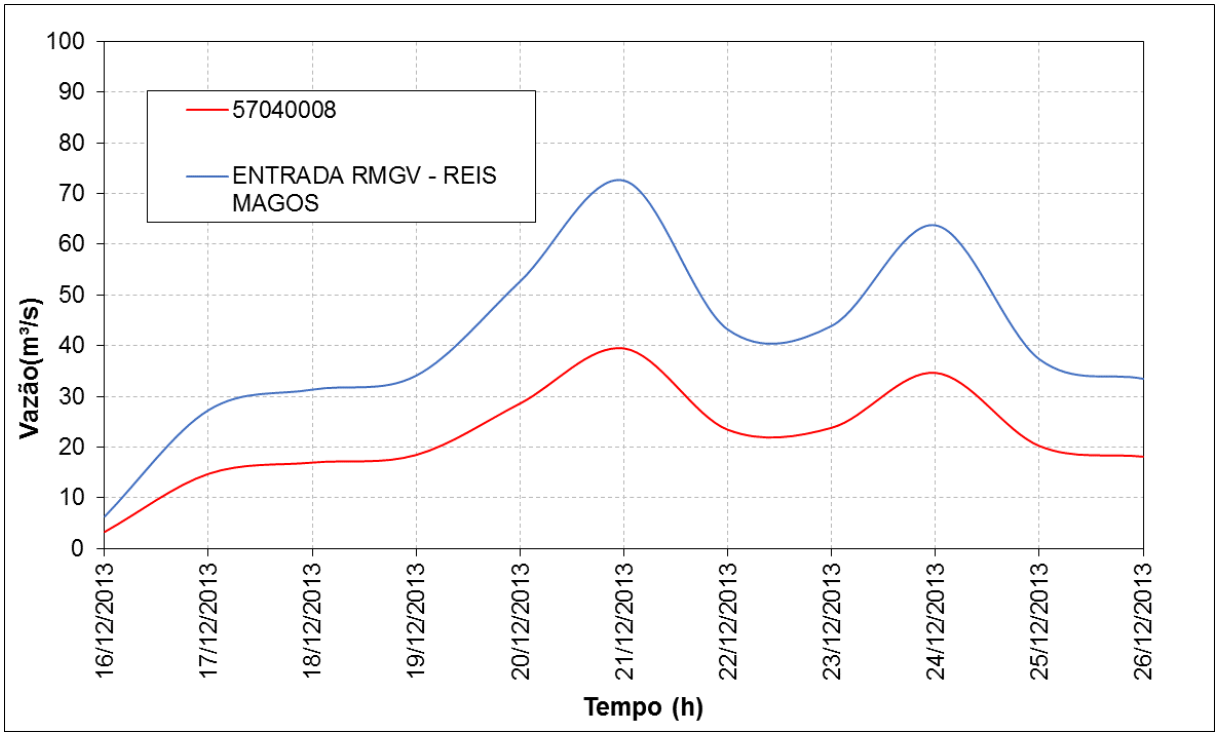


Foi selecionado para a referida bacia o evento do dia 21/12/2013, pois trata-se da maior vazão da série e há disponibilidade de dados pluviométricos horários.

Considerou-se a vazão do evento selecionado, realizando a regionalização da mesma através da correlação das áreas de drenagem para o ponto de entrada da RMGV, visto que a região contida a jusante da estação Valsugana Velha – Montante (57040008) até a entrada da RMGV apresenta características similares a da região de contribuição a montante da estação.

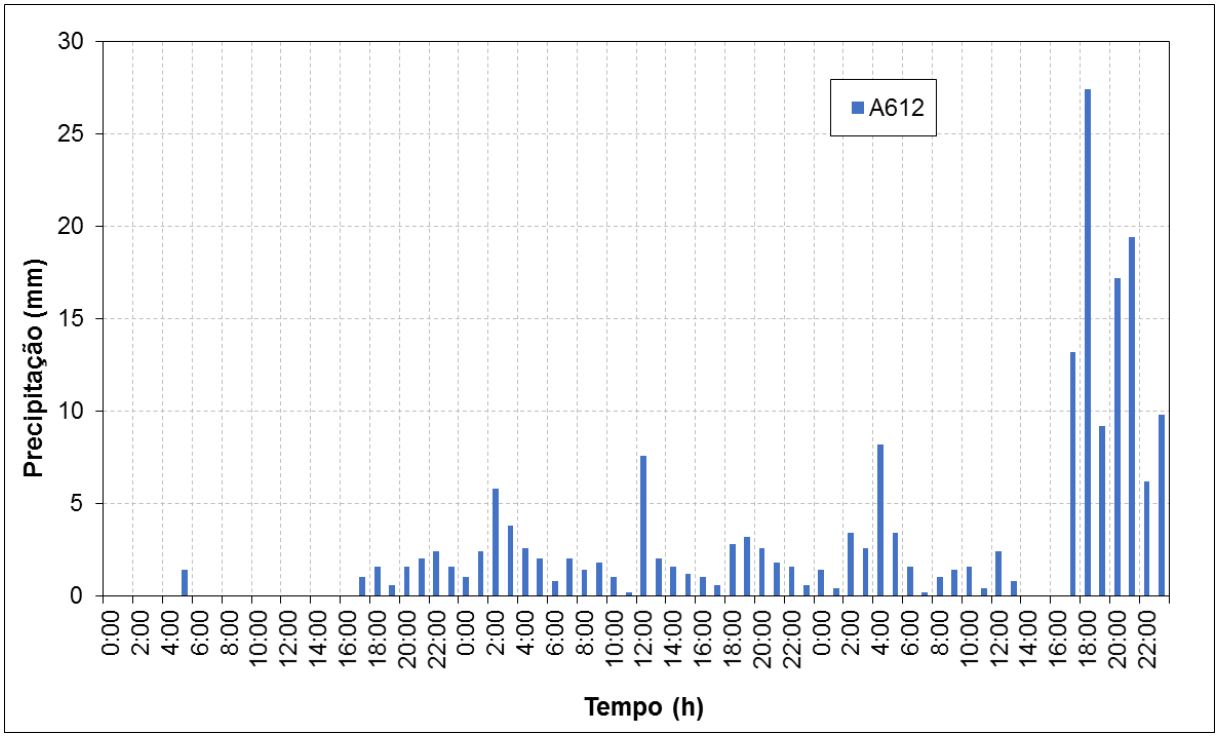
A Figura 10 apresenta o hidrograma do evento selecionado, para a estação e para a entrada da RMGV.

Figura 10 – Hidrograma do evento do dia 21/12/2013, selecionado da estação Jucuruaba (571230000)



Com isso, para o mesmo período selecionado, utilizou-se o registro horário de precipitação da estação Vitória (A612) para desenvolvimento de um modelo chuva x vazão, conforme apresentado na Figura 11.

Figura 11 – Pluviograma do evento do dia 21/12/2013, selecionado da estação Vitória (A612)



2.2. ESTUDO MAREGRÁFICO

2.2.1. ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR

Para o desenvolvimento da modelagem hidrológica, envolvendo a região litorânea, foram realizadas análises visando reproduzir cenários críticos de precipitação ocorridos na região de estudo e, também, determinar a elevação máxima do nível do mar para as condições de máximas marés astronômica e meteorológica.

A maré meteorológica está relacionada às variações do Nível Médio do Mar (NMM) produzidas por eventos meteorológicos tais como passagem de sistemas frontais.

Estas análises fornecem uma compreensão do comportamento da elevação do nível do mar na região, bem como, estabelecem os maiores valores possíveis de ocorrer.

Os máximos valores de elevação são utilizados, também e principalmente, como forçante na borda de jusante do modelo (interface com o mar).

Para os dados de maré astronômica forma utilizadas as constantes harmônicas de maré fornecida pela FEMAR (Fundação de Estudos do Mar).

A FEMAR (2000) disponibiliza online um catálogo de estações maregráficas brasileiras com 281 tabelas ao longo dos 17 estados litorâneos brasileiros. As tabelas da FEMAR contêm as seguintes

informações: nome de cada estação; localização (Latitude, Longitude); organização responsável pelo marégrafo; período analisado; o método utilizado na análise harmônica; a classificação da maré; nível médio do mar; médias das preamares e baixa-mares; quantidade de componentes analisadas; referencias de nível; observações do local e os valores de amplitude e fase para 30 componentes harmônicos de maré.

Para a estimativa da maré meteorológica foram utilizados os dados de nível médio do mar provenientes das reanálises do CFSR ("Climate Forecast System Reanalysis") da NOAA ("National Oceanic and Atmospheric Administration").

Dada a dificuldade de se obter séries longas e contínuas de dados meteorológicos para o planeta e, principalmente, para o hemisfério sul, diversos centros de previsão do tempo e clima vêm fornecendo produtos de reanálise. Estes produtos são séries de dados meteorológicos obtidos através da assimilação. A principal vantagem destas séries é serem razoavelmente longas e sem falhas. O CFSR possui séries históricas de reanálise desde 1948 até a atualidade.

O CFSR é gerado pelo Centro Norte-Americano para Previsão Ambiental, NCEP (National Center for Environmental Prediction), e distribuído pela Central Norte-Americana de Dados Climáticos, NCDC (National Data Climate Centre). As reanálises são disponibilizadas em: https: //rda.ucar.edu/index.html?hash=data_user&action = showsignedout&url=/datasets/ds093.1/>. O conjunto de assimilação de dados acopla os sistemas oceano-superfície-atmosfera e continente-gelo, em escala global e em alta resolução, disponibilizando informações sobre estes domínios no período desde 1948 até a atualidade. A resolução espacial fornecida pela CFSR é de 0,3º e a resolução temporal é horária.

A utilização destes dados foi necessária, pois para a determinação dos valores extremos para diferentes períodos de retorno e a caracterização dos padrões de variação, são necessários registros com longa duração.

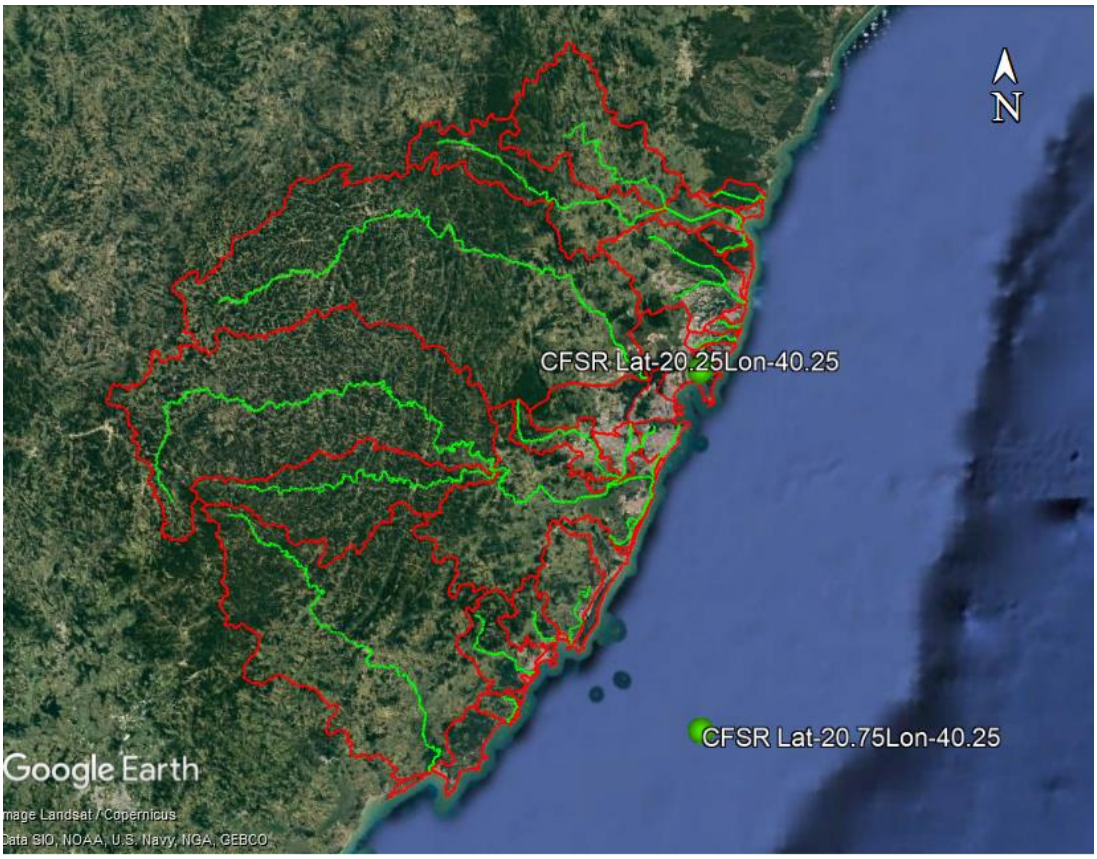
Estes dados (reanálises) são, originariamente, referenciados a um geoide e para adotá-los como nível médio do mar (NMM), deve-se subtrair o valor da média e adicionado o valor do nível médio do mar local, assim estes dados ficaram com o mesmo referencial do porto ou estação maregráfica de interesse.

2.2.2. ANÁLISE DOS DADOS DE NÍVEL MÉDIO DO MAR

Os dados utilizados nas análises apresentadas a seguir são provenientes das reanálises do CFSR. As informações do CFSR representam a variação do nível do mar associado a efeitos meteorológicos, são resultados de modelos e reanálise.

A localização das reanálises e suas respectivas coordenadas, estão apresentados na Figura 12. Para as duas posições as reanálises são referentes ao período de janeiro de 1979 a agosto de 2020.

Figura 12 – Localização referente às reanálises do CFSR para o litoral do ES.

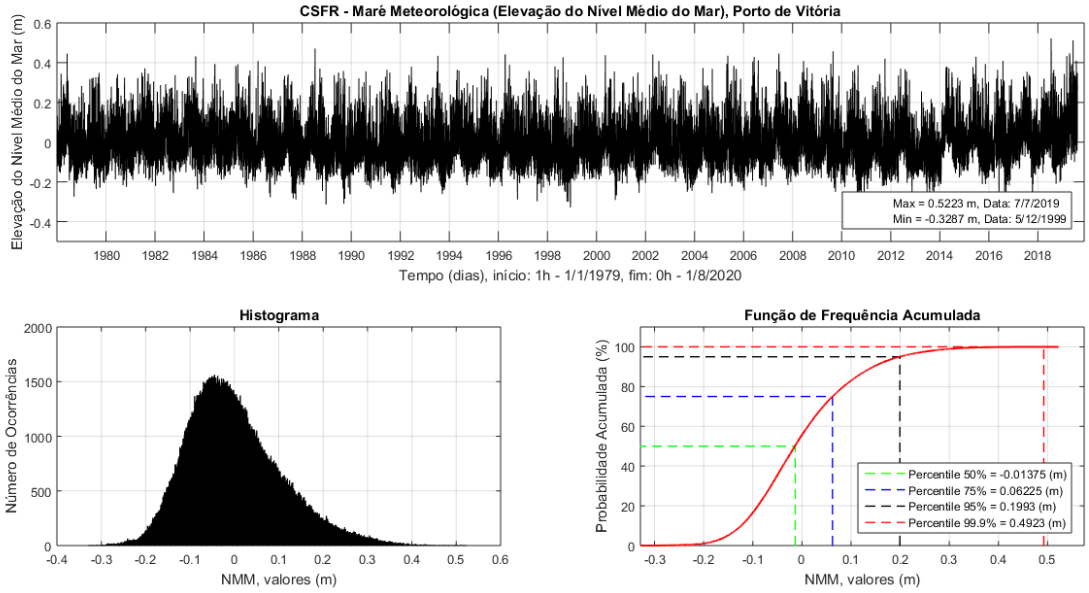


Na Figura 13 (superior) é apresentada a série temporal de variações do NMM para as reanálises referentes às coordenadas Latitude -20.25 e Longitude -40.25, nas proximidades do Porto de Vitória. Nesta Figura estão indicados os extremos de máximo e mínimo observados no período. O máximo (0,52 m) ocorreu em 7 de julho de 2019 e o mínimo (- 0,33 m) ocorreu em 5 de dezembro de 1999. Os valores observados são referentes ao nível zero adotado arbitrariamente como sendo o nível médio.

As Figuras inferiores mostram, o histograma dos dados (reanálises) de NMM e a função de frequência acumulada, construída a partir do histograma. Na função de frequência acumulada, são apresentados, também os valores dos percentis de 50, 75, 95 e 99.9 %. Os percentis indicam que,

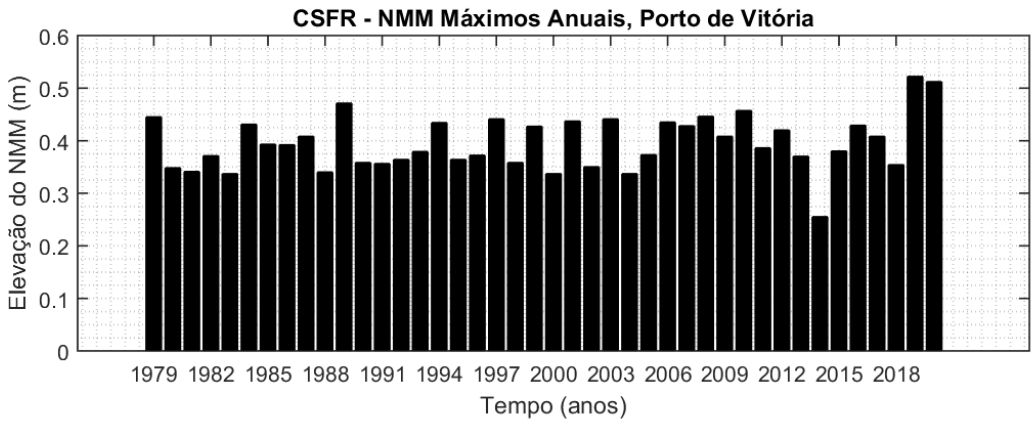
por exemplo, 99.9 % do tempo os valores de NMM observados nessa posição ficam abaixo de 0,49 m.

Figura 13 – Série temporal de variação do NMM proveniente do CFSR para o litoral do ES. Na parte inferior estão o histograma e a função de frequência acumulada, calculados a partir da série temporal.



Na Figura 14 são apresentados os valores máximos anuais obtidos a partir da série do CFSR próxima ao Porto de Vitória.

Figura 14 – Valores máximos anuais dos dados (reanálises) próximos ao Porto de Vitória.



A partir dos máximos anuais foram calculados os valores de elevação do NMM, para a posição próxima ao Porto de Vitória, para os períodos de retorno de 10, 50, 100 e 200 anos. Para estes cálculos foram testadas três distribuições: Gumbel, GEV (Generalized Extreme Value Distribution) e Log Pearson III.

Para avaliar o nível de aderência dos ajustes das distribuições aos dados, foram realizadas as análises de comparação propostas por: Willmott e Wicks 1980 (apud WILLMOTT, 1982), Cortês (2004) e Walstra et al (2001).

O “Index of Agreement” (IOA) de Willmott e Wicks (1980) (apud WILLMOTT, 1982) com a classificação de Cortês (2004) é definido por:

$$IOA = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(observado_i - calculado_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(\left|observado_i - \overline{observado}\right| + \left|calculado_i - \overline{observado}\right|\right)^2}\right]$$

Onde:

IOA = Index of Agreement de Willmott (%);

$observado_i$ e $calculado_i$ = dados observados e valores calculados, respectivamente;

$\overline{observado}$ = média dos dados observados;

$\overline{calculado}$ = média dos valores calculados.

Cortês (2004) propôs a seguinte classificação para o “Index of Agreement” de Willmott e Wicks (Quadro 2).

Quadro 2 - Classificação para o Index of Agreement de Willmott e Wicks.

IOA (%)	CLASSIFICAÇÃO
> 85	Ótimo
76 a 85	Muito Bom
66 a 75	Bom
61 a 65	Mediano
51 a 60	Sofrível
41 a 50	Mau
≤ 40	Péssimo

Walstra et al. (2001) propôs o "Relative Mean Absolute Error" (RMAE), um parâmetro estatístico definido por:

$$RMAE = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{n} |observado_i - calculado_i|}{\sum_{i=1}^{n} |observado_i|}$$

Onde:

$observado_i$ e $calculado_i$ = dados observados e valores calculados, respectivamente.

O $RMAE$ ideal é nulo.

Walstra et al. (2001) apresentam uma tabela na qual classificam os valores dos erros no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação do RMAE por ranges

ERRO PERCENTUAL (RMAE) (%)	QUALIFICAÇÃO
RMAE < 20	Excelente
20 < RMAE < 40	Bom
40 < RMAE < 70	Razoável
70 < RMAE < 100	Ruim
RMAE > 100	Péssimo

Na Figura 15 são mostradas as distribuições (Gumbel, GEV e Log Pearson III) ajustadas aos máximos anuais. São mostrados os valores dos períodos de retorno de 10, 50, 100 e 200 anos e, também, os valores dos coeficientes IAO e RMAE.

Para esta posição, próxima ao Porto de Vitória, o melhor ajuste foi obtido com a distribuição de Gumbel, IOA igual a 98,21% (ótimo) e o RMAE igual a 1,91 % (excelente).

Além dos índices estatísticos indicarem excelentes ajustes entre as observações e a distribuição de Gumbel, uma observação visual, mostra que este ajuste também é a mais adequado para os valores extremos (valores mais altos) observados. Assim, vamos adotar os valores estimados através de Gumbel para os períodos de retorno. Portanto:

TR 10 anos = 0,46 m;

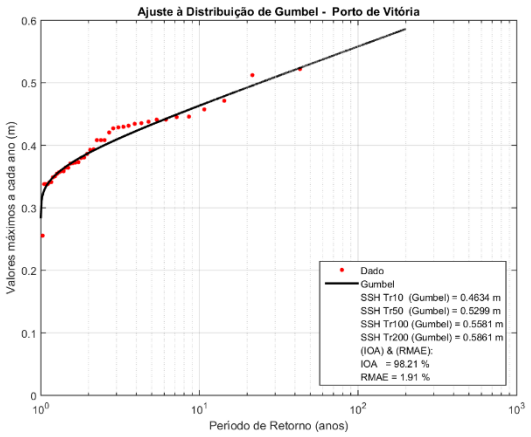
TR 50 anos = 0,53 m;

TR 100 anos = 0,56 m;

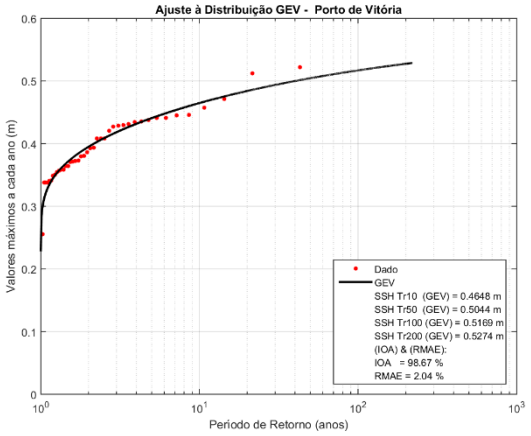
TR 200 anos = 0,59 m.

Estes valores são referentes ao nível zero adotado arbitrariamente como sendo o nível médio.

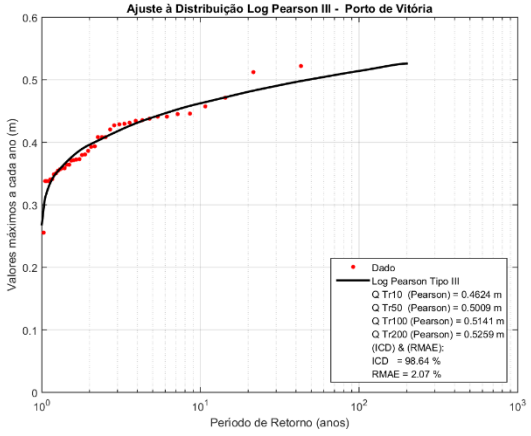
Figura 15 – Distribuições (Gumbel, GEV e Log Pearson III) ajustadas aos máximos anuais dos dados (reanálises) próximos ao Porto de Vitória.



(a)



(b)



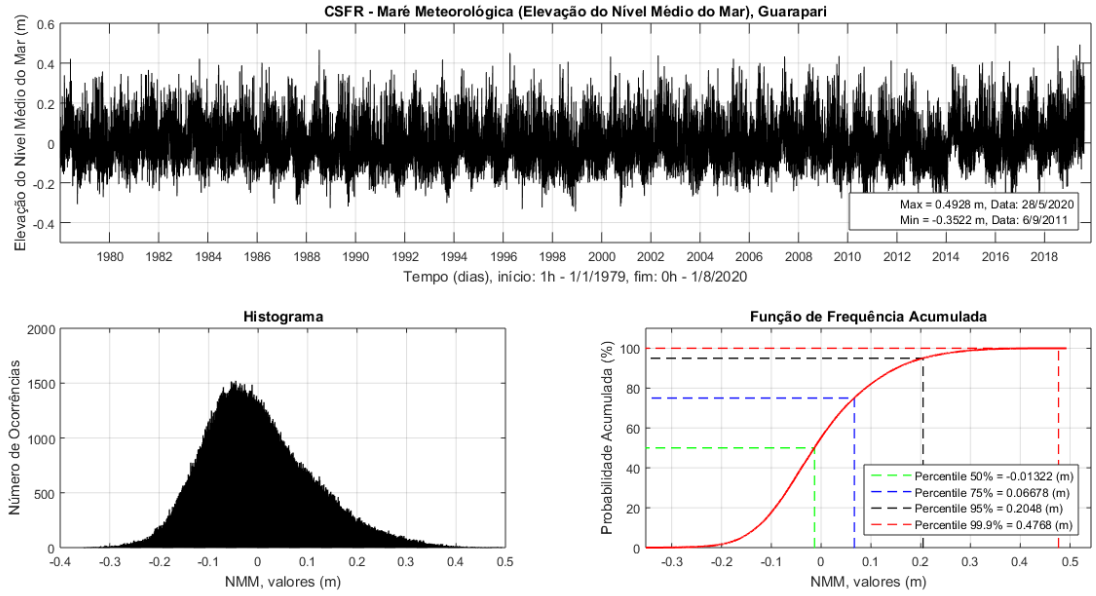
(c)

Na Figura 16 (superior) é apresentada a série temporal de variações do NMM para os dados referentes às coordenadas Latitude -20.75 e Longitude -40.25, nas proximidades de Guarapari. Nesta Figura estão indicados os extremos de máximo e mínimo observados no período. O máximo

(0,49 m) ocorreu em 28 de maio de 2020 e o mínimo (- 0,35 m) ocorreu em 6 de setembro de 2011. Os valores observados são referentes ao nível zero adotado arbitrariamente como sendo o nível médio do mar.

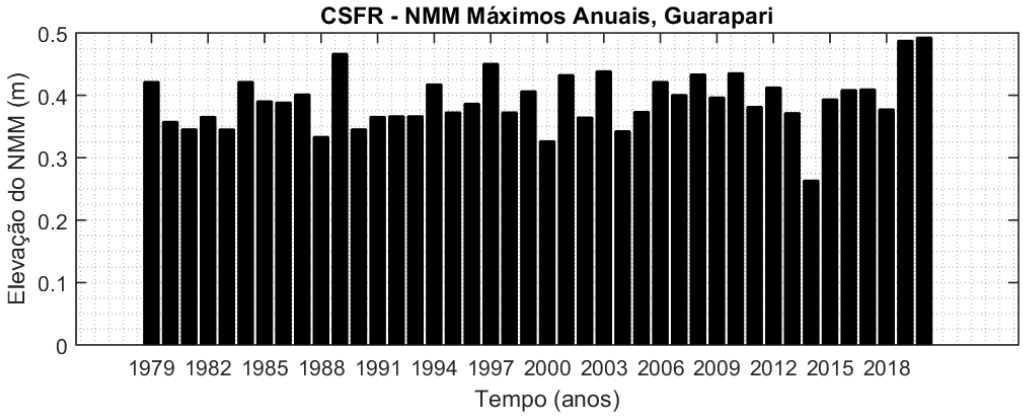
As Figuras inferiores mostram, o histograma dos dados de NMM e a função de frequência acumulada, construída a partir do histograma. Na função de frequência acumulada, são apresentados, também os valores dos percentis de 50, 75, 95 e 99.9 %. Os percentis indicam que, por exemplo, 99.9 % do tempo os valores de nível do mar observados nessa posição ficam abaixo de 0,48 m.

Figura 16 – Série temporal de variação do NMM proveniente do CFSR para o litoral do ES. Na parte inferior estão o histograma e a função de frequência acumulada, calculados a partir da série temporal.



Na Figura 17 são apresentados os valores máximos anuais obtidos a partir da série do CFSR próxima a Guarapari.

Figura 17 – Valores máximos anuais dos dados (reanálises) próximos a Guarapari.



A partir dos máximos anuais foram calculados os valores de elevação do NMM, para a posição próxima a Guarapari, para os períodos de retorno de 10, 50, 100 e 200 anos. Para estes cálculos foram testadas três distribuições: Gumbel, GEV (Generalized Extreme Value Distribution) e Log Pearson III.

Para avaliar o nível de aderência dos ajustes das distribuições aos dados, foram realizadas as análises de comparação dadas por:

O Index of Agreement (IOA) de Willmott e Wicks (1980) (apud WILLMOTT, 1982), com a classificação de Cortês (2004).

O "Relative Mean Absolute Error" (RMAE) de Walstra et al. (2001).

Na Figura 18 e são mostradas as distribuições (Gumbel, GEV e Log Pearson III) ajustadas aos máximos anuais. São mostrados os valores dos períodos de retorno de 10, 50, 100 e 200 anos e, também, os valores dos coeficientes IAO e RMAE.

Para esta posição, próxima a Guarapari, o melhor ajuste foi obtido com a distribuição GEV, IOA igual a 98,93% (ótimo) e o RMAE igual a 1,39 % (excelente). Contudo, uma observação visual, mostra que a distribuição de Gumbel apresenta um ajuste mais conservador para os valores mais altos observados e seu índices IOA e RMAE são também ótimo e excelente, respectivamente. Assim, vamos adotar os valores estimados através de Gumbel para os períodos de retorno. Portanto:

TR 10 anos = 0,45 m;

TR 50 anos = 0,51 m;

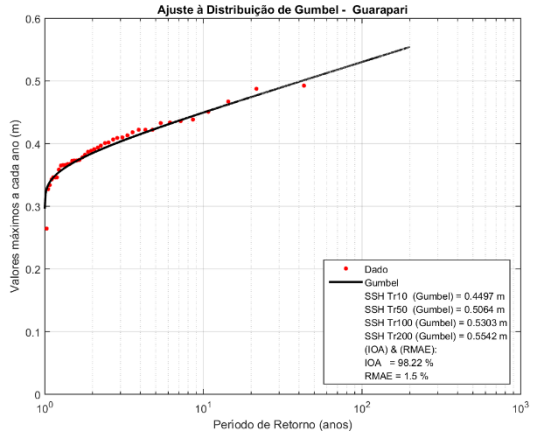
TR 100 anos = 0,53 m;

TR 200 anos = 0,55 m.

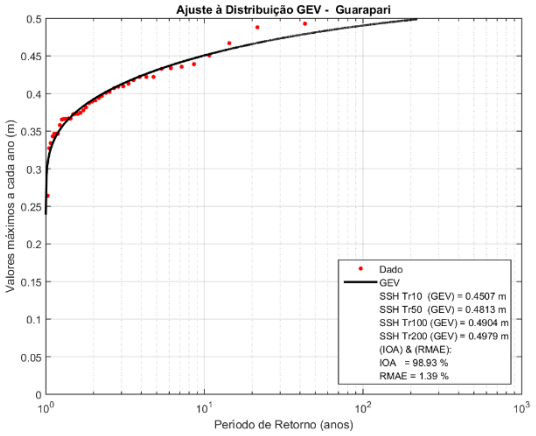
Estes valores são referentes ao nível zero adotado arbitrariamente como sendo o nível médio.

Observação: os valores de NMM referentes aos Trs de 10, 50, 100 e 200 anos serão utilizados numa etapa posterior do estudo, na simulação das tormentas de projeto. Por ora, utilizaremos os valores de NMM somente para a reconstrução do nível do mar como forçantes das simulações dos eventos críticos de precipitação ocorridos na região.

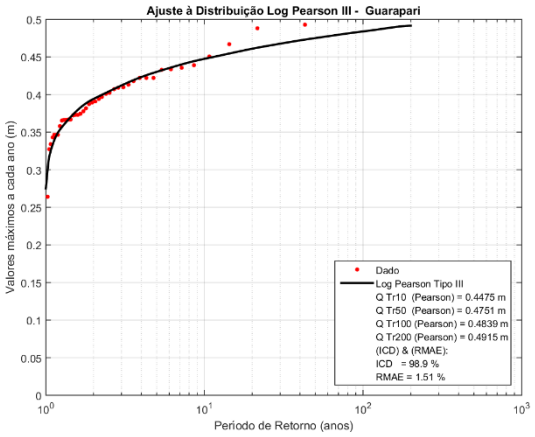
Figura 18 – Distribuições (Gumbel, GEV e Log Pearson III) ajustadas aos máximos anuais dos dados (reanálises) próximos a Guarapari.



(a)



(b)



(c)

COMENTÁRIOS SOBRE AS ANÁLISES DOS DADOS DE NÍVEL MÉDIO DO MAR – CF SR

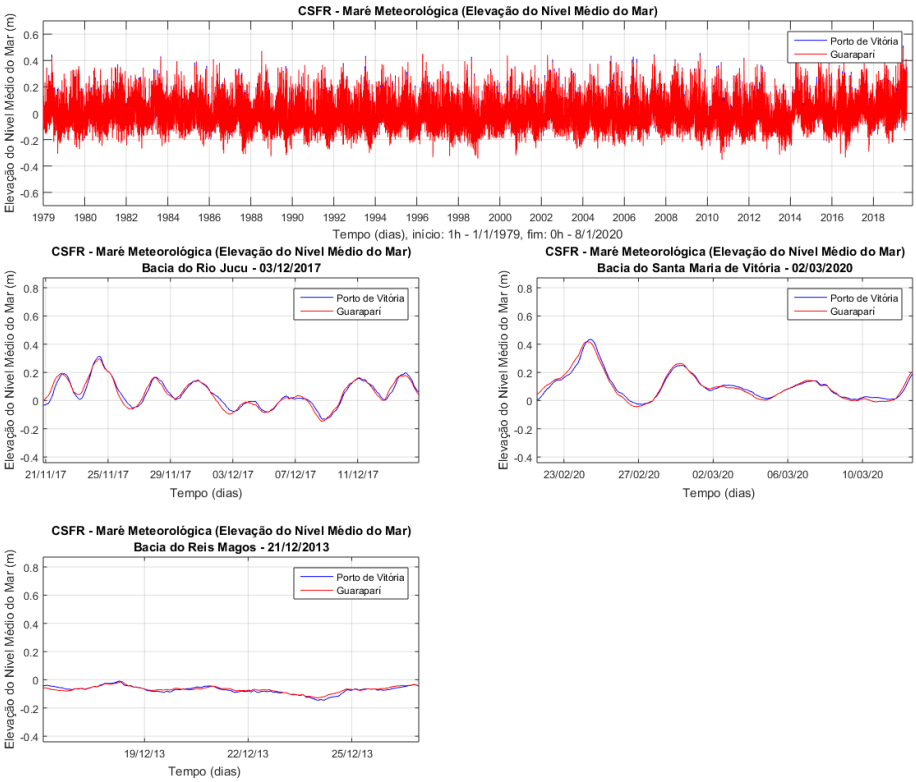
As reanálises de variação do NMM (maré meteorológica) serão utilizadas para gerar as forçantes da borda de jusante do modelo hidrológico considerando dois tipos de cenários: os cenários (eventos) críticos ocorridos e os cenários de eventos extremos (chuvas de projeto).

Os eventos críticos de precipitação selecionados para avaliar a performance do modelo foram adotados para as bacias dos rios Jucu, Santa Maria e Reis Magos.

Para a bacia do Rio Jucu foi escolhido o evento crítico ocorrido no dia 3 de dezembro de 2017, para a bacia do Rio Santa Maria foi escolhido o evento crítico ocorrido no dia 2 de março de 2020 e para a bacia dos Reis Magos foi selecionado o evento crítico ocorrido no dia 21 de dezembro de 2013.

Para estas três bacias, suas respectivas fozes e datas dos eventos, foram comparados os valores de NMM provenientes do CFSR. Na Figura 19 é apresentada a comparação entre os níveis extraídos para as posições próximas ao Porto de Vitória e a Guarapari. Observa-se que em todos os casos o comportamento do nível do mar é muito semelhante nas duas localidades (Porto de Vitória e a Guarapari). Com base nesta análise iremos adotar as reanálises do Porto de Vitória para a geração das forçantes da modelagem.

Figura 19 – Comparação dos valores de NMM para as posições do Porto de Vitória e Guarapari.



2.2.4. ANÁLISE DA MARÉ ASTRONÔMICA

Na Figura 20 são apresentadas as localizações das estações maregráficas disponíveis, fornecidas pela FEMAR para a região, com as constantes harmônicas de maré.

As estações maregráficas são as seguintes: Barrado Riacho, Piraquê Açu, Porto de Tubarão, Porto de Vitória, Guarapari, Meipe e Ponta do Ubu.

Figura 20 – Localização das Estações Maregráficas (FEMAR) na região de estudo.



Para as fozes dos rios Jucu, Santa Maria e Reis Magos, foram utilizadas as constantes harmônicas das estações Porto de Vitória e Piraquê Açu, por estarem mais próximas das referidas fozes.

Estas constantes harmônicas foram utilizadas para a previsão da maré astronômica em cada localidade. Elas estão apresentadas na Figura 21 e na Figura 22.

As previsões (reconstruções) harmônicas de maré foram realizadas para as seguintes datas e posições:

- Foz do Rio Jucu: dia 3 de dezembro de 2017;
- Foz do Rio Santa Maria: dia 2 de março de 2020;
- Foz do Rio Reis Magos: dia 21 de dezembro de 2013.

A maré total é reconstruída somando-se a previsão harmônica de maré à série temporal de NMM do CFSR, sendo ambas simultâneas. Ambas as séries temporais: previsão harmônica de maré e NMM têm média zero.

Após a combinação (soma) das duas séries, devemos acrescentar o valor do nível médio (z_0) que é apresentado nas tabelas da FEMAR (Figura 21 e Figura 22) para cada porto, dessa forma o nível do mar irá oscilar em torno do nível médio da régua de maré do porto, como ocorre na realidade.

Na Figura 21 é mostrada a tabela da FEMAR com as constantes harmônicas (amplitude e fase) para as principais componentes harmônicas de maré no Porto de Vitória.

Figura 21 – Constantes harmônicas de maré para a estação Porto de Vitória.

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*

Nome da Estação :	**VITÓRIA (PORTO) – ES**		
Localização :	Na Ilha do Urubu - Baia de Vitória		
Organ. Responsável :	INPH / DHN		
Latitude :	20° 19,2' **S**	**Longitude :**	40 ° 19,1' **W**
Período Analisado :	01/03/61 a 21/02/62	**Nº de Componentes :**	32
Análise Harmônica :	Método Tidal Liverpol Institute.		
Classificação :	Maré Semidiurna.		
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)	III H 42 min	**Nível Médio (Zo):**	80 cm acima do NR.
Médias das Preamares de Sizígia (MHWS) :	146 cm acima do NR.	**Média das Preamares de Quadratura (MHWN) :**	106 cm acima do NR
Média das Baixa-mares de Sizígia (MLWS) :	13 cm acima do NR.	**Média das Baixa-mares de Quadratura (MLWN) :**	54 cm acima do NR.

CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS

Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	5,5	002	MU_2	2,1	107
Ssa	0,7	074	N_2	6,8	097
Mm	1,5	274	NU_2	1,3	103
Mf	0,4	288	M_2	46,2	089
MTM	-	-	L_2	1,4	088
Msf	1,1	214	T_2	0,8	143
Q_1	2,6	067	S_2	20,4	099
O_1	8,8	098	K_2	6,1	097
M_1	0,1	146	MO_3	0,5	243
P_1	1,8	150	M_3	0,7	097
K_1	5,2	158	MK_3	0,2	195
J_1	0,3	275	MN_4	0,4	008
OO_1	0,1	296	M_4	0,3	340
MNS_2	0,6	098	SN_4	0,1	071
$2N_2$	1,6	112	MS_4	0,6	273

Referências de Nível: RN localizada na quina final do Cais, próximo aos trilhos do guindaste.

Obs: Outros Periodos: 03/08/83 a 02/09/83; 03/05/83 a 03/01/83; 01/07/80 a 31/12/80; 01/07/29 a 04/07/30; 01/03/61 a 21/02/62; 01/10/47 a 01/11/47.

Existem no INPH observações desde 1917

Consta das Tábuas das Marés.

Código BNDO: 40250

- 163 -

Na Figura 22 é mostrada a tabela da FEMAR com as constantes harmônicas (amplitude e fase) para as principais componentes harmônicas de maré na Estação Piraquê Açu.

Figura 22 – Constantes harmônicas de maré para a estação Piraquê Açu.

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*

Nome da Estação :	**PIRAQUÊ- AÇU – ES**		
Localização :	Na foz do rio, localidade de Santa Cruz		
Organ. Responsável :	DHN		
Latitude :	19° 57,3' **S**	**Longitude :**	40° 09,0' **W**
Período Analisado :	04/03/75 a 04/04/75	**N° de Componentes :**	36
Análise Harmônica :	Método Tidal Liverpool Institute.		
Classificação :	Maré Semidiurna.		
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)	III H 17 min	**Nível Médio (Zo):**	78 cm acima do NR.
Médias das Preamares de Sizígia (MHWS) :	138 cm acima do NR.	**Média das Preamares de Quadratura (MHWN) :**	105 cm acima do NR
Média das Baixa-mares de Sizígia (MLWS) :	17 cm acima do NR.	**Média das Baixa-mares de Quadratura (MLWN) :**	51 cm acima do NR.

CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS

Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	-	-	**MU_2**	0,8	175
Ssa	-	-	**N_2**	3,6	076
Mm	5,3	338	**NU_2**	0,7	076
Mf	-	-	**M_2**	44,8	084
MTM	-	-	**L_2**	4,7	204
Msf	3,0	013	**T_2**	1,3	094
Q_1	2,1	062	**S_2**	21,3	094
O_1	8,2	081	**K_2**	5,8	094
M_1	0,9	114	**MO_3**	1,8	031
P_1	0,7	188	**M_3**	0,4	327
K_1	2,0	188	**MK_3**	1,9	303
J_1	1,2	171	**MN_4**	0,9	002
OO_1	2,6	327	**M_4**	1,6	033
MNS_2	-	-	**SN_4**	0,8	055
$2N_2$	0,5	068	**MS_4**	1,4	060

Referências de Nível: RN (IBGE) na margem esquerda do rio, no único prédio de alvenaria.

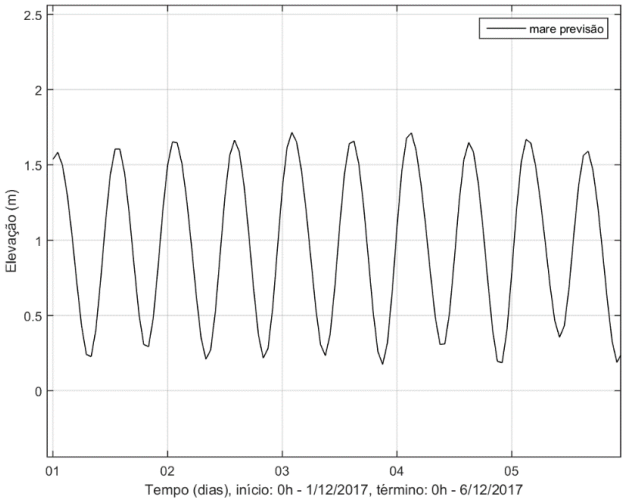
Obs: Outros Períodos: 17/06/75 a 18/07/75; 04/11/75 a 04/01/76

Código BNDO: 40236

- 161 -

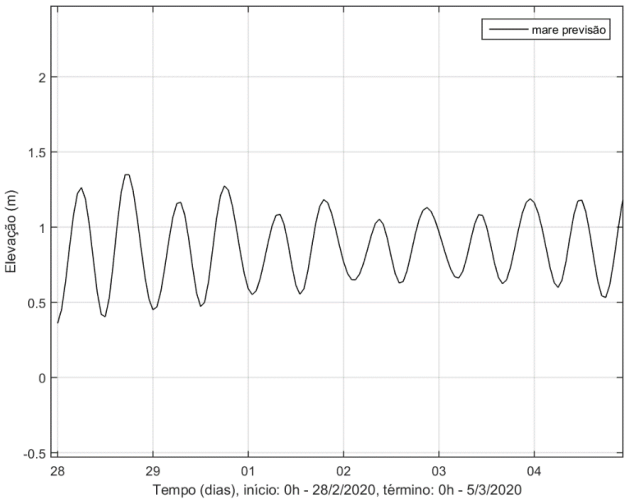
A seguir na Figura 23 é apresentada a reconstrução do nível do mar para a foz do Rio Jucu no período de 1 a 6 de dezembro de 2017, durante um evento crítico de precipitação.

Figura 23 – Previsão harmônica de maré mais NMM do CFSR para a foz do Rio Jucu, durante o período de 1º a 6 de dezembro de 2017.



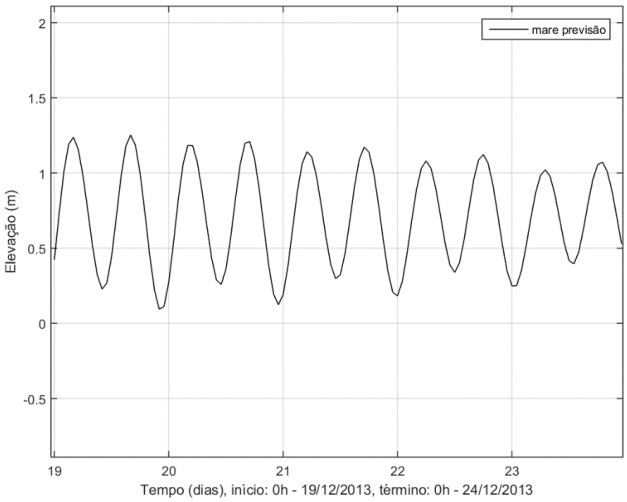
Na Figura 24 é apresentada a reconstrução do nível do mar para a foz do Rio Santa Maria no período de 28 de fevereiro a 5 de março de 2020, durante um evento crítico de precipitação.

Figura 24 – Previsão harmônica de maré mais NMM do CFSR para a foz do Santa Maria, durante o período de 28 de fevereiro a 5 de março de 2020.



Na Figura 25 é apresentada a reconstrução do nível do mar para a foz do Rio Reis Magos no período de 19 a 24 de dezembro de 2013, durante um evento crítico de precipitação.

Figura 25 – Previsão harmônica de maré mais NMM do CFSR para a foz do Rio Reis Magos, durante o período de 19 a 24 de dezembro de 2013.



Estas reconstruções foram introduzidas nas bordas de jusante do modelo (interface com o mar) para a simulação dos eventos críticos de precipitação ocorridos nos locais e datas citados.

2.3. MODELAGEM HIDRÁULICA

Nessa etapa foi desenvolvido um modelo hidráulico preliminar com os dados secundários disponíveis, com objetivo de representar o comportamento hidráulico da propagação da onda de cheia e acumulação dos volumes associados ao escoamento superficial na Região Metropolitana da Grande Vitória.

O modelo hidrológico e hidráulico SOBEK, desenvolvido pelo WL | Delft Hydraulics, foi implementado na região de estudo.

A montagem do modelo foi realizada com o auxílio da interface gráfica do próprio SOBEK. A elaboração do modelo é realizada pelo software de forma integrada de modo que na esquematização da modelagem foi criada uma rede de rios e canais e lagos naturais, definidos com base nos “shapes” de rios, imagens de satélite e no modelo digital de terreno. Nessa esquematização foram inseridos os parâmetros e características físicas das bacias, traçados dos rios e canais, seções transversais, provenientes dos dados secundários levantados até o momento. Além disso, foi elaborado um estudo de marés que foi utilizado como uma forçante importante à jusante dos principais rios do modelo.

Nas simulações, durante eventos críticos, canais e redes de drenagem ficam carregados e, quando ocorre o transbordamento, a água passa a fluir sobre as planícies de inundação e o terreno. Esse fenômeno é representado no domínio bidimensional da modelagem do SOBEK. O modelo utiliza as equações da continuidade e do momento, integradas verticalmente. Uma descrição do modelo matemático SOBEK, é apresentada no Apêndice A.

Conforme apresentado no tópico anterior, as simulações foram realizadas para eventos críticos que foram observadas na região em três eventos distintos ocorridos em dezembro de 2013, dezembro de 2017 e março de 2020.

Os tópicos a seguir apresentam os dados inseridos no modelo e seus resultados preliminares.

2.3.1. SEÇÕES TRANSVERSAIS

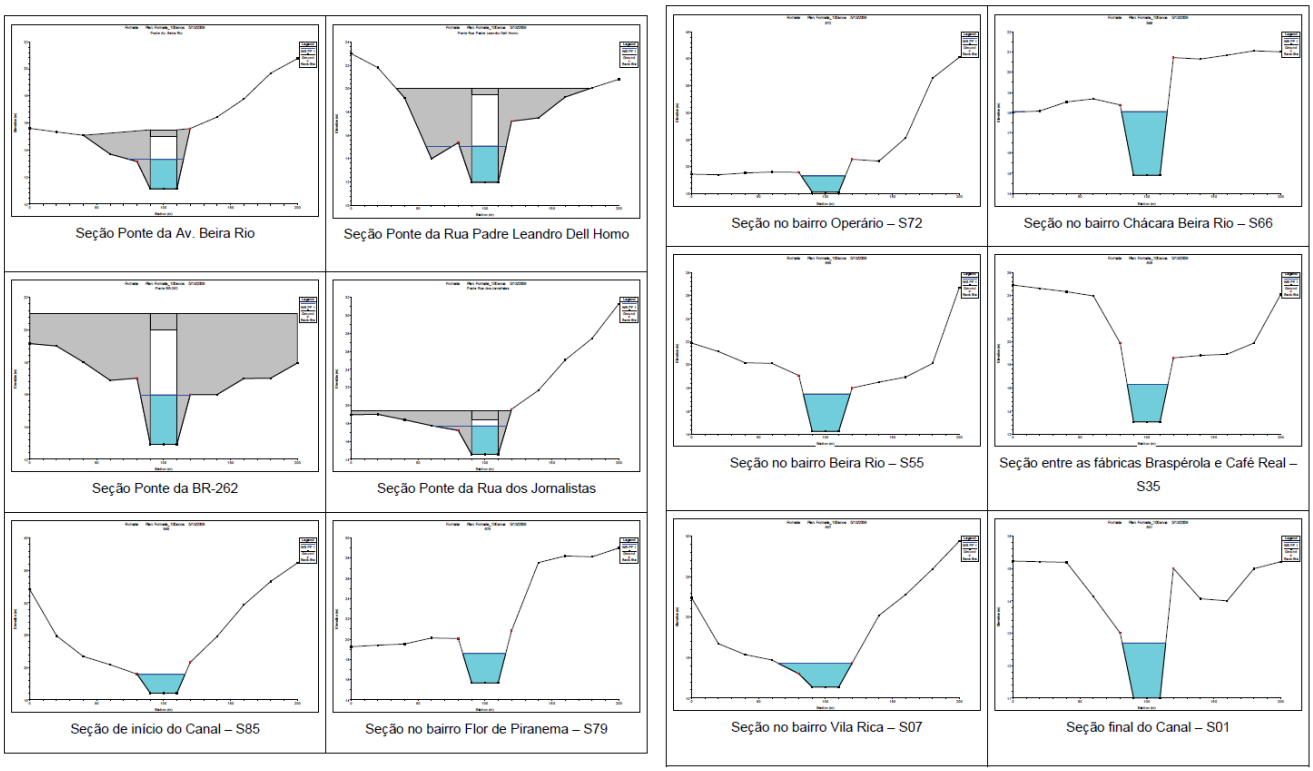
O levantamento das seções transversais proveniente de estudos pretéritos, é de grande importância para a criação do modelo preliminar, principalmente para posteriormente planejar em quais locais será realizado o levantamento de campo nas próximas fases do PDAU.

As informações secundárias referentes às seções transversais dos rios e canais, entretanto, são escassas. O levantamento de campo, portanto, será imprescindível para o refinamento das respostas do modelo.

A seguir serão apresentadas as seções transversais utilizadas nas simulações preliminares deste relatório, as informações referentes ao rio ao qual pertencem e a fonte de dados utilizada.

A Figura 26 a seguir, apresenta as seções transversais do Rio Formate, localizadas no município de Cariacica, e são provenientes do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Cariacica.

Figura 26 – Seções transversais referentes ao Rio Formate, em Cariacica.



Além das seções apresentadas acima, existem seções transversais levantadas em outros estudos na região metropolitana, que estão em fase de solicitação junto aos órgãos competentes, e que também serão incluídas no modelo na próxima etapa de modelagem, junto com as seções que serão levantadas em campo.

2.3.2. SEÇÕES TRANSVERSAIS GENÉRICAS

Como forma de cobrir as lacunas de informações e para viabilizar a modelagem hidráulica preliminar foram criadas seções genéricas, segundo a metodologia apresentada a seguir.

DETERMINAÇÃO DAS SEÇÕES DOS RIOS – MÉTODO INDIRETO

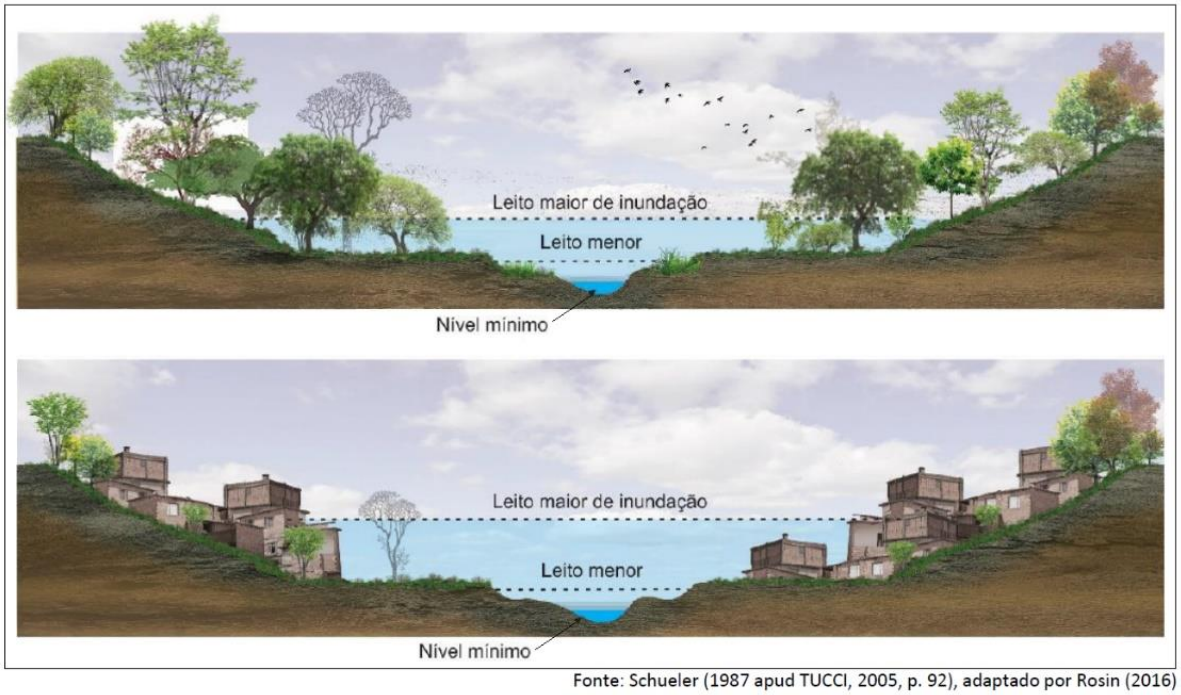
As simulações numéricas dos eventos críticos de precipitação têm como objetivo, determinar as cotas, vazões e extensões máximas das manchas de inundação atingidas durante os eventos. Para a realização destas simulações devem ser utilizados dados de topografia e batimetria.

As informações de topografia, necessárias para a implementação da modelagem, foram extraídas dos dados provenientes do IEMA (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), disponíveis em (https://geobases.es.gov.br/novas-imagens-map-es-2012-2015-sem-ecw). As cotas estão na projeção UTM 24S e no sistema de coordenadas SIRGAS 2000.

Para os rios principais, sem informações sobre suas seções transversais, foi aplicada uma metodologia que utiliza o critério geomorfológico proposto por vários autores (Nixon, 1959; Leopold et al., 1964; Dury, 1976; Harman et al., 1999; Castro and Jackson, 2001) apud Navratil et al. (2006). Segundo estes autores, a vazão do leito menor (“bankfull”) é representada pela vazão de cerca de 2 anos de período de retorno a qual corresponde à média das vazões máximas anuais observadas (RHAMA, 2020).

O leito menor do rio tem a função escoar a água na maior parte do tempo e o leito maior, por sua vez, determina área de inundação. Segundo Tucci (2005), as “cotas do leito maior identificam a magnitude da inundação e seu risco”, sejam estas urbanizadas ou rurais (Figura 27).

Figura 27 – Representação do leito menor de um rio (“bankfull”).



Fonte: Schueler (1987 apud TUCCI, 2005, p. 92), adaptado por Rosin (2016)

Com base neste critério, foi adotada a seção correspondente a vazão média de cheia para o leito menor do rio. Considerando que a largura do leito menor pode ser obtida das imagens aéreas, adotando uma seção retangular (aproximação adequada em rios com largura superior a 15 m, RHAMA, 2020), determina-se a profundidade do leito menor com base nesta vazão usando a equação de Manning, dada por:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \quad (1)$$

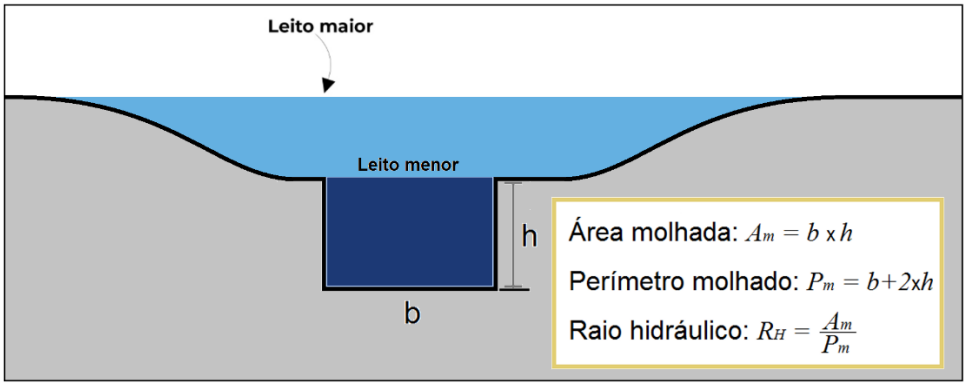
Onde:

A = é a área molhada e $A = b \times h$, onde b é a largura e h a profundidade; R é o raio hidráulico,

$$R = \frac{Área\ molhada}{Perímetro\ molhado} = \frac{bh}{b + 2h}$$

S é a declividade do rio em m/m; n é rugosidade de Manning.

Figura 28 – Dimensionamento da calha para o leito menor utilizando a equação de Manning.



A declividade do rio, ou mais precisamente a declividades do curso d'água principal é obtida através de análise morfométrica. Dentre todos os métodos que determinam a declividade o que melhor representa o comportamento do rio com uma declividade constante é o que utiliza o conceito cinemático. Este conceito considera que o tempo de translação acumulado ao longo de trechos com diferentes tamanhos e diferentes declividades no rio natural, é igual ao tempo de translação através de um canal equivalente com linha de declividade constante.

Assim, para obter o tempo total de percurso da água no canal natural, este deve ser dividido em um grande número de trechos retilíneos, para se tomar os tempos de percurso em cada um destes trechos. Admitindo-se a validade da equação de Chèzy para cada trecho (movimento uniforme), tem-se para o i-ésimo trecho:

$$v_i = C\sqrt{R_i S_i} = \frac{L_i}{t_i}$$

Onde: v_i = velocidade no trecho; S_i = declividade do trecho; C = coeficiente de rugosidade de Chèzy; R_i = raio hidráulico; L_i = comprimento do trecho; t_i = tempo de percurso no trecho. O tempo total de percurso é dado por:

$$T = t_i = \sum_{i=1}^{N} \frac{L_i}{C\sqrt{R_i S_i}}$$

Para um canal de declividade equivalente constante S:

$$T = \frac{L}{C\sqrt{RS}}$$

Onde: $L = \sum_{i=1}^{N} L_i$ = comprimento total do talvegue.

Desconsiderando os efeitos de rugosidade e de forma do canal, tem-se:

$$T = \frac{L}{C\sqrt{R}\sqrt{S}} = \sum_{i=1}^{N} \frac{L_i}{C\sqrt{R_i}\sqrt{S_i}} \Longrightarrow \frac{L}{\sqrt{S}} = \sum_{i=1}^{N} \frac{L_i}{\sqrt{S_i}} \Longrightarrow$$

$$S = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^{N} \frac{L_i}{\sqrt{S_i}}}\right]^2 \quad (2)$$

Na última expressão:

S = declividade média equivalente;

L = comprimento total do talvegue;

L_i = comprimento de cada trecho;

S_i = declividade de cada trecho;

N = número de trechos.

A equação (2) será utilizada para calcular a declividade média equivalente de cada rio.

Os valores do coeficiente de rugosidade de Manning serão adotados de acordo com as características de cada local.

Substituindo na equação (1) os valores de A, R, S e n, resulta numa equação cuja única incógnita é a profundidade h. A solução é obtida numericamente por processo iterativo.

A aplicação desta metodologia para os rios Jacu e Santa Maria, seguiu as etapas descritas abaixo:

DETERMINAÇÃO DAS MÉDIAS DAS VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS

A posição das seções de interesse nos rios Jacu e Santa Maria são apresentados na Figura 29. Nesta figura são apresentadas, também, as posições das estações fluviométricas da ANA (Agencia Nacional de Águas) das quais são provenientes os dados de vazão média diária disponibilizados na HIDROWEB (http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas). Os dados destas estações foram utilizados para análise e determinação dos valores médios das vazões máximas anuais.

Para o Rio Jucu foram utilizados os dados da Estação Fazenda Jucuruaba (ANA - 5723000).

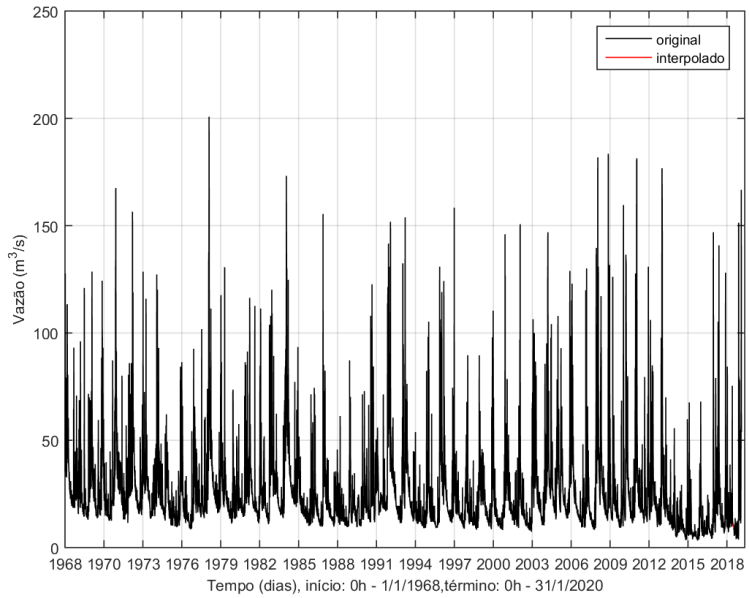
Para o Rio Santa Maria foram utilizados os dados da Estação UHE SUIÇA JUSANTE ANA- (57120080).

Figura 29 – Posição das seções (calhas) de interesse nos rios Jacu e Santa Maria.



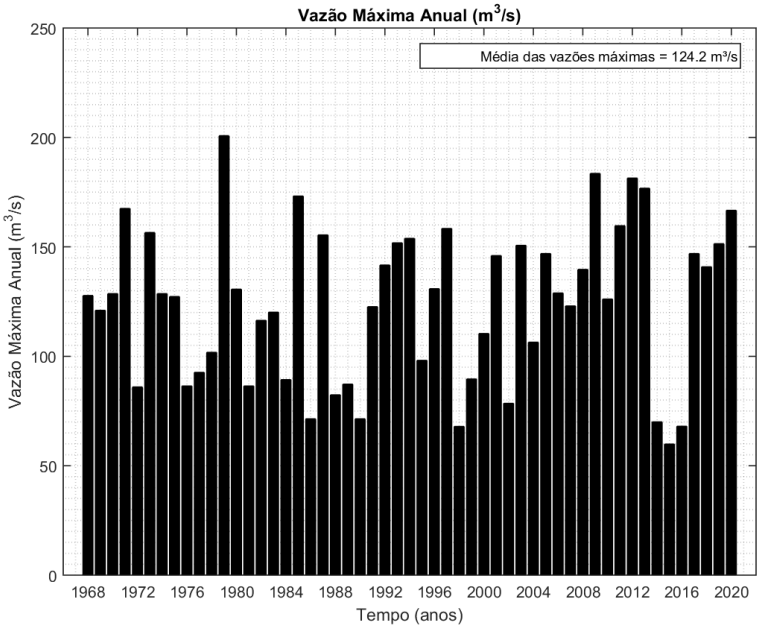
Os valores de vazão média diária observados na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA- 5723000), no Rio Jucu, são apresentados na Figura 30.

Figura 30 – Vazões médias diárias registradas na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA-5723000).



A partir destes dados foram selecionados os valores máximos anuais, apresentados na Figura 31.

Figura 31 – Vazões máximas anuais obtidas na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA-5723000).



A partir dos valores máximos anuais foi calculado o valor médio e foram calculados também a probabilidade de ocorrência de 50% e o período de retorno (Tr) de 2 anos, utilizando a definição de Weibull para a frequência observada, dada por (NAGHETTINI & PINTO, 2007):

$$freq_{obs} = \frac{ind}{N_{obs} + 1}$$

Onde:

$freq_{obs}$ = frequência observada;

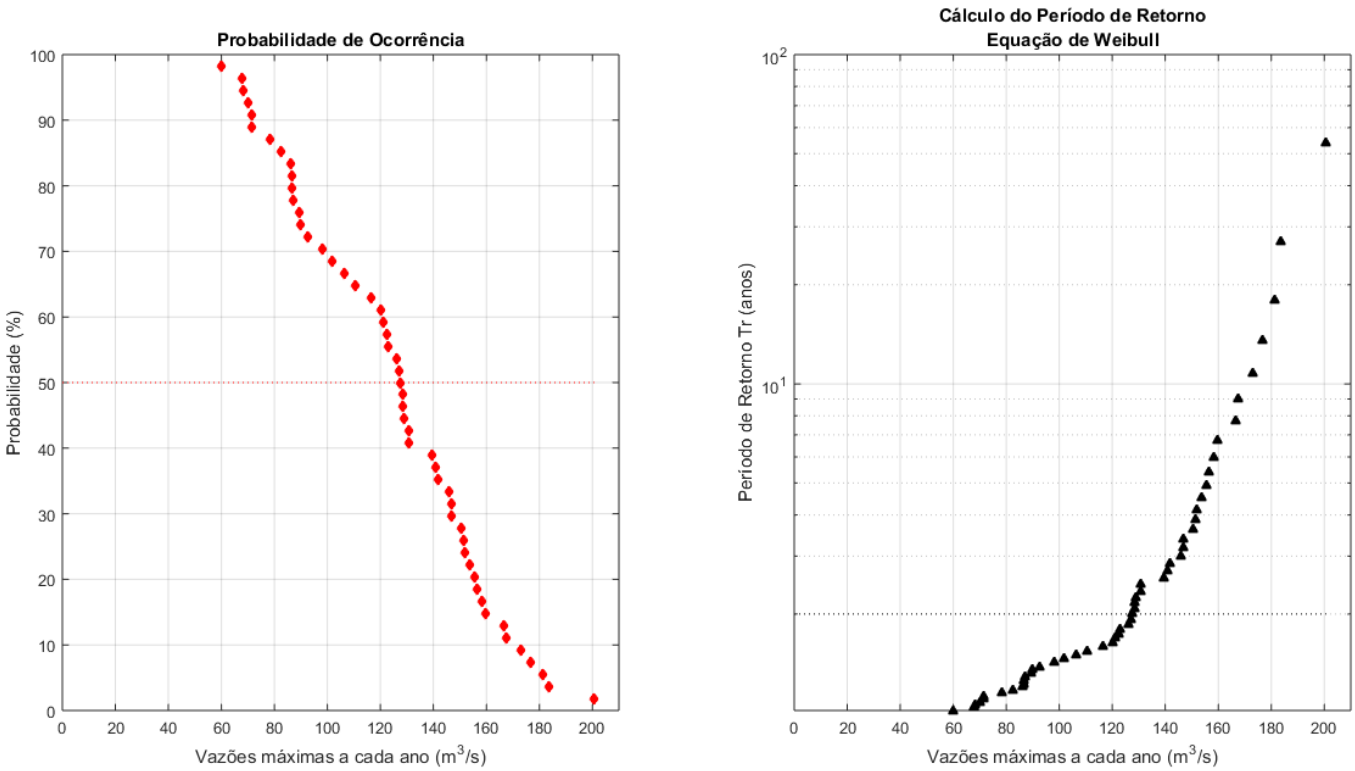
ind = índice da observação;

N_{obs} = número de observações.

O período de retorno é dado por: Tr = $1/freq_{obs}$.

Na Figura 32 são apresentados a probabilidade de ocorrência e períodos de retorno calculados a partir das vazões máximas anuais. Todas as análises indicam a média da vazão máxima anual igual a 124,20 m³/s.

Figura 32 – Probabilidade de ocorrência e períodos de retorno, ambos calculados a partir das vazões máximas anuais obtidas na Estação Fazenda Jucuruaba (ANA- 5723000).



O passo seguinte foi fazer a transferência deste valor de vazão para a posição da seção (calha) de interesse no Rio Jucu. Para isso utilizou-se a relação entre as áreas da seguinte forma:

- Área Contribuição até a posição da Estação Fazenda Jucuruaba (ANA- 5723000) no Rio Jucu = 1686,20 km²;
- Área Contribuição até a posição da seção de interesse no Rio Jucu = 1876,20 km²;

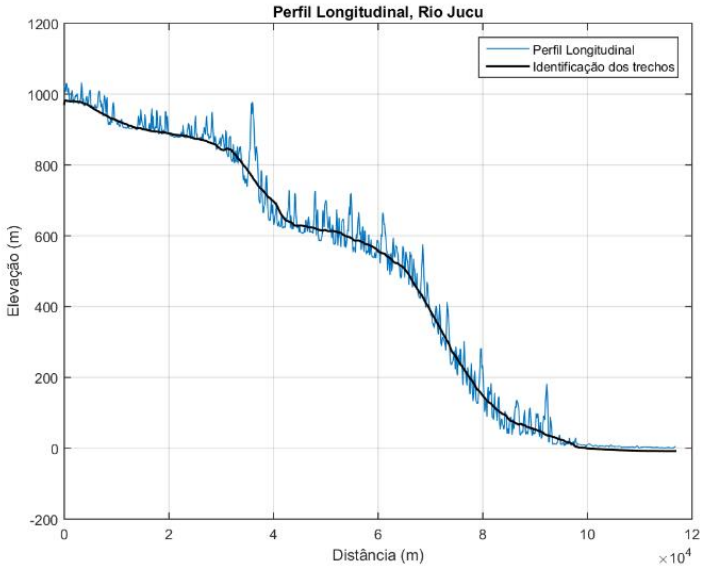
Vazão média das máximas anuais na posição da seção de interesse = $124{,}20\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}} \times \frac{1876{,}20\ \mathrm{km}^2}{1686{,}20\ \mathrm{km}^2}$ = 138,24 m³/s.

Portanto a vazão média das máximas anuais na posição da seção de interesse no Rio Jucu é de 138,24 m³/s.

DETERMINAÇÃO DAS DECLIVIDADES DO CURSO D'ÁGUA PRINCIPAL

A declividade do curso d'água principal do Rio Jucu foi obtida a partir da topografia proveniente do IEMA (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), conforme descrito anteriormente. Na Figura 33 é apresentado o perfil longitudinal extraído ao longo do talvegue do Rio Jucu (linha azul) e a declividade definida em vários trechos (segmentos) (linha preta).

Figura 33 – Perfil longitudinal ao longo do talvegue do Rio Jucu.



Aplicando a equação (2) obtém-se uma declividade média equivalente de 0,0025 m/m.

DEFINIÇÃO DO COEFICIENTE DE MANNING

O valor do coeficiente de Manning adotado com base nas características locais foi de 0,04 $s/m^{-1/3}$.

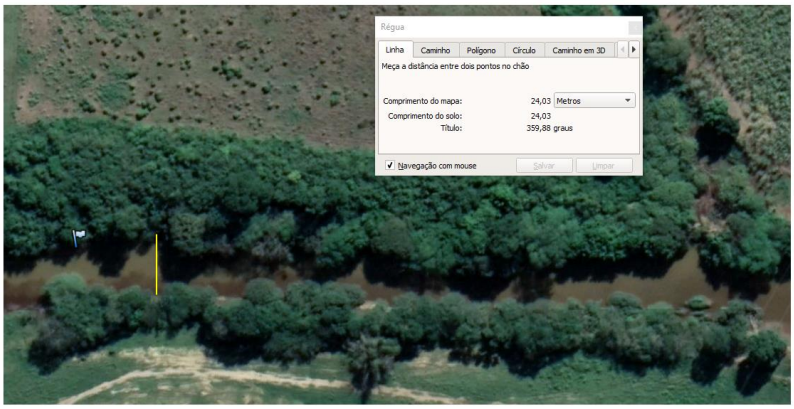
LARGURA DO RIO JUCU NA POSIÇÃO DA SEÇÃO DE INTERESSE

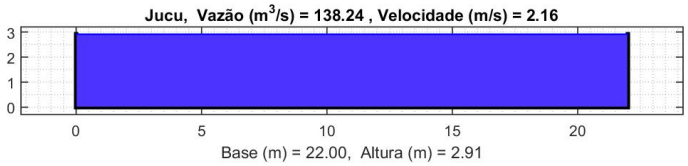
A largura média da seção no entorno da posição de interesse no Rio Jucu foi medida como sendo igual a 22,00 m. Este valor médio foi calculado a partir de amostras extraídas de imagens aéreas na posição da seção utilizando o Google Earth.

DIMENSIONAMENTO DA CALHA DO RIO JUCU NA POSIÇÃO DA SEÇÃO DE INTERESSE

O dimensionamento final da calha do Rio Jucu na posição de interesse é sumarizado na Figura 34

Figura 34 – Perfil transversal estimado para a calha do Rio Jucu na seção de interesse.






```
Seção retangular:

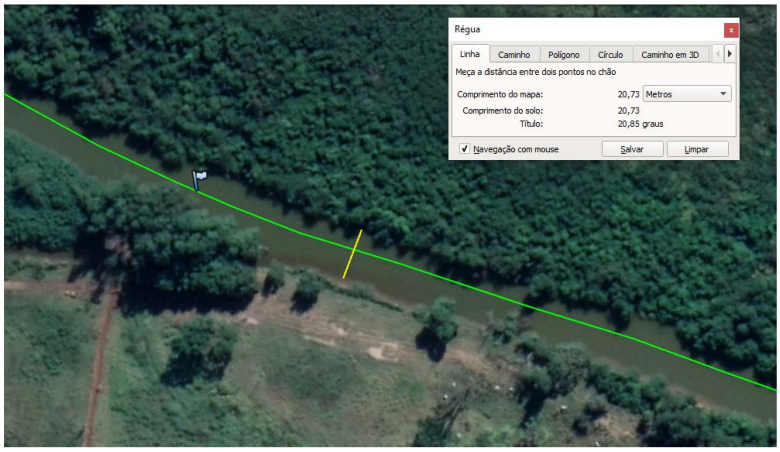
Base da  seção  retangular (m)          = 22.00 m
Altura da seção retangular (m)          = 2.91 m
Área molhada do retângulo (m²)          = 64.05 m²
Perímetro molhado do retângulo (m)      = 27.82 m
Raio hidráulico do retângulo (m)        = 2.30 m
Largura superficial do retângulo (m)    = 22.00 m
Profund. hidráulica do retângulo (m)    = 2.91 m
Coeficiente de rugosidade de Manning    = 0.0400 (s/m^(-1/3))
Declividade (metro/metro)               = 0.0025 (m/m)
Vazão original (m³/s)                   = 138.25 m³/s
Vazão na seção retangular (m³/s)        = 138.24 m³/s
Velocidade na seção retangular (m/s)    = 2.16 m/s

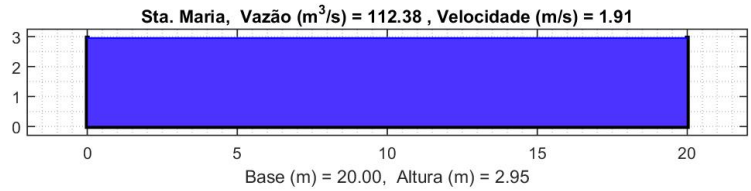
Número de Froude (Fr)                   = 0.40 (adimensional)
Escoamento fluvial subcrítico: Fr < 1
```

DIMENSIONAMENTO DA CALHA DO RIO SANTA MARIA NA POSIÇÃO DA SEÇÃO DE INTERESSE

O mesmo procedimento foi adotado para a determinação das dimensões da calha na seção de interesse do Rio Santa Maria. Na Figura 35 é apresentado o resultado desta estimativa.

Figura 35 – Perfil transversal estimado para a calha do Rio Santa Maria na seção de interesse.






```
Seção retangular:

Base da  seção  retangular (m)          = 20.00 m
Altura da seção retangular (m)          = 2.95 m
Área molhada do retângulo (m²)          = 58.99 m²
Perímetro molhado do retângulo (m)      = 25.90 m
Raio hidráulico do retângulo (m)        = 2.28 m
Largura superficial do retângulo (m)    = 20.00 m
Profund. hidráulica do retângulo (m)    = 2.95 m
Coeficiente de rugosidade de Manning    = 0.0400 (s/m^(-1/3))
Declividade (metro/metro)               = 0.0019 (m/m)
Vazão original (m³/s)                   = 112.39 m³/s
Vazão na seção retangular (m³/s)        = 112.38 m³/s
Velocidade na seção retangular (m/s)    = 1.91 m/s

Número de Froude (Fr)                   = 0.35 (adimensional)
Escoamento fluvial subcrítico: Fr < 1
```

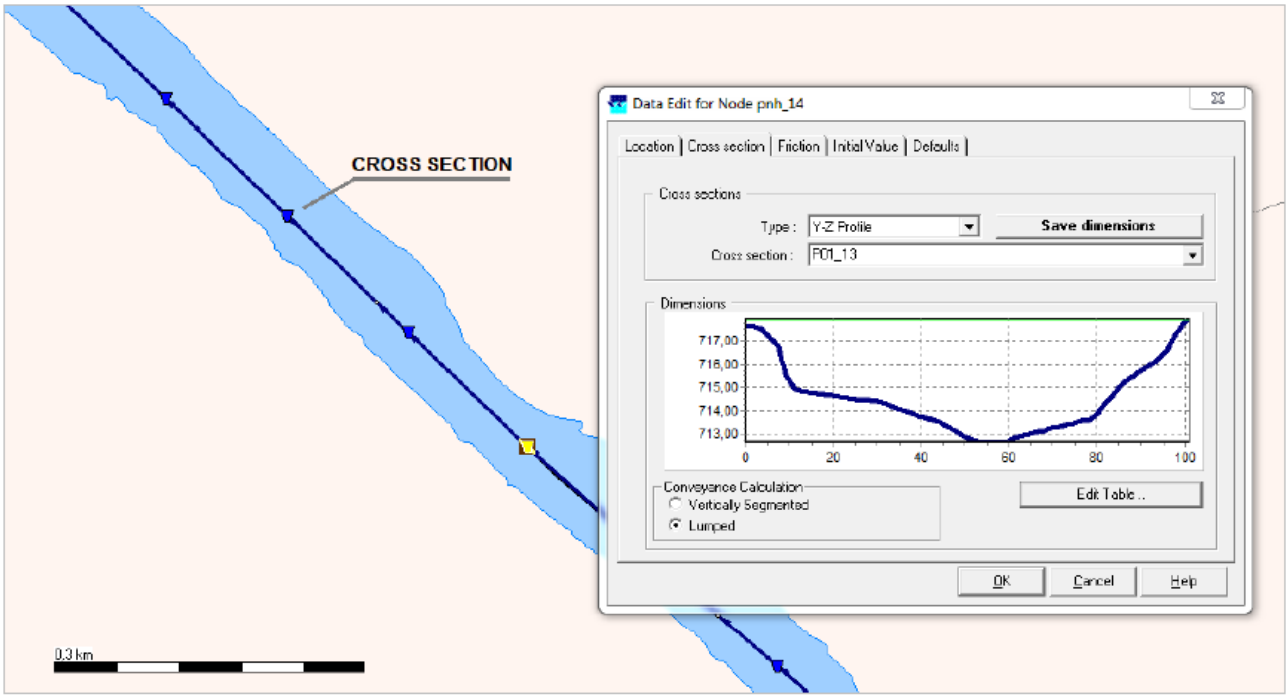
Estas serão as dimensões das seções adotadas para os rios Jucu e Santa Maria no setup da modelagem hidrológica

2.3.3. INSERÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS NO MODELO

As seções transversais foram inseridas no modelo de acordo com as informações apresentadas nos itens anteriores. As localizações das seções transversais foram carregadas no modelo (através do mapa de fundo) e as seções transversais foram inseridas de acordo com a localização exata do levantamento original.

Estas informações foram inseridas manualmente e a configuração do modelo é exemplificada na Figura 36 a seguir.

Figura 36 – Exemplo de Seção Transversal Inserida no Modelo SOBEK



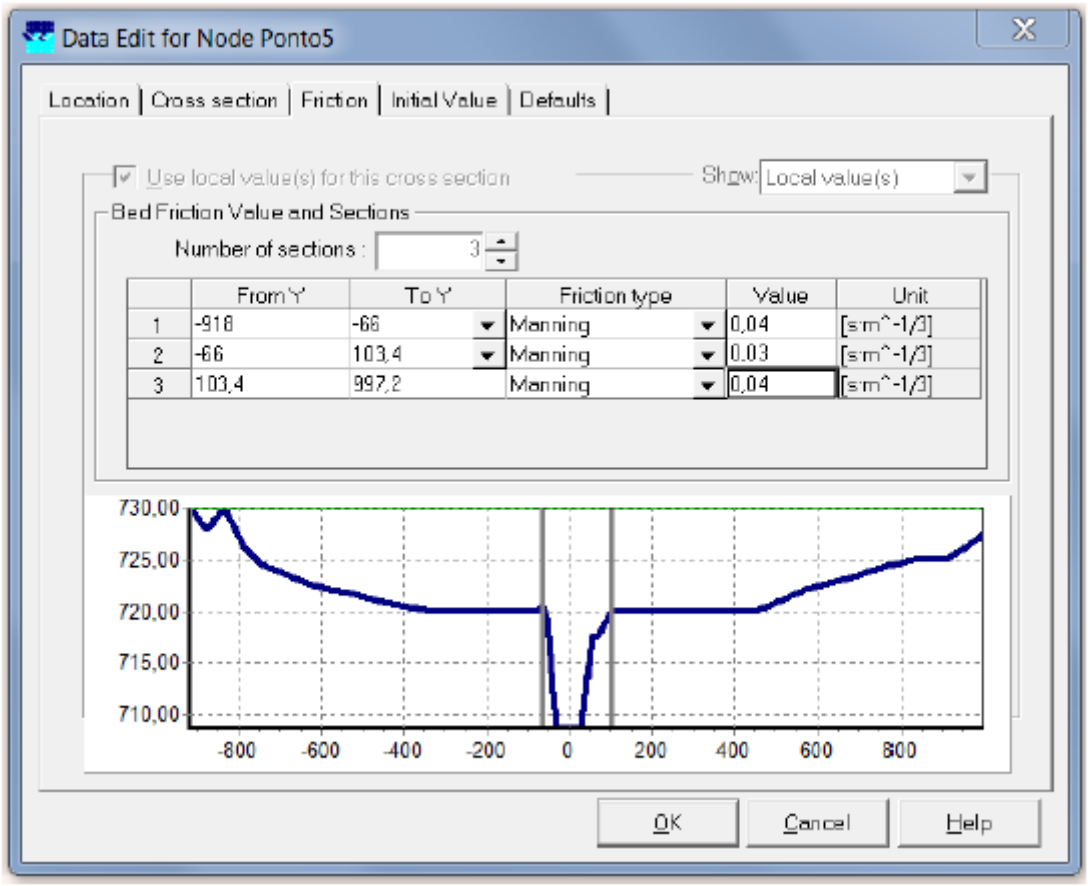
Os perfis de seção transversal são geralmente fornecidos no formato de tabela (perfil transversal YZ). A interface do SOBEK apresenta tipos distintos de seções transversais para facilitar a inserção no modelo, como por exemplo: seções trapezoidais (simétricas ou assimétricas), redondas, ovais, retangulares, elípticas, arcos, entre outros.

2.3.4. COEFICIENTE DE MANNING

A rugosidade é o coeficiente que define o atrito entre a água que flui e a superfície do canal. Como tal, ele exerce uma força na água que flui na direção oposta à direção do fluxo de água. O Módulo SOBEK FLOW permite o uso de várias opções de parâmetros de rugosidade, como: Chézy,

Manning, Strickler, White-Colebrook, Bos-Bijkerk. Para o modelo desse estudo, o conceito Manning foi aplicado. Os valores de rugosidade podem ser definidos para cada seção transversal individual. Além disso, alguns formatos de perfil de seção transversal permitem a variação dos valores de Manning ao longo da seção. Essa funcionalidade é importante quando as seções têm combinações de tipos de superfície, como concreto e vegetação. O uso dessa funcionalidade é mostrado na Figura 37 a seguir.

Figura 37 – Exemplo do quadro de atrito (manning) dentro da Interface do SOBEK.



Os fatores que podem exercer a maior influência sobre o coeficiente de rugosidade em canais artificiais e naturais são citados por Chow (1959). A rugosidade básica é determinada de acordo com o material presente ao longo do perímetro molhado.

Para o modelo preliminar o valor de coeficiente de Manning adotado foi de 0,040 s $m^{-1/3}$. Este valor é referente a um corpo hídrico estreito com margens arenosas e argilosas, fundo e seções

transversais irregulares e com vegetação nas margens conforme indicado em (VEM TE CHOW, 1985).

2.3.5. MÉTODO DO SCS E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Para a realização dos estudos hidrológicos e hidráulicos foi implementada uma modelagem numérica utilizando o modelo SOBEK da Delft Hydraulics. Este modelo é apresentado e descrito na próxima seção.

O modelo SOBEK utiliza, dentre outros métodos, o Método SCS. Este método foi desenvolvido pelo "National Resources Conservation Center" dos EUA (antigo "Soil Conservation Service" – SCS) e ele é aplicável para bacias com áreas de até 280 km² (TOMAZ, 2011).

Neste método o escoamento superficial ou chuva excedente em (mm) é calculada pela seguinte equação:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

Onde:

Q = escoamento superficial ou chuva excedente (mm);

P = precipitação (mm);

I_a = perdas iniciais (mm), inclui todas as perdas associadas a: água retida nas depressões do terreno, interceptada pela vegetação, evaporada e infiltrada;

S = potencial máximo de retenção após começar o escoamento (mm).

O valor de I_a foi determinado empiricamente por:

$$I_a = 0{,}2 \times S$$

Portanto:

$$Q = \frac{(P - 0{,}2 \times S)^2}{(P - 0{,}8 \times S)}$$

Sendo:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Para P < 0,2S o valor de Q = 0.

Nas equações acima o valor do CN (número de curva ou, em inglês, “curve number”) é caraterístico para cada tipo de solo. Sua escolha deve ser definida por meio da atribuição do tipo de solo e das condições de uso e ocupação do solo. As condições de umidade inicial do solo da bacia podem ser de três tipos (TOMAZ, 2011):

- Condição I: situação na qual os solos da bacia estão secos, porém não até o ponto de murchamento das plantas;
- Condição II: situação média das condições dos solos das bacias que precederam a ocorrência de cheia máxima anual em numerosas bacias.
- Condição III: chuva intensa nos 5 dias anteriores a tormenta, e o solo está quase saturado.

Segundo Tucci (2004), os solos brasileiros podem ser classificados em quatro grupos, de acordo com sua capacidade de infiltração e geologia:

- Solo A: produz baixo escoamento superficial e alta infiltração. São solos arenosos profundos com pouco silte e argila;
- Solo B: menos permeáveis do que o A. São solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média;
- Solo C: geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila, pouco profundo;
- Solo D: contém argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando maior proporção de escoamento superficial.

Sartori et al (2005) apresenta um quadro (reproduzida na Figura 38) que permite enquadrar os solos em classes de grupo hidrológico para as condições brasileiras.

Tucci (2004) apresenta os valores de CN para bacia urbanas, suburbanas e rurais (reproduzidas na Figura 39), para a condição II de umidade antecedente. A partir dessa atribuição define-se o CN correspondente à área de estudo.

Os números de CNs apresentados na Figura 39 se referem as condições normais chamada condição II. Contudo, se o solo antecedente estiver seco ou úmido deve-se aplicar as correções do número CN, conforme Figura 40, Prakash et al., 1996.

Figura 38 – Enquadramento das atuais classes gerais de solo nos grupos hidrológicos de solo A, B, C e D, fonte: Sartori et al (2005).

Grupo hidrológico do solo	Classes Gerais de solo
A	LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso;
B	LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZÊNICO; ARGILOSSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa, argilosa/muito argilosa, que não apresentam mudança textural abrupta;
C	ARGILOSSOLOS pouco profundos, mas não apresentando mudança. textural abrupta ou ARGILOSSOLO VERMELHO, ARGILOSO; VERMELHO AMARELO e ARGILOSSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural; CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS; ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO;
D	NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no grupo C; ARGILOSSOLO VERMELHO AMARELO e ARGILOSO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.

Figura 39 – Valores de CN para bacia urbanas e suburbanas e rurais, fonte: Tucci (2004).

Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas

Utilização ou cobertura do solo	Grupo de solos A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação do solo	72	81	88	91
com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Floresta: cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50% a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de (m^2) % média impermeável				
<500 65	77	85	90	92
1000 38	61	75	83	87
1300 30	57	72	81	86
2000 25	54	70	80	85
4000 20	51	68	79	84
Parques de estacionamentos, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Valores dos números CN da curva de runoff para bacias rurais

Uso do solo	Superfície do solo	Grupo do Solo A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curva de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Figura 40 – Correspondência entre os números da curva de escoamento para as três condições de umidade antecedente, fonte: Prakash et al. (1996).

Condição II	Condição I	Condição III	Condição II	Condição I	Condição III	Condição II	Condição I	Condição III
100	100	100	74	55	88	48	29	68
99	97	100	73	54	87	47	28	67
98	94	99	72	53	86	46	27	66
97	91	99	71	52	86	45	26	65
96	89	99	70	51	85	44	25	64
95	87	98	69	50	84	43	25	63
94	85	98	68	48	84	42	24	62
93	83	98	67	47	83	41	23	61
92	81	97	66	46	82	40	22	60
91	80	97	65	45	82	39	21	59
90	78	96	64	44	81	38	21	58
89	76	96	63	43	80	37	20	57
88	75	95	62	42	79	36	19	56
87	73	95	61	41	78	35	18	55
86	72	94	60	40	78	34	18	54
85	70	94	59	39	77	33	17	53
84	68	93	58	38	76	32	16	52
83	67	93	57	37	75	31	16	51
82	66	92	56	36	75	30	15	50
81	64	92	55	35	74			
80	63	91	54	34	73	25	12	43
79	62	91	53	33	72	20	9	37
78	60	90	52	32	71	15	6	30
77	59	89	51	31	70	10	4	22
76	58	88	50	31	70	5	2	13
75	57	88	49	30	69	0	0	0

Conforme será apresentado no capítulo seguinte, este estudo utiliza o modelo numérico hidrológico SOBEK. Para a utilização deste modelo não há a necessidade de transformar o CN para as condições I ou III. Deve-se utilizar o CN da condição II escolher qual é a condição inicial: I (solo seco) ou II (solo quase saturado), caso haja necessidade.

2.3.6. DECLIVIDADE

O Modelo SOBEK, dentro do método SCS, descrito no item anterior, ainda utiliza a declividade média de cada bacia hidrográfica inserida.

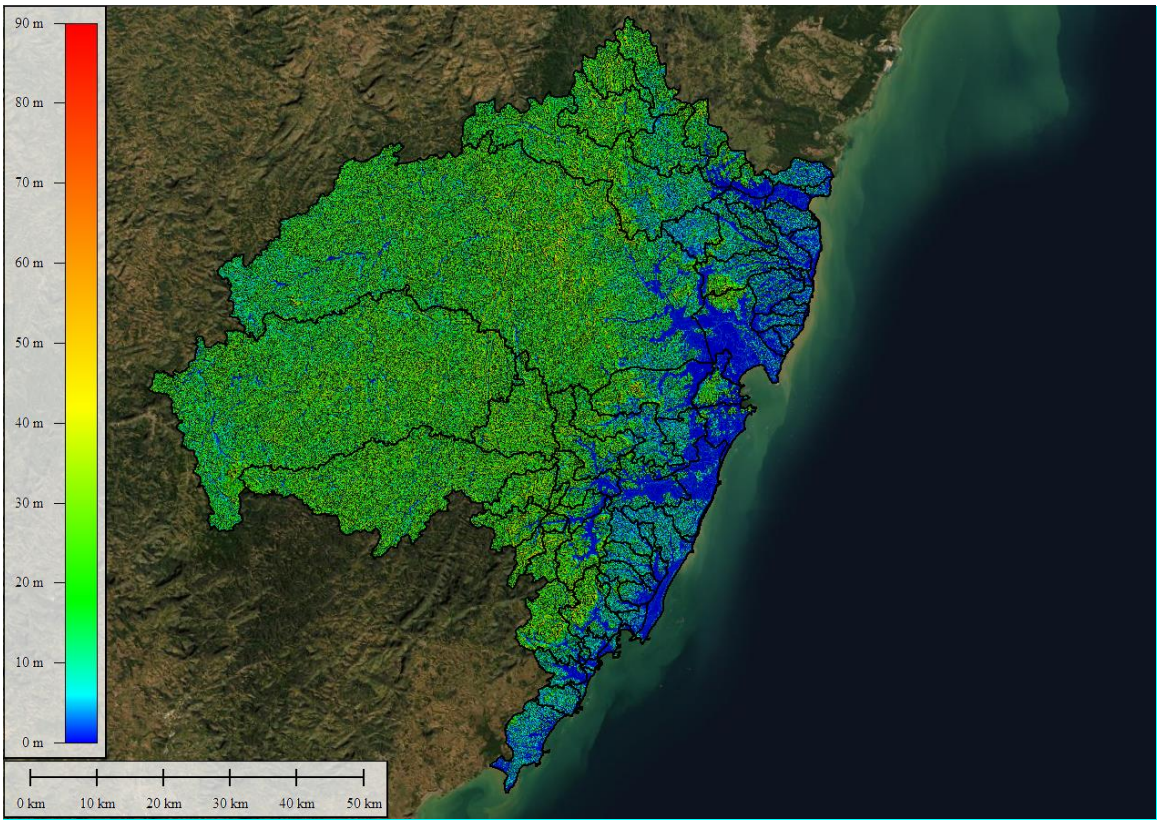
Para calcular a declividade (slope) foram utilizadas algumas ferramentas do software ArcGIS, conforme descrito nas etapas abaixo:

- 1ª Etapa – Geração do “Raster 1”

Para gerar a declividade foi usada a ferramenta "*Slope*" (barra do 3D Analyst). Esta ferramenta cria um arquivo "*raster*" (ver Figura 41) com os valores de declividade para a região de interesse, a partir de um MDT (Modelo Digital de Terreno). Nesse estudo, foi utilizado o MDT proveniente do levantamento topográfico realiza pelo IEMA.

Para gerar esse arquivo "*raster"* deve-se colocar como input um outro arquivo "*raster"* contendo a topografia da região de interesse.

Figura 41 – Raster de declividade obtido através da topografia



- 2ª Etapa – Tabela de Resultados

Para calcular a declividade média de cada sub-bacia e para se obter os resultados em um quadro, foi usada a ferramenta "*Zonal Statistics as Tabel*" (barra *do Spatial Analyst Tools*). Essa ferramenta cria um quadro com as informações da sub-bacia e os resultados do "*raster"* criado na etapa anterior. Ao usar essa ferramenta deve-se colocar como input o "*raster*", gerado anteriormente, e o shape das sub-bacias.

- 3ª Etapa – Conversão dos Dados

Ao obter os resultados do ArcGIS, ainda foi feito um processo de conversão de unidade dos dados gerados, pois o ArcGIS gera os dados de declividade em graus e, para a aplicação no SOBEK, é necessário que a declividade esteja em "metros por metro", portanto, utilizamos a seguinte fórmula:

$$Slope = \tan[(grau\ x\ pi)/180)]$$

2.3.7. DELIMITAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS – MODELO PRELIMINAR

Para a delimitação das bacias hidrográficas que foram utilizadas no modelo hidrológico preliminar do PDAU-RMGV, foram utilizados dados topográficos com 2 m de resolução espacial, proveniente dos Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), bem como traçados pré-existentes feitos por diversos órgãos competentes, com o Instituto Jones do Santos Neves (IJSN), o Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), a Agência Nacional de Águas (ANA), e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além disso, foram analisados os mapas de suscetibilidade à inundação proveniente do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), como contribuição para a validação das delimitações realizadas.

Estes dados foram compatibilizados com as imagens de satélite adquiridas no âmbito do produto “P.2 - Base Georreferenciada de Dados”, cuja resolução espacial refere-se a 0.50m em sensor PAN (pancromático), mapeando o estado ao longo dos anos de 2019 a 2020. O satélite utilizado para aquisição das imagens foi o da Constelação Kompsat (Korean Multi-Purpose Satellite).

A partir da compatibilização das informações obtidas, principalmente no que tange aos shapefiles dos traçados das bacias, dos rios e dos municípios, bem como Modelos Digitais de Terrenos (MDT), disponíveis nos sites dos respectivos órgãos na data de emissão deste relatório, as bacias presentes na área de estudo foram discretizadas e seus limites refinados, com foco nos principais corpos hídricos da região.

Para a delimitação das bacias hidrográficas foi utilizado o software Global Mapper, os arquivos topográficos referentes aos MDTs e os shapefiles de hidrografia com traçados pré-existentes.

Na Figura 42 a seguir, são apresentas as principais bacias hidrográficas delimitadas nesta etapa do trabalho, além das Áreas de Escoamento Difuso (AED) definidas como sendo as áreas planas de interflúvios, que não apresentam talvegues claramente definidos na resolução de trabalho, seja por suas características geomorfológicas, seja por intervenções antrópicas.

Figura 42 – Delimitação das bacias hidrográficas selecionadas para o modelo preliminar.



2.3.8. RESULTADOS DA MODELAGEM PRELIMINAR

Nesta seção são apresentados alguns resultados preliminares das simulações realizadas com o modelo SOBEK, tendo como entrada os dados secundários disponíveis até o momento.

Esses resultados têm como principal intuito demonstrar os principais tipos de resultados que podem ser extraídos do modelo.

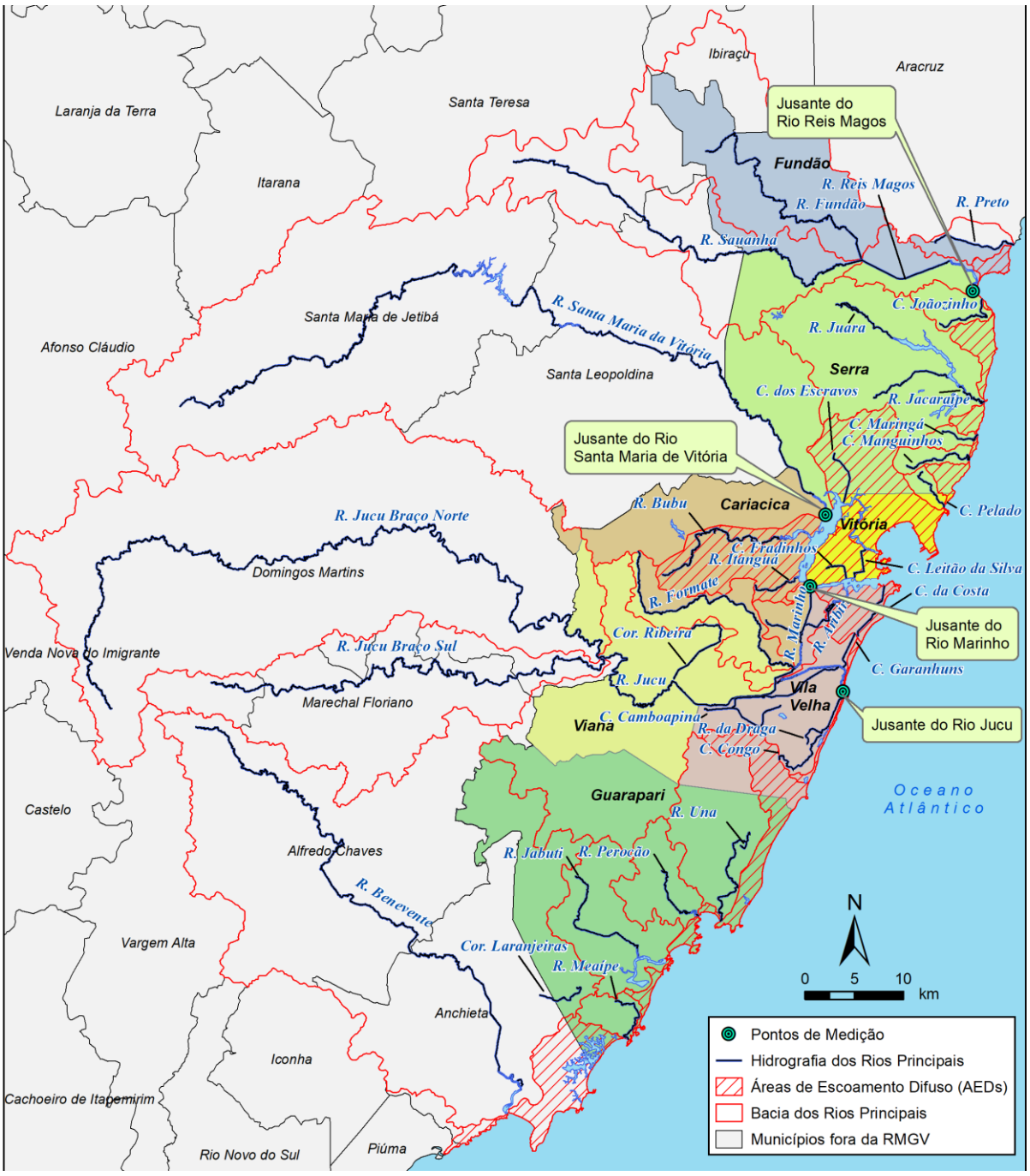
Como o modelo ainda não foi calibrado e existe uma carência grande de informações, principalmente referentes às características das calhas dos rios, os valores apresentados devem ser considerados como resultados preliminares a serem refinados na medida em que novos dados forem obtidos.

2.3.9. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Os resultados obtidos através da modelagem hidrológica, referentes aos eventos dezembro de 2013, dezembro de 2017 e março de 2020, são mostrados a seguir.

Os resultados de vazão, foram extraídos de quatro pontos de medição de vazão, presente no modelo SOBEK, considerados importantes de acordo com a relevância do rio na região metropolitana. A Figura 43 a seguir mostra a localização dos pontos onde foram extraídos os valores de vazão.

Figura 43 – Localização dos pontos de comparação de vazão.



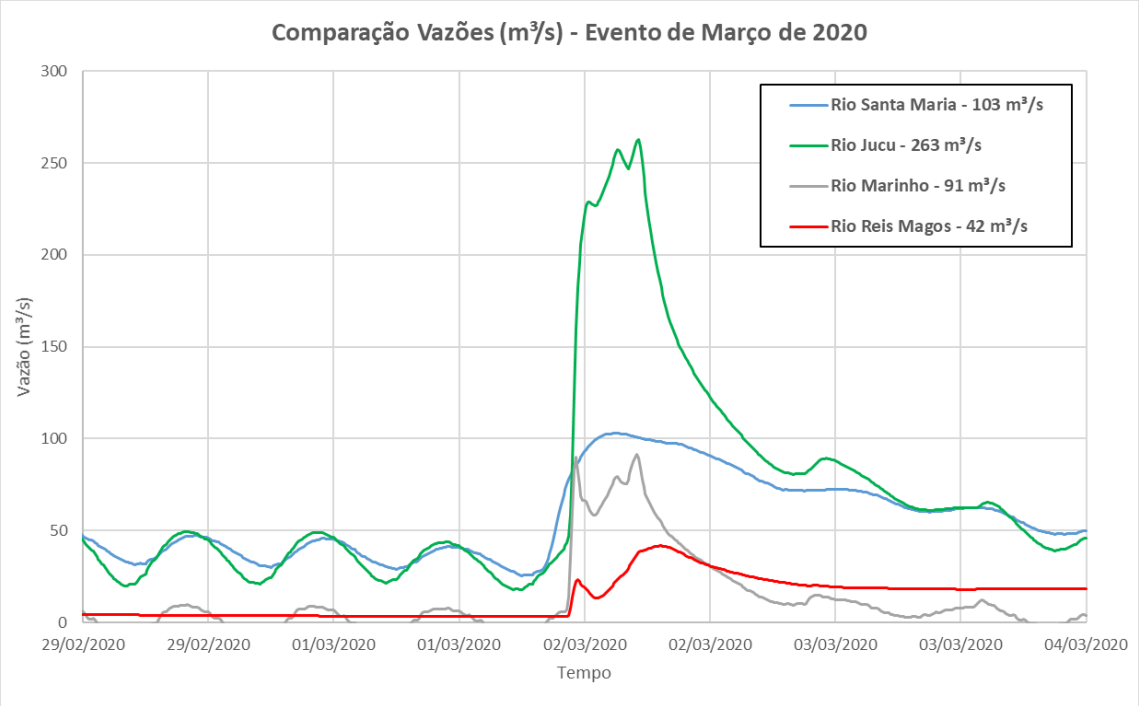
As simulações realizadas para os eventos dezembro de 2013, dezembro de 2017 e março de 2020 mostram (no Quadro 4) os valores máximos de vazão observados nos pontos de interesse, localizados no modelo SOBEK.

Quadro 4 – Comparação dos valores de vazão nos pontos de interesse.

Local	Dez/13	Dez/17	Mar/20
Jusante do Rio Santa Maria de Vitória	200	123	103
Jusante do Rio Jucu	565	343	263
Jusante do Rio Marinho	422	129	91
Jusante do Rio Reis Magos	289	53	42

A Figura 44, mostra o gráfico da vazão nos pontos de interesse, durante o evento de chuva de março de 2020.

Figura 44 – Gráfico dos valores de vazão medidos nos pontos de interesse.



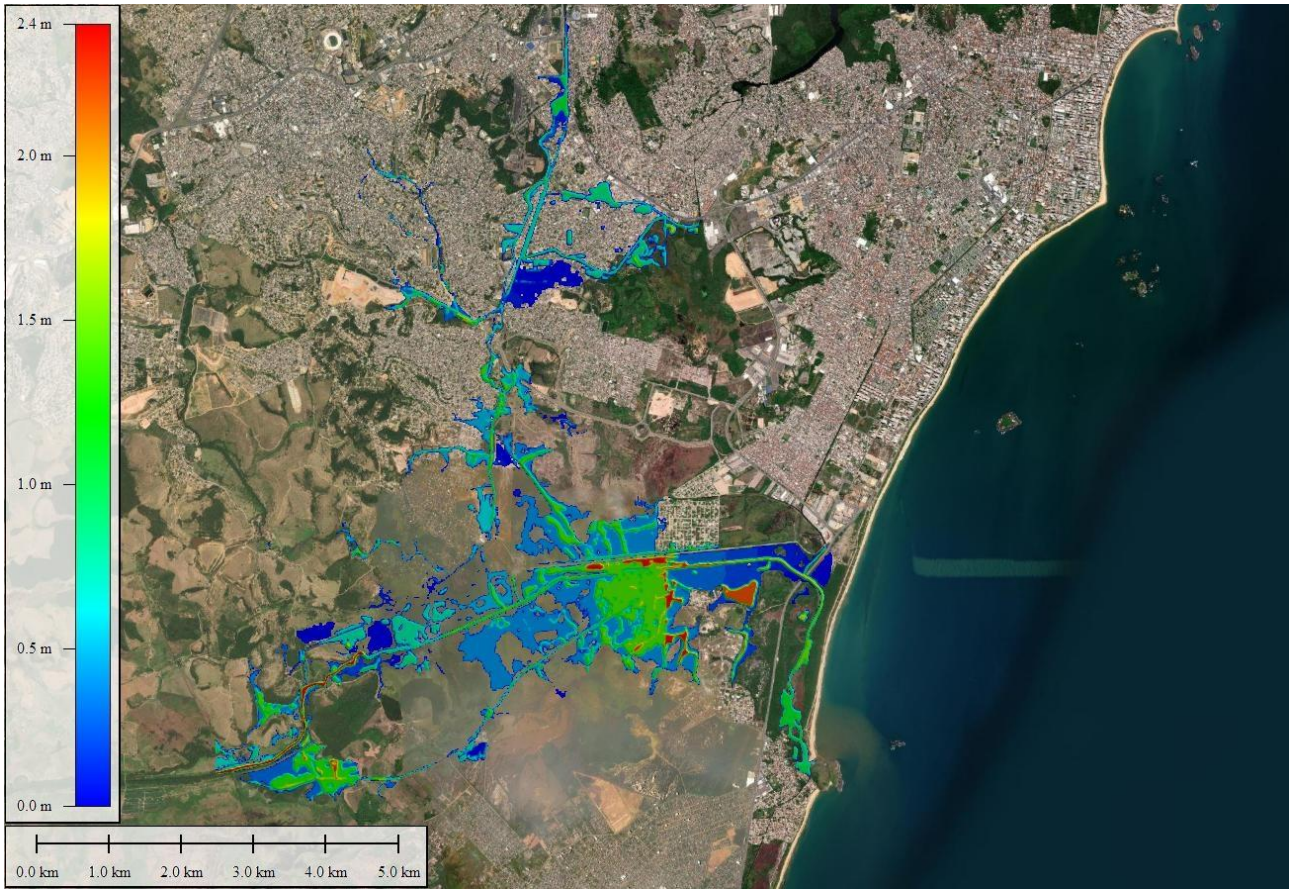
As manchas de inundação resultantes das simulações, são apresentadas nos itens subsequentes.

2.3.10. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES - BACIA DO RIO JUCU

Os resultados obtidos através da modelagem hidrológica preliminar, referentes ao evento de março de 2020, são mostrados abaixo.

A Figura 45, mostra a mancha de inundação da simulação do evento de março de 2020, na região do Rio Marinho, escolhido devido ao histórico com problemas de inundações.

Figura 45 – Mancha de inundação (Altura da lâmina d'água e cota do nível d'água) do evento de março de 2020.



2.3.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DA MODELAGEM

As simulações realizadas nessa etapa do estudo, foram realizadas apenas com a utilização de dados secundários obtidos durantes as etapas anteriores do projeto.

Os resultados apresentados têm o intuito principal de demonstrar os principais tipos de resultados que podem ser extraídos do modelo.

Na próxima etapa de modelagem, serão acrescentados os dados que serão obtidos no levantamento de campo, que devem contribuir significativamente para o refinamento dos resultados, bem como serão feitas diversas melhorias no modelo como:

- Acréscimo das Estruturas Hidráulicas
- Discretização das Bacias Hidrográficas

- Acréscimo de novos secundários complementares que poderão ser obtidos junto às prefeituras
- Análise de Eventos Extremos

3. MEIOS FÍSICOS, BIOLÓGICOS E SOCIOECONÔMICOS

3.1. MEIO BIÓTICO

No contexto do PDAU, a elaboração do diagnóstico do meio biótico busca identificar suas interfaces com as águas urbanas, levando em consideração a complexidade dessa análise, porque é fundamental manter o foco nos aspectos relevantes para este plano. Para tanto, esta seção trabalha com as questões norteadoras reunidas no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5- Unidades de Conservação localizadas na RMGV

Tema Aglutinador	Perguntas-orientadoras
Bioma	Como se caracteriza? Quais são os principais tipos de áreas naturais e não naturais e como se distribuem? Como se dá o uso e a ocupação do solo, com destaque para as áreas naturais?
Áreas Protegidas	Quais são as áreas prioritárias para a conservação? Quais são as unidades de conservação existente e como se caracterizam? Onde se localizam os principais fragmentos florestais não articulados em áreas protegidas?
Fauna e Flora	Como se distribuem e quais são as áreas com maior interesse para a conservação? Quais são as espécies e espécimes sob risco de extinção?
Ecossistema Aquático	Como se caracterizam e de que maneira eles sofrem a influência das águas urbanas? Quais são as áreas de maior fragilidade?

Fonte: Equipe de projeto.

De modo a compatibilizar as diferentes escalas das análises já existentes, a caracterização e o diagnóstico do meio biótico buscaram conjugar os planos, projetos, arranjos e iniciativas através das seguintes escalas:

- **Escala Macrorregional:** ultrapassa os limites da RMGV, composta pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, apontando as articulações com o restante do Estado do Espírito Santo, outros estados brasileiros e contexto nacional;
- **Escala Metropolitana:** RMGV enquanto unidade de análise, sendo os sete municípios considerados enquanto articulados;
- **Escala Bacias Hidrográficas:** vislumbrando as bacias hidrográficas que atravessam e recortam a RMGV, trazendo influências das regiões a montante da área de estudo;
- **Escala Municipal:** detalhamento de cada um dos setes municípios da RMGV, procurando apresentar e detalhar as realidades locais.

Ao final, após a apresentação desses detalhamentos, a seção Análise Integrada do Meio Biótico aponta os principais pontos observados, os quais perpassam as escalas definidas e buscam compor o quadro geral da RMGV. O objetivo é apresentar como a vegetação característica do bioma, as unidades de preservação e outras características abordadas que constituem fatores intervenientes nos recursos hídricos objeto desse trabalho. Interessam os aspectos quantitativos, principalmente a influência nas vazões de pico de cheia que causam inundações em áreas vulneráveis, além de aspectos qualitativos, como a produção, a retenção e o transporte de sedimentos. Em suma, a relação da água com as características atuais das feições de interesse dentro do bioma Mata Atlântica.

Trata-se da primeira versão do diagnóstico a ser completada com o avançar da aquisição de dados que permitirão verificar quantitativamente as manchas de ocupação urbana, as áreas de preservação permanente conforme a legislação em vigor e as Unidades de Conservação.

3.1.1. ESCALA MACRORREGIONAL

O estado do Espírito Santo encontra-se completamente inserido no bioma Mata Atlântica. Trata-se de um bioma delimitado oficialmente a partir da Lei federal nº. 11.428/2005 e do Decreto nº 6.660/2008, abarcando 17 Estados e cerca de 15,5 % do território brasileiro. Em termos gerais, apresenta grau elevado de fragmentação de paisagem e somente 7% dos remanescentes estão em bom estado de conservação com áreas superiores a 100 hectares (MMA, 2015). O Quadro 6 a seguir traz os tipos de formações florestais existentes para a Mata Atlântica.

Quadro 6 – Formações Florestais da Mata Atlântica

Formação Florestal	Características
Floresta Ombrófila Densa	Recobre uma área de 3.124.300 ha ou 68,5% do território do Estado, que possui clima ombrófilo e dependente de chuva, sem período biologicamente seco durante o ano e excepcionalmente com 2 meses de umidade escassa, com grande umidade concentrada nos ambientes dissecados das serras. As temperaturas médias oscilam entre 22 e 25ºC. Esta região é subdividida em quatro formações, de acordo com as diferenças de topografia e fisionomias florestais: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Montana, Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana.
Floresta Ombrófila Aberta	A fisionomia florestal é de árvores mais espaçadas, com estrato arbustivo pouco denso, apresentando clima com mais de 2 e menos de 4 meses secos, temperatura média de 24 e 25ºC. No Espírito Santo, este tipo de floresta é encontrado em pequenas áreas localizadas a noroeste e a sudeste, ocupando 130.800 ha ou 2,87% da extensão territorial do Estado.

Formação Florestal	Características
Floresta Estacional Semidecidual	Fitofisionomia determinada por duas estações, uma chuvosa e outra seca, que condicionam a sazonalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes. A porcentagem de árvores caducifólias no conjunto situa-se entre 20 e 50%. É subdividida em quatro formações, sendo que somente duas delas são encontradas no Estado do Espírito Santo: a Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual Submontana.
Refúgios Ecológicos	Agrupamentos vegetais que destoam da fitofisionomia predominante de determinada região. Os refúgios ecológicos podem ser divididos em Montano e Alto Montano, sendo que no Estado ocorre somente este último
Savanas	Áreas cobertas por savanas no Estado são consideradas como de origem paleogeográfica. Ocorrem em uma pequena área ao norte da cidade de Linhares, na Reserva Natural da Vale do Rio Doce, ocupando cerca de 30 km²
Formações Pioneiras	São as que recobrem os terrenos do quaternário recente (holoceno) e estão presentes ao longo do litoral, ao longo dos cursos d'água e ao redor de depressões fechadas que acumulam água, como os pântanos e as lagoas.

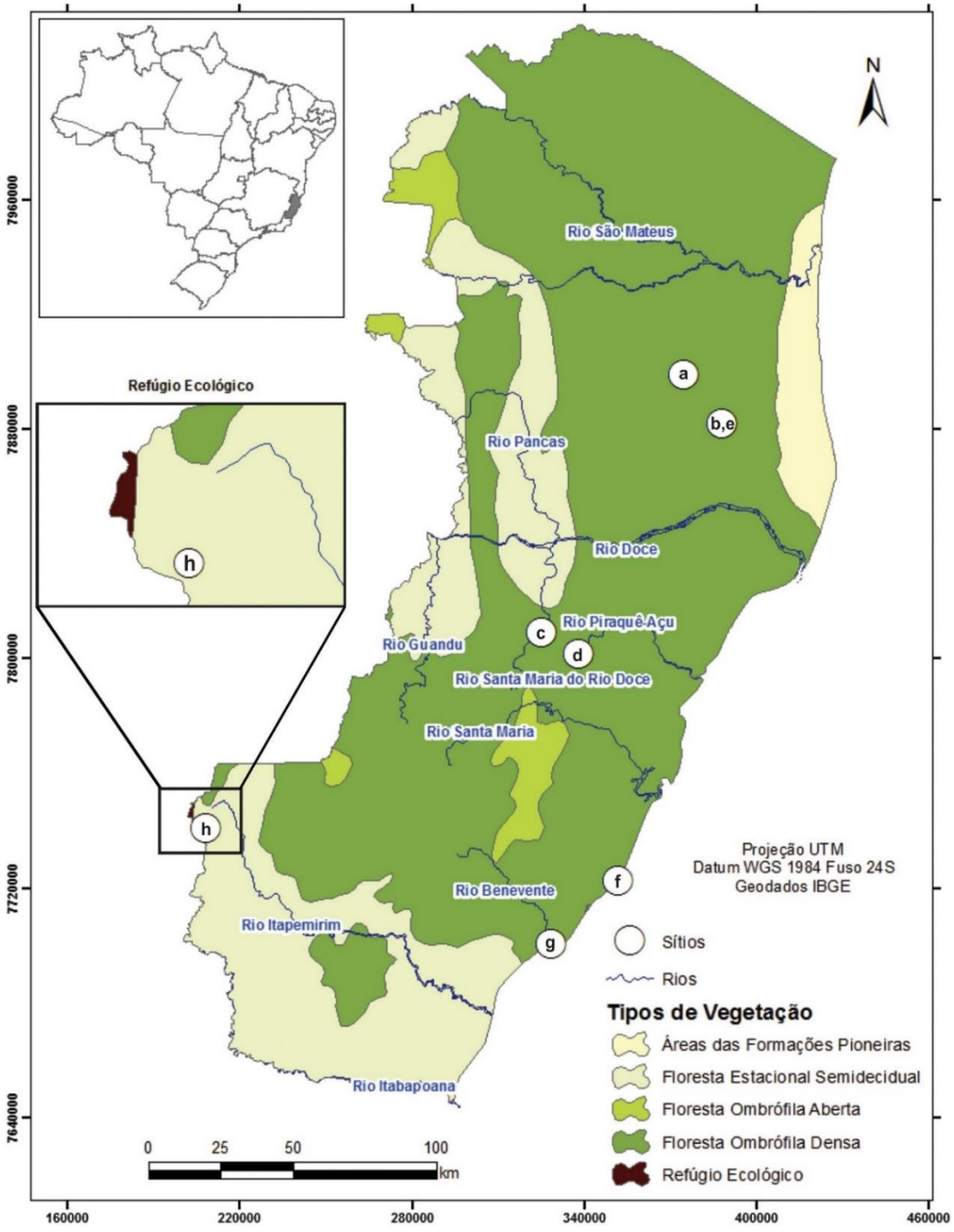
Fonte: Adaptado de Cepamar (2007a).

Com base no Mapa de Vegetação do Brasil 1:5.000.000 (IBGE, 2004), se observa a existência na RMGV de três tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Densa (D), Floresta Ombrófila Aberta (A) e Áreas de Formações Pioneiras. Garbin et al. (2017) ao analisar essas classificações as descreve com base nas especificidades do Espírito Santo, resultando na seguinte descrição para as Formações Pioneiras:

- Influência marinha: cordões arenosos e dunas que ocorrem ao longo do litoral, apresentando solos arenosos devido a deposição de areias marinhas, sendo cobertas por restingas. Nessa categoria são abarcadas várias fisionomias, com destaque para a interação com as águas marinhas, sejam as que se encontram permanentemente inundadas ou inundáveis em períodos sazonais. São categorias das restingas: herbácea não inundável, herbácea inundável, herbácea inundada, arbustiva fechada não inundável, arbustiva fechada inundável, arbustiva aberta não inundável, arbustiva aberta inundada, florestal não inundável, florestal inundável, e florestal inundada.
- Influência flúvio-marinha: ambiente halófilos da desembocadura de curso de água no mar, englobando os manguezais e suas variadas comunidades.
- Influência fluvial: faixas extensas ao longo dos rios de planícies aluviais periodicamente ou permanentemente inundadas, sendo cobertas por vegetação herbáceo-graminóide,

Todas essas categorias são de interesse do trabalho, por causa da sua relação com a água e seu regime, seja doce, salobra e salina, ao longo dos rios que se desenvolvem nas planícies litorâneas, nos mangues e até nos cordões litorâneos.

Figura 46 – Distribuição das Formações Florestais do Espírito Santo



Fonte: Garbin et al. (2017).

A seguir são indicadas algumas delimitações relacionadas à preservação e conservação da natureza de âmbito federal e internacional. Na seção de escala metropolitana, são apresentadas iniciativas semelhantes à nível estadual e que se relacionam com essas aqui apresentadas. O reconhecimento de áreas prioritárias para a conservação e de regiões com maior relevância ambiental são fundamentais para o desenvolvimento de ações de recuperação da vegetação, o que diminui a produção dos sedimentos que impactam os cursos d'água da RMGV.

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) abarca cerca de 78 milhões de hectares do território brasileiro, sendo 62 milhões de áreas terrestres e 16 milhões de áreas marinhas, referentes ao bioma da Mata Atlântica dos 17 estados brasileiros. Insere-se na Rede Mundial de Reservas da Biosfera, devido à importância para a conservação da biodiversidade no globo e a promoção do conhecimento e do desenvolvimento sustentável, estando vinculada ao Programa Homem e Biosfera-MAB (Man and the Biosphere). Possui o seguinte zoneamento:

- *Zonas Núcleo* – com função de proteção da biodiversidade, abarcam as Unidades de Conservação (UC) da categoria proteção integral;
- *Zonas de Amortecimento* – delimitadas ao redor das zonas núcleos, visam minimizar os impactos negativos sobre essas zonas, promovendo a qualidade de vida das populações da área;
- *Zonas de Transição* – envolvendo as zonas de amortecimento e zonas núcleo, são destinadas ao monitoramento, à educação ambiental e à integração das RBMA com o entorno;

Trata-se, portanto, de uma rede institucional de gestão descentralizada que considera o bioma Mata Atlântica como um todo, para além das divisas estaduais e municipais. A RBMA engloba os seguintes programas: 'Conservação e Pesquisa', 'Recursos Florestais', 'Águas e Florestas', 'Anuário Mata Atlântica', 'Políticas Públicas', 'Turismo Sustentável', 'Cooperação Internacional', 'Comunicação e Educação Ambiental' dentre outros.

A definição de Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade – também denominadas de Áreas Prioritárias para a Biodiversidade – é atribuição do Ministério do Meio Ambiente (MMA), servindo de importante instrumento de política pública para apoio a tomada de decisão. Deriva do Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) e da metodologia definida pelo Decreto nº 5.092/2004, estando atualmente na 2ª atualização finalizada em 2018.

A Portaria nº 463/2018 do MMA, aponta no art. 1º que a determinação dessas áreas prioritárias relaciona-se à formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades,

vinculadas ao Governo Federal relacionadas à: conservação *in situ* da biodiversidade, utilização sustentável de componentes da biodiversidade, repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado, pesquisa e inventários sobre a biodiversidade, recuperação de áreas degradadas e de espécies sobre-explotadas ou ameaçadas de extinção e valoração econômica da biodiversidade (MMA, 2018).

Com base nessa definição, o art. 2º classifica as áreas de acordo com a: I – importância biológica (extremamente alta, muito alta, alta e insuficientemente conhecida) e; II – prioridade de ação (extremamente alta, muito alta e alta) (MMA, 2018).

Também no âmbito do MMA, o Projeto Corredores Ecológicos (PCE) concebe uma forma de conectar áreas protegidas, partindo da noção de que grandes extensões de ecossistemas naturais são necessárias para a manutenção da biodiversidade e processos ecológicos e evolutivos. Um corredor ecológico é composto por uma rede de áreas protegidas e os interstícios – com graus variados de ocupação – que são articulam em áreas geográficas definidas para fins de planejamento e conservação, não se estruturando como unidades políticas ou administrativas (MMA, 2006). Trata-se de uma estratégia de gestão da paisagem que ultrapassa a fronteira das unidades de conservação e que se articula com outras áreas.

A definição de um corredor ecológico ou de biodiversidade parte de critérios biológicos como: a presença de espécies-chave de importância no contexto global, regional e local; a existência, a extensão e a quantidade de áreas protegidas; os tipos de uso do solo, a representatividade das comunidades bióticas, a diversidade das espécies, de ecossistemas e de hábitats e a presença de espécies ameaçadas e endêmicas (MMA, 2006).

Englobando a totalidade do estado do Espírito Santo e a porção sul do Estado da Bahia, o Corredor Central da Mata Atlântica (CCMA) estende-se por mais de 1.200 km, sendo um dos principais centros de endemismo do mundo, estando também listado como uma das 25 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (*hotspot*) do planeta (MMA, 2006). Apesar disso, possui apenas 7% da cobertura de vegetação original, potencializando a degradação da diversidade de ecossistemas existentes dentro do CCMA, englobando os terrestres (mosaicos de florestas e ecossistemas associados) ou costeiros e marinhos (manguezais, restingas e as áreas de recife de corais) (MMA, 2006).

A Figura 47 seguir traz essas unidades de análise ambiental.

Por fim, no âmbito estadual o Decreto nº 1.499-R/2005, homologa a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo, estando as quantidades de espécies sob risco de extinção detalhados no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 – Quantidades de espécies capixabas sob risco de extinção

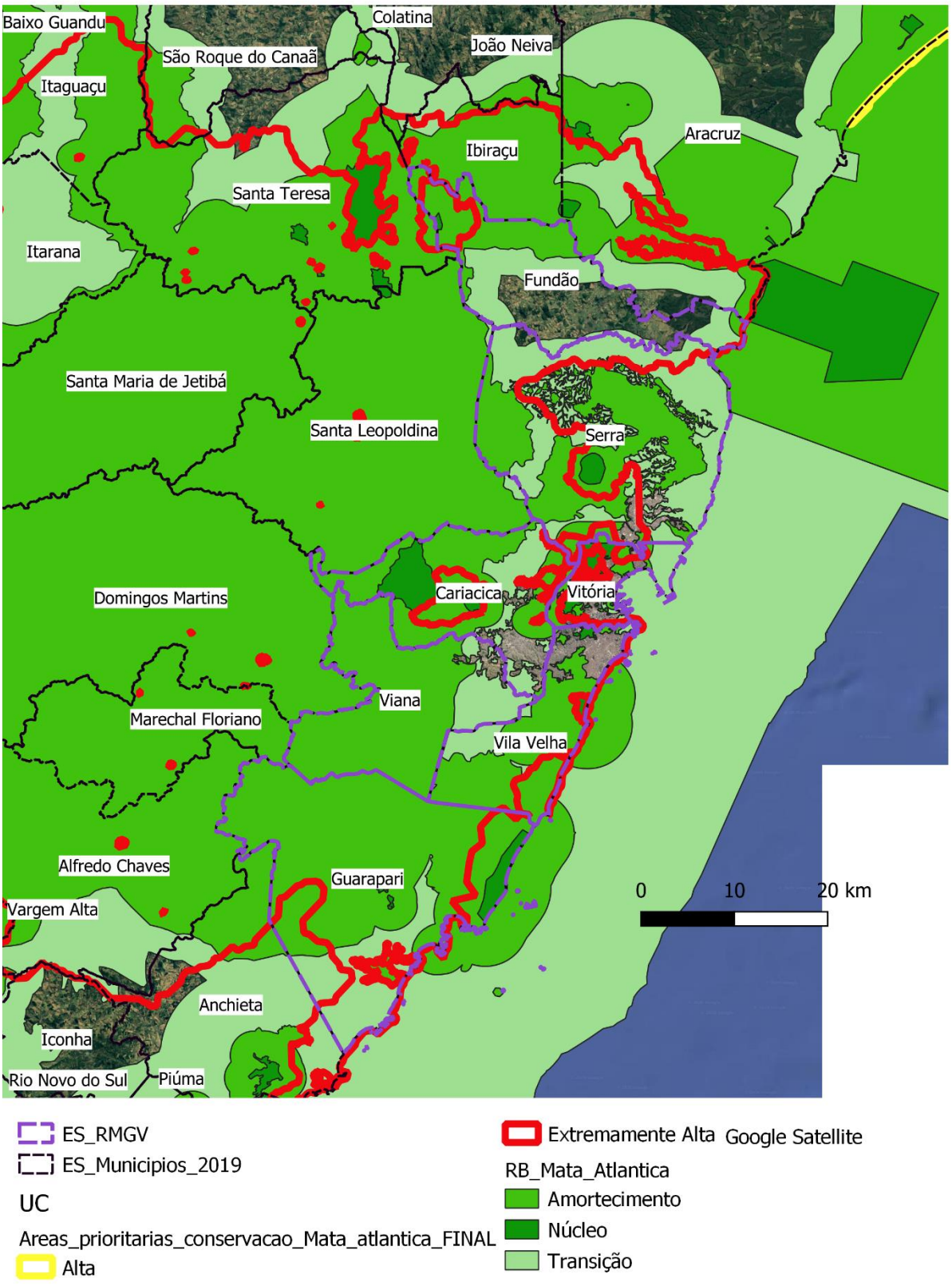
Situação	Flora	Fauna	Total
Criticamente em perigo	171	85	256
Em perigo	222	36	258
Vulneráveis	360	76	436
Total	-	-	950

Fonte: Decreto nº 1.499-R/2006 (IEMA, 2006).

Verifica-se que na escala macrorregional a RMGV se articula com regiões de relevância ambiental, instituídas tanto em nível federal quanto reconhecidas internacionalmente. Essa escala dá diretrizes para as inferiores e, inicia-se com o detalhamento da escala metropolitana ao apresentar iniciativas, planos e programas estaduais, o que permite uma análise dos mecanismos que buscam consolidar a conservação da natureza e, por consequência o recurso hídrico. Assim, neste diagnóstico parte-se do princípio de que a preservação e a recuperação da vegetação têm impacto positivo nos recursos hídricos, inclusive no seu regime e, particularmente, na atenuação de cheias.

Adiante neste trabalho, as proposições quanto às medidas não estruturais abordarão seguramente a questão da infraestrutura verde e a recuperação da vegetação. Estudos que serão mostrados oportunamente adiante asseguram que bacias hidrográficas resilientes são as que possuem ecossistemas recuperados ou em recuperação.

Figura 47 – Reserva da Biosfera Mata Atlântica e Áreas Prioritárias para a Conservação MMA



3.1.2. ESCALA METROPOLITANA

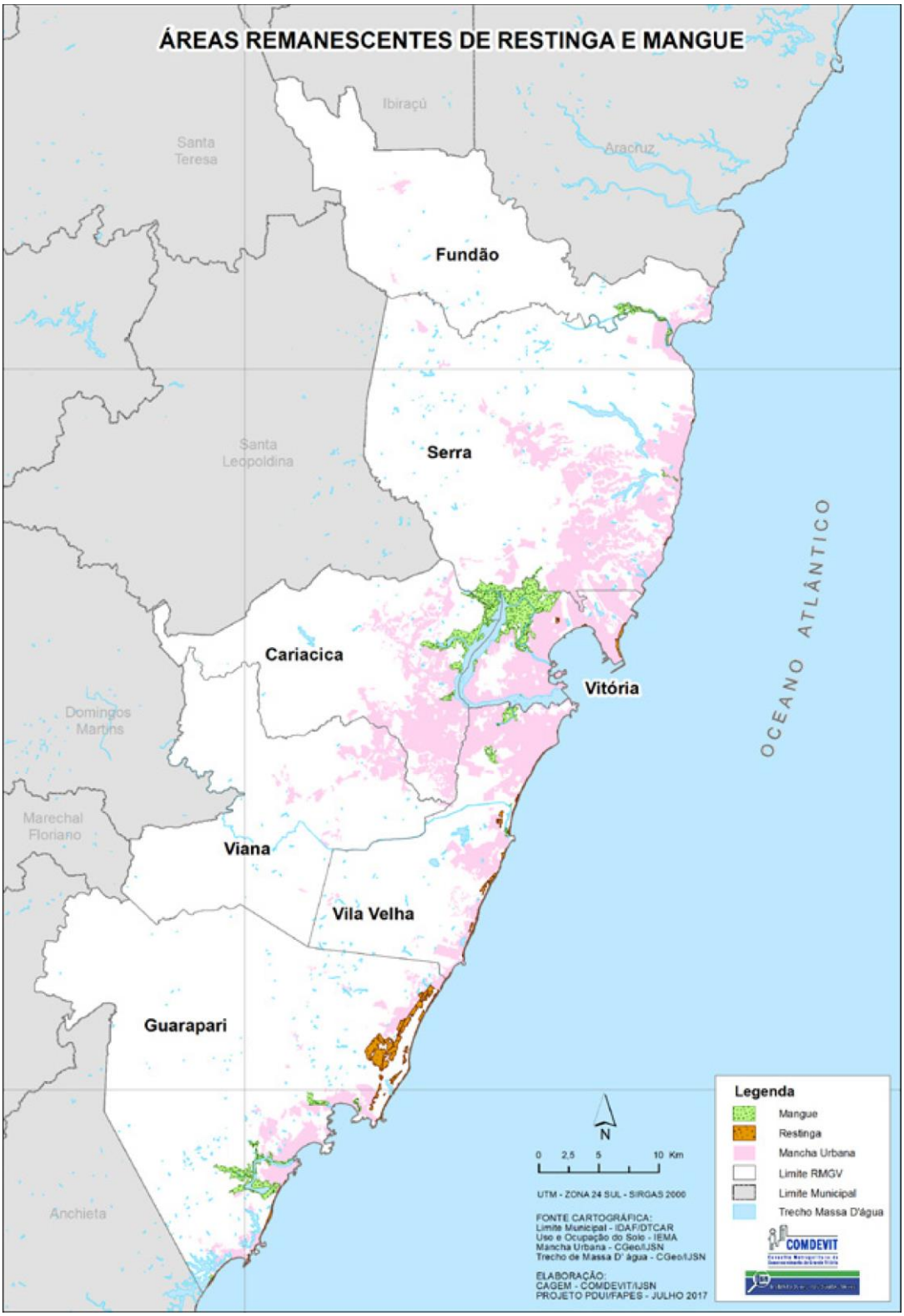
Na escala da RMGV, são avaliadas as iniciativas de conservação e priorização conduzidas pelo governo do estado. Partem, contudo, do entendimento da importância da preservação dos remanescentes florestais que resumidamente consistem em áreas de vegetação contíguas isoladas por ocupações antrópicas. O reconhecimento desses locais e a sua gestão integrada compõem uma estratégia importante que beneficia os recursos hídricos. Também são apresentadas nesta seção programas e avaliações que buscam recompor a vegetação, principalmente a partir da restauração florestal.

Nota-se que os fragmentos florestais podem apresentar ou não regimes especiais de proteção, configurando áreas protegidas (AP). A delimitação e a instituição de Unidades de Conservação (UC) favorecem a conservação dessas áreas, por exemplo, ao imporem zoneamentos com usos restritos. Além dessas, também ocorrer as áreas de proteção permanente (APP) definidas através da Lei Federal nº 12.651/2012 que institui o Código Florestal, definindo um regime de proteção as faixas marginais dos cursos d'água, entre outros casos. Há também áreas reconhecidas por cada um dos municípios através dos respectivos Planos Diretores, que estabelecem zoneamentos com a restrição de usos de acordo com o tipo de zona, sendo que essas definições são apresentadas na seção escala municipal.

Nesta versão do diagnóstico as feições de interesse para o trabalho são apresentadas de modo preliminar, permitindo a contextualização da sua ocupação. Com o desenvolvimento das análises, será possível detalhar na escala da UTAP essa distribuição espacial.

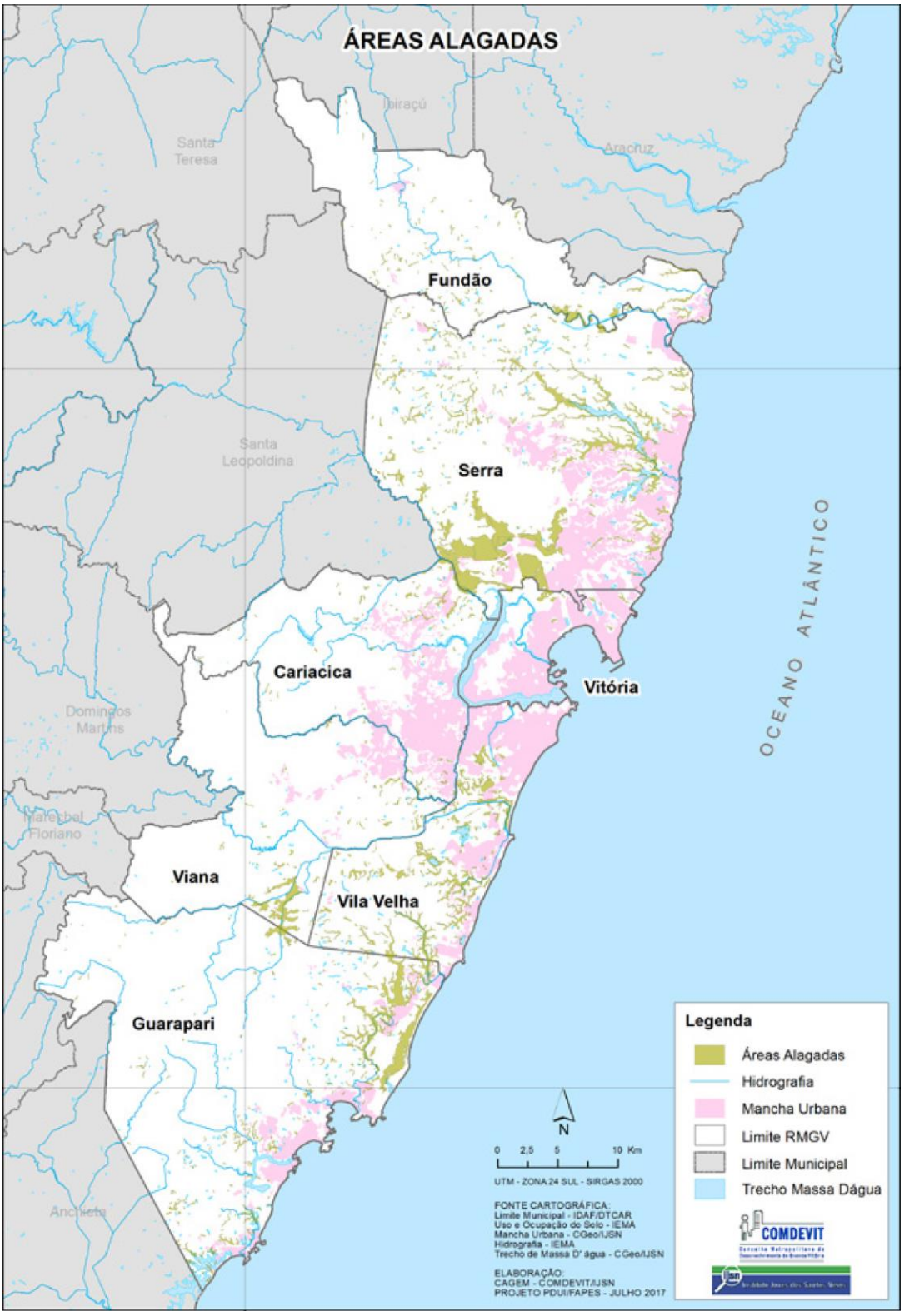
De maneira geral, cabe mencionar a importância das áreas alagadas, apicum, restingas e manguezais, entre outros ecossistemas principalmente na região costeira da RMGV, onde se concentra a ocupação urbana e os vetores de pressão antrópicos. A Figura 48 e a Figura 49 a seguir, retiradas do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da RMGV, permitem uma primeira avaliação da distribuição dessas fisionomias vegetais.

Figura 48 – Áreas remanescentes de restinga e mangue na RMGV



Fonte: PDUI (IJSN, 2018).

Figura 49 – Áreas alagadas da RMGV



Fonte: PDUI (IJSN, 2018).

A partir da definição das Áreas Prioritárias para Conservação estabelecida pelo MMA e apresentada anteriormente, somada ao documento Áreas e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica do Estado, elaborado pelo Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica (IPEMA), foram estabelecidas as Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Espírito Santo, a partir do Decreto Estadual nº 2530-R/2010 (IJSN, 2018). As áreas reconhecidas são classificadas em três categorias de prioridade: extrema, muito alta e alta. Como aponta o PDUI-RMGV (IJSN, 2018), localizam-se na RMGV as seguintes áreas:

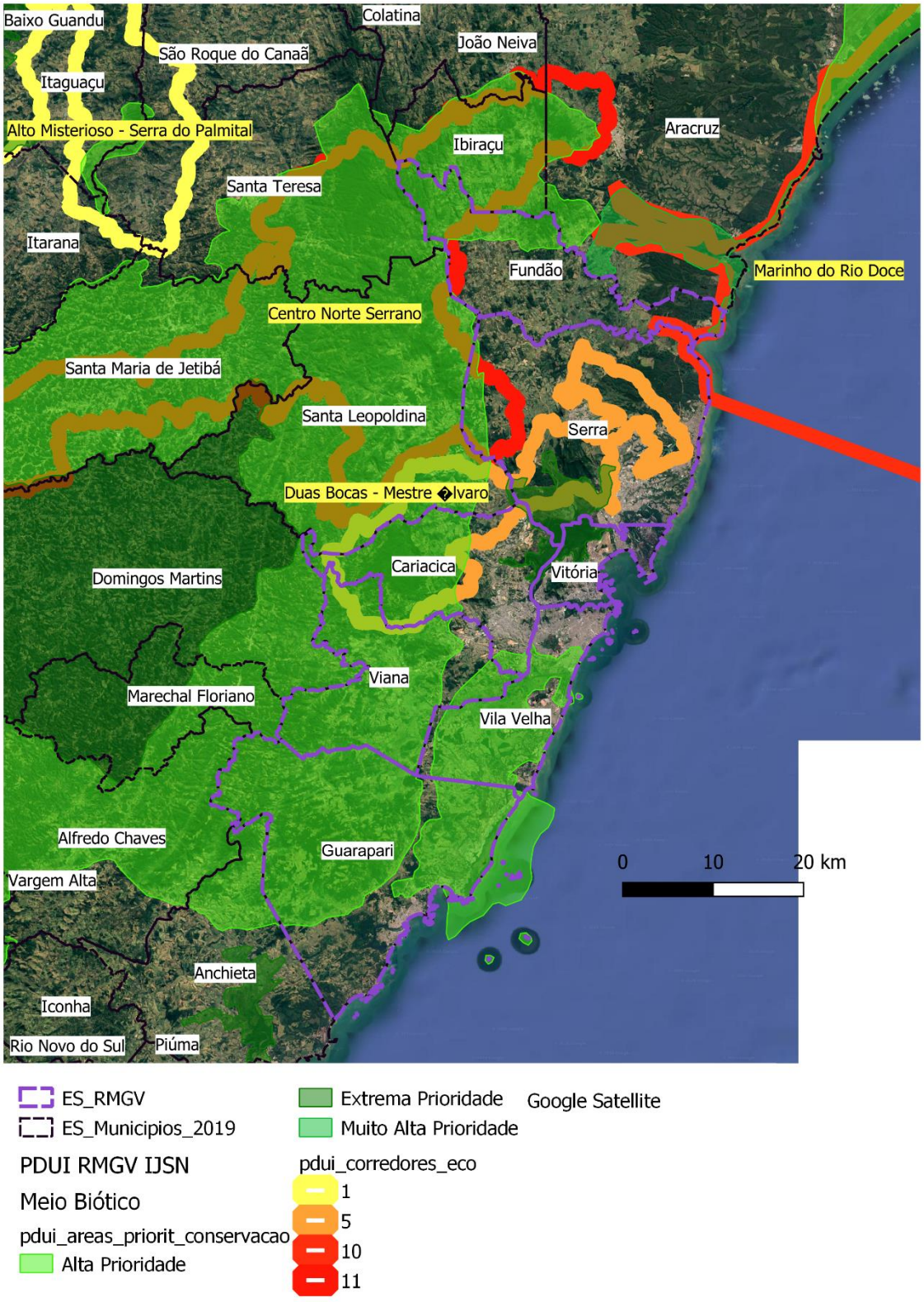
- Grande Vitória (Extrema Prioridade) – abrange os remanescentes de manguezal da Baía de Vitória e a planície de inundação do Rio Santa Maria de Vitória.
- Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim (Muito Alta Prioridade) – ao norte da RMGV, abarcando porções do município de Fundão;
- Ilhas Litorâneas (Alta Prioridade) – localizadas na costa de Vila Velha e Guarapari;
- Região Serrana (Alta Prioridade) – interior do município de Guarapari e Vila Velha, somada a extensões de Viana e Cariacica;
- Setiba (Alta Prioridade) – faixa litorânea da APA Setiba, na porção centro sul da RMGV;

No âmbito do CCMA, o Decreto Estadual nº 2529-R/2010 institui os Corredores Ecológicos Prioritárias do Espírito Santo, partindo também dos estudos considerados pelo Decreto Estadual nº 2530-R/2010. Da mesma maneira que para o CCMA, o estabelecimento desse tipo de organização territorial possibilita uma maior permeabilidade ecológica da paisagem favorecendo o fluxo gênico entre as populações (IJSN, 2018). Se destacam três corredores ecológicos prioritários para a RMGV:

- Centro Norte Serrano – contempla porções dos municípios de Fundão e Serra, se estendendo para os municípios vizinhos de Ibiraçu, Santa Tereza, Santa Maria do Jatobá entre outros, com área aproximada de 120.000 ha;
- Duas Boas – Mestre Álvaro – abarca parcelas do município de Serra, Cariacica, Viana e Santa Leopoldina com área aproximada de 37.000 ha;
- Marinho do Rio Doce – se estende do topo norte da costa do Espírito Santo até o norte da costa do município de Serra;

A Figura 50 a seguir apresenta essas áreas.

Figura 50 – Corredores Ecológicos Estaduais



Fonte: Elaborado a partir do Decreto Estadual nº 2529-R/2010.

O quadro e a figura a seguir apresentam as Unidades de Conservação (UC) que se localizam na área da RMGV. Definidas como espaços territoriais e ambientais com características naturais relevantes, são instituídas pelo Poder Público, de modo a garantir sua adequada proteção, conforme indicado no art. 2º da Lei nº 9.985/2010 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). As UC instituídas em todo território nacional são inscritas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) que aponta as principais informações sobre tais áreas. De acordo com o art. 7º, as UC se dividem em dois grupos:

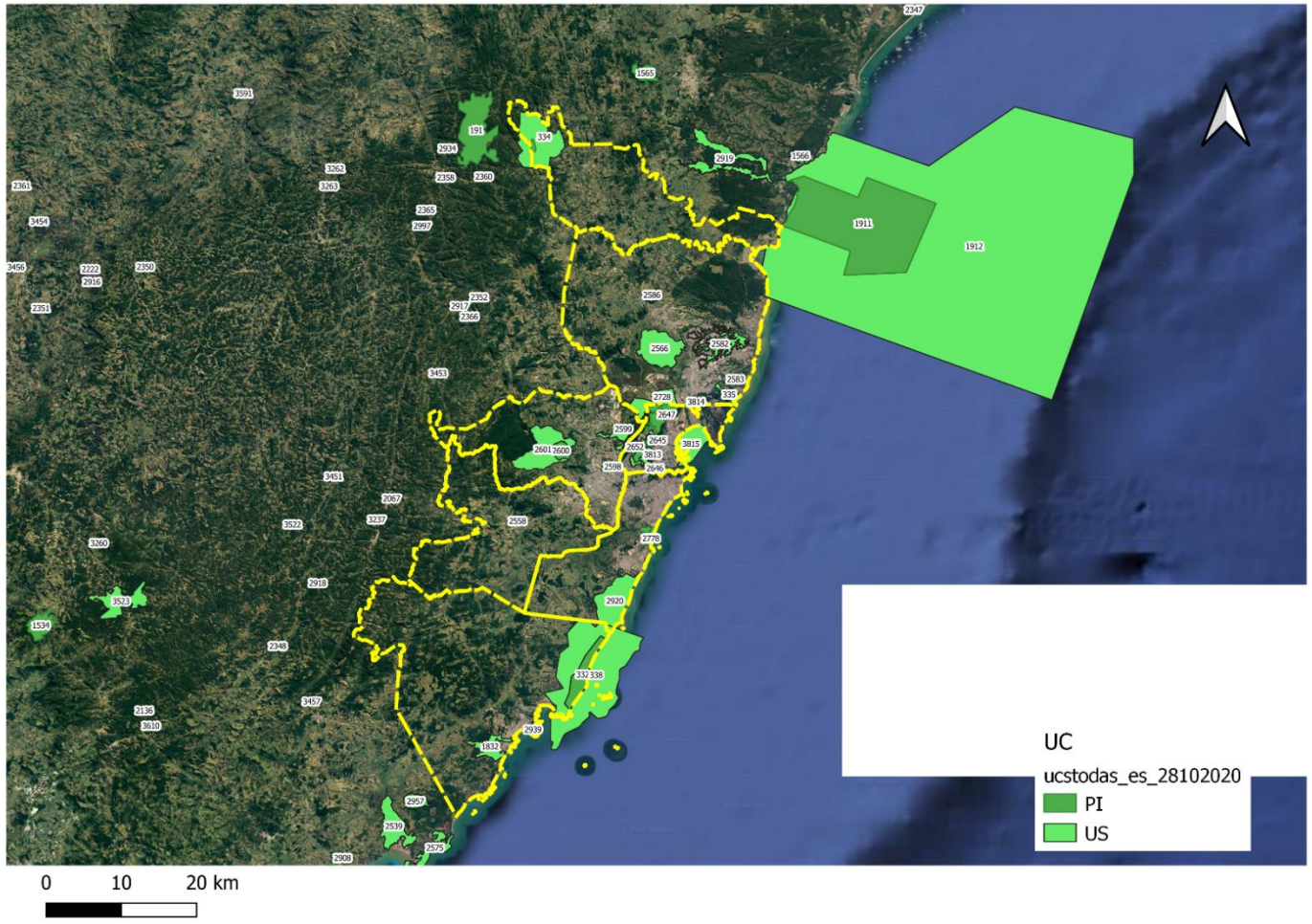
- Unidades de Proteção Integral, com o objetivo de preservar a natureza sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos. Subdividem-se em: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.
- Unidades de Uso Sustentável, com o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Subdividem-se em: Área de Proteção Ambiental (APA); Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável; Reserva Particular do Patrimônio Natural,

O estabelecimento de UC garante a conservação de importante remanescentes e fragmentos florestais, com relação direta com os recursos hídricos e com a drenagem natural. Áreas recobertas por vegetação apresentam menor geração de sedimentos além de contribuir com a preservação da calha natural dos cursos d'água, favorecendo o escoamento superficial. Portanto, são de especial interesse deste PDAU, porque o material assoreado e que reduz a calha dos rios, foi produzido a montante nas áreas que sofrem processos de erosão.

Para o contexto específico do Espírito Santo, a análise de Garbin et al. (2017) aponta quais as UC apresentam a maior importância estadual para a conservação dos tipos de fisionomia vegetal da Mata Atlântica:

- Floresta Ombrófila Densa: Parque Estadual da Fonte Grande e Reserva Biológica de Duas Bocas;
- Formações Pioneiras Influência Marinha: Parque Estadual Paulo César Vinha, Área de Proteção Ambiental de Setiba e Parque Natural Municipal de Jacarenema.
- Formações Pioneiras Influência Fluvial: Parque Natural Municipal de Jacarenema, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra e UC que compõem o Mosaicos de Áreas Protegidas da Baía de Vitória;

Figura 51 – Unidades de Conservação localizadas na RMGV e região



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

Quadro 8 – Unidades de Conservação localizadas na RMGV

ID CNUC	Nº	Nome da UC	UF	Ato Legal de Criação	Municípios Abrangidos	Plano de Manejo	Conselho Gestor	Área (ha)			Grupo
								Ato Legal	Mata Atlântica	Área Marinha	
332	1	Parque Estadual Paulo César Vinha	Estadual	Decreto 2993-N de 05/06/1990	Guarapari (ES)	Sim	Sim	1.500	1.504	1	PI
334	2	Área De Proteção Ambiental Do Pico Do Goiapaba-Açu	Estadual	Decreto 3.796-N de 27/12/1994	Fundão (ES), Santa Teresa (ES)	Não	Sim	3.740	3.524	0	US
335	3	Área De Proteção Ambiental De Praia Mole	Estadual	Decreto 3802-N de 29/12/1994	Serra (ES)	Sim	Sim	400	392	6	US
338	4	Área De Proteção Ambiental De Setiba	Estadual	Decreto 3747 de 12/09/1994	Guarapari (ES), Vila Velha (ES)	Sim	Sim	12.900	4.102	6.870	US
-	5	Reserva Biológica De Duas Bocas	Estadual	Lei ordinária 2095 de 12/01/1965	Cariacica (ES)	Não	Sim	2.200	3.087	0	PI
1832	6	Reserva Estadual De Desenvolvimento Sustentável Concha D´Ostra	Estadual	Lei ordinária 8464 de 26/02/2007	Guarapari (ES)	Não	Sim	953	949	4	US
1911	7	Refúgio De Vida Silvestre De Santa Cruz	Federal	Decreto s/n de 17/06/2010	Aracruz (ES), Fundão (ES), Serra (ES)	Não	Sim	17.741	32	17.717	PI
1912	8	Área De Proteção Ambiental Costa Das Algas	Federal	Decreto s/n de 17/06/2010	Aracruz (ES), Fundão (ES), Serra (ES)	Não	Sim	114.931	431	114.524	US
2039	9	Parque Natural Municipal Goiapaba-Açu	Municipal	Decreto 1890/91 de 30/10/1991	Fundão (ES)	Não	Sim	235	235	0	PI
2566	10	Área De Proteção Ambiental Estadual Mestre Álvaro	Municipal	Lei ordinária 4507 de 07/01/1991	Serra (ES)	Não	Não	3.470	2.378	0	US

ID CNUC	Nº	Nome da UC	UF	Ato Legal de Criação	Municípios Abrangidos	Plano de Manejo	Conselho Gestor	Área (ha)			Grupo
								Ato Legal	Mata Atlântica	Área Marinha	
2582	11	Área De Proteção Ambiental Municipal Da Lagoa Jacuném	Municipal	Lei ordinária 2135 de 25/11/1998	Serra (ES)	Sim	Não	1.153	1.332	0	US
2586	12	Área De Proteção Ambiental Municipal Do Morro Do Vilante	Municipal	Lei ordinária 2235 de 07/12/1999	Serra (ES)	Não	Não	500	250	0	US
2598	13	Parque Natural Municipal Do Manguezal De Itanguá	Municipal	Decreto 48 de 24/05/2007	Cariacica (ES)	Não	Sim	31	38	0	PI
2599	14	Reserva De Desenvolvimento Sustentável Municipal Do Manguezal De Cariacica	Municipal	Decreto 77 de 20/09/2007	Cariacica (ES)	Não	Sim	741	741	0	US
2600	15	Parque Natural Municipal Do Monte Mochuara	Municipal	Decreto 31 de 17/04/2007	Cariacica (ES)	Não	Sim	436	436	0	PI
2601	16	Área De Proteção Ambiental Municipal Do Monte Mochuara	Municipal	Decreto 32 de 17/04/2007	Cariacica (ES)	Não	Sim	2.618	2.619	0	US
2644	17	Parque Estadual Da Fonte Grande	Municipal	Lei ordinária 3875 de 31/07/1986	Vitória (ES)	Não	Sim	218	217	0	PI
2645	18	Parque Natural Municipal De Tabuazeiro	Municipal	Decreto 9753 de 29/11/1995	Vitória (ES)	Não	Sim	5	5	0	PI
2646	19	Parque Natural Municipal Gruta Da Onça	Municipal	Lei ordinária 3564 de 22/12/1988	Vitória (ES)	Não	Sim	7	7	0	PI
2647	20	Estação Ecológica Municipal Ilha Do Lameirão	Municipal	Lei ordinária 3326 de 27/05/1986	Vitória (ES)	Não	Sim	892	872	0	PI
2648	21	Parque Natural Municipal Pedra Dos Olhos	Municipal	Decreto 11824 de 22/12/2003	Vitória (ES)	Não	Sim	28	28	0	PI

ID CNUC	Nº	Nome da UC	UF	Ato Legal de Criação	Municípios Abrangidos	Plano de Manejo	Conselho Gestor	Área (ha)			Grupo
								Ato Legal	Mata Atlântica	Área Marinha	
2649	22	Parque Natural Municipal Vale Do Mulembá	Municipal	Decreto 11505 de 26/12/2002	Vitória (ES)	Não	Sim	115	142	0	PI
2650	23	Parque Natural Municipal Von Schilgen	Municipal	Decreto 12137 de 10/12/2004	Vitória (ES)	Não	Não	7	7	0	PI
2651	24	Parque Natural Municipal Dom Luiz Gonzaga Fernandes	Municipal	Decreto 10179 de 01/06/1998	Vitória (ES)	Não	Não	1	64	0	PI
2652	25	Área De Proteção Ambiental Do Maciço Central	Municipal	Decreto 8911 de 18/09/1992	Vitória (ES)	Não	Não	1.100	639	0	US
2728	26	Área De Proteção Ambiental Municipal Manguezal Sul Da Serra	Municipal	Lei ordinária 3895 de 13/06/2012	Serra (ES)	Não	Não	1.061	1.061	0	US
2778	27	Parque Natural Municipal De Jacarenema	Municipal	Decreto 33 de 09/02/2003	Vila Velha (ES)	Sim	Sim	346	345	1	PI
2920	28	Área De Proteção Ambiental Da Lagoa Grande	Municipal	Decreto 46 de 07/06/2006	Vila Velha (ES)	Não	Sim	2.725	2.595	17	US
2939	29	Parque Natural Municipal Morro Da Pescaria	Municipal	Lei ordinária 2790 de 19/12/2007	Guarapari (ES)	Não	Não	127	127	0	PI
3813	30	Refúgio Da Vida Silvestre Municipal Andre Ruschi	Municipal	Decreto 16990 de 27/03/2017	Vitória (ES)	Não	Não	93	93	0	PI
3814	31	Refúgio Da Vida Silvestre Municipal Da Mata Paludosa	Municipal	Decreto 17341 de 23/03/2018	Vitória (ES)	Não	Não	29	29	0	PI
3815	32	Área De Proteção Ambiental Baía Das Tartarugas	Municipal	Decreto 17342 de 23/03/2018	Vitória (ES)	Não	Não	1.685	191	1.495	US

PI – Proteção Integral / US – Uso Sustentável

Fonte: CNUC (2020).

Nota-se que não são todas as áreas protegidas que se encontram cadastradas no CNUC e, portanto, listadas no quadro anterior. O cadastro constitui importante instrumento de reconhecimento e transparência sobre as propriedades básicas das UC. As análises aqui desenvolvidas partem do CNUC e o complementam de acordo com a identificação de áreas de interesse, como parques municipais, que são destacados nos Planos Diretores Municipais (PDM).

Considerando a existência de UC que se articulam localmente, por exemplo, ao estarem sobrepostas ou justapostas, o art. 26 da Lei Federal nº 9.985/2000 define que o agrupamento dessas unidades se denomina mosaico, cabendo nesses casos ser realizada uma gestão integrada e participativa, compatibilizando os objetivos específicos de cada unidade. De modo a apresentar e analisar as UC inscritas na RMGV, essas foram agrupadas em quatro mosaicos os quais são descritos a seguir.

- Mosaico 1 – Manguezais da Baía de Vitória;
- Mosaico 2 – Cariacica;
- Mosaico 3 – Serra;
- Mosaico 4 – Região Costeira de Guarapari e Vila Velha;

O destaque inicial trata-se do Mosaico 1 – Manguezais da Baía de Vitória, conforme instituído pelo Decreto Estadual nº 2625-R/2010. Trata-se da área com maior concentração de manguezais do estado. Aqui são consideradas as seguintes UC: Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal do Manguezal de Cariacica (RDSMMC), Área de Proteção Ambiental Municipal Manguezal Sul da Serra (APAMMSS), Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão (EEMIL), Parque Natural Municipal Dom Luiz Gonzaga Fernandes (PNMDLGF), Área de Proteção Ambiental do Maciço Central (APAMC), Parque Natural Municipal Vale do Mulembá (PNMVM), Parque Natural Municipal de Tabuzeiro (PNMT), Parque Natural Municipal Pedra dos Olhos (PNMPO), Parque Estadual da Fonte Grande (PEFG), Parque Natural Municipal Gruta da Onça (PNMGO), Refúgio Da Vida Silvestre Municipal Andre Ruschi (RVSMAR), Parque Natural Municipal do Manguezal Itanguá (PNMMI), Refúgio da Vida Silvestre Municipal da Mata Paludosa (RVSMMP), Parque Natural Municipal Van Schiligen (PNMVS) e Área de Proteção Ambiental Baía das Tartarugas (APABT). Em termos da RBMA, destaca-se o seguinte: na zona núcleo estão a EEMIL, o PEFG e PNMVM, dentre outros; na zona de amortecimento estão APAMC, RDSMMC e APAMMSS, dentre outros. A maior parte da sua área faz parte da área prioritária de conservação de extrema prioridade da Grande Vitória.

Em termos de bacias hidrográficas e drenagem natural, as UC desse mosaico drenam para a AED Ilha de Vitória e AED Ilha de Vitória – Pelado, ou seja, com contribuição para o canal de Escravos, rio da Passagem, Córrego Fradinhos e Canal da Leitão da Silva, entre outros. Se encontram no

Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH) Santa Maria de Vitória. Possuem um papel importante no amortecimento de cheias.

Localizada no município de Cariacica, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal do Manguezal de Cariacica (RDSMMC) foi criada em 2007 e apresenta área total de 741 hectares. Constitui-se de duas glebas descontínuas e estendendo-se ao longo da foz do rio Santa Maria da Vitória pela margem direita acompanhando também a foz do rio Bubu, estando delimitada ao norte pela APAMMSS. Não possui plano de manejo.

Na continuidade da RDSMMC do outro lado do rio Santa Maria da Vitória, a Área de Proteção Ambiental Municipal Manguezal Sul da Serra (APAMMSS) se localiza ao sul do município de Serra nas proximidades das divisas com Vitória e Cariacica. Criada em 2012 com área de 1.061, contempla a foz do rio Santa Maria da Vitória e tem por função proteger o complexo de ecossistemas ambientais junto ao manguezal da Baía de Vitória. Serve como barreira de proteção ao norte da EEMIL e não possui plano de manejo.

A Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão (EEMIL) é composta majoritariamente por manguezal, existindo algumas porções de restinga, com vegetação rupestre, alagados e apicum. Criada em 1986 com 892 hectares se conecta ao norte pela APAMMSS, na divisa com o município de Serra. Sua criação buscou frear o avanço da expansão urbana sobre a área de manguezal, sendo que os aglomerados urbanos próximos ainda configuram um vetor de pressão ambiental sobre a EEMIL. Tulli (2007) classifica parcelas da área com alta-altíssima vulnerabilidade à ação antrópica, principalmente nas proximidades dos bairros de Nova Palestina, Resistência, Goiabeiras, Maria Ortiz, Jabour e Antonio Honório, mas apesar disso, o estudo aponta que entre 1978 e 2005 o manguezal da região da EEMIL apresentou uma recuperação de 1,89%, tendo a classe de uso e ocupação do solo manguezal recuperado 5%. Além da importância ambiental, trata-se de uma região importante para o desenvolvimento das atividades tradicionais das paneleiras e catadores de caranguejos. Não possui plano de manejo.

Ao sul da EEMIL, o Parque Natural Municipal Dom Luiz Gonzaga Fernandes (PNMDLGF) criado em 2005 com área de 64 hectares, abarca uma região de manguezal e localiza-se em área contígua a EEMIL. Anteriormente denominado Parque Municipal da Baía Noroeste de Vitória, está na região dos Bairros Resistência, Nova Palestina e Redenção. Não possui plano de manejo.

Nas proximidades da EEMIL e do PNMDLGF, a Área de Proteção Ambiental do Maciço Central (APAMC) criada em 1992 abarca uma área de 1.100 hectares, incluindo uma série de UC que serão apontadas a seguir. Trata-se de uma importante área ambiental para a proteção do maciço central de Vitória, apresentando internamente áreas com grande importância para a conservação e com potencial para ecoturismo, mas também ocupações urbanas nas regiões que não apresentam

restrições de uso, como as impostas pelos parques, sendo, portanto, palco de conflitos socioambientais (FREITAS, 2015). Há risco de incêndio na APAMC, PNMGO e PEFG causados por fatores antrópicos (MEDEIROS, 2016) assim como risco de acidentes geológicos, como deslizamentos ou movimentos de blocos rochosos (FRATTOLILO; FREITAS; MATTOS, 2011). Apresenta

Próximo ao PNMDLGF, o Parque Natural Municipal Vale do Mulembá (PNMVM) se estende por uma área de 115 hectares tendo sido criado em 2002. Seu território ocupa parcelas dos bairros Joana D'Arc, Conquista, Redenção, São José, Tabuazeiro e São Cristóvão, contendo uma vegetação de Mata Atlântica típica de encosta e topo de morros, como o Morro do Mulembá. Está nas proximidades da ETE Mulembá da CESAN e não contém plano de manejo.

Parcialmente inscrito no PNMVC, o Parque Natural Municipal de Tabuzeiro (PNMT) ocupa uma área de 5 hectares desde sua criação em 1995. Recobre uma área remanescente de um sítio agrícola e que conta atualmente com remanescentes da Mata Atlântica em estágio intermediário de regeneração. Tem por objetivos a proteção dos mananciais, da fauna, flora entre outros. Não contém plano de manejo.

Ao sul do PNMT, o Parque Natural Municipal Pedra dos Olhos (PNMPO) tem uma extensão territorial de 28 hectares e foi criado em 2003. Está localizado entre os bairros Fraldinhos e Tabuazeiro, tendo sido abarcado pelo projeto Conservação e Recuperação da Coberta Florestal, do Governo Estadual. Objetiva a preservação dos ecossistemas naturais e seus elementos físicos e biológicos de relevante importância ecológica, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e para a estabilidade do solo. Dessa maneira ocorre a redução de processos erosivos o que contribui para o equilíbrio do regime hídrico e melhoria da qualidade da água. Não possui plano de manejo e se inscreve na APAMC.

Composto por duas áreas descontínuas, o Parque Estadual da Fonte Grande (PEFG) foi criado em 1986 e se estende por uma área de 218 hectares. Possui uma vegetação característica de encosta da Mata Atlântica, seu relevo inclui vales e pontões e na unidade se destacam os córregos São Benedito, Cazuza e Morcego. Apresenta potencial para ecoturismo e como já apresentado, a região entre as duas glebas e as porções de áreas vizinhas desprotegidas sofrem pressão antrópica sendo palco de conflitos socioambientais (FREITAS, 2015). Não há plano de manejo.

O Parque Natural Municipal Gruta da Onça (PNMGO) criado em 1988 abarca uma área de 7 hectares, contendo uma vegetação remanescente da Mata Atlântica de encosta em estágio avançado de regeneração (MEDEIROS, 2016). Tem por objetivos específicos a proteção dos mananciais, a proteção integral da flora, da fauna e demais recursos naturais, entre outros. Não possui plano de manejo e se inscreve na APAMC.

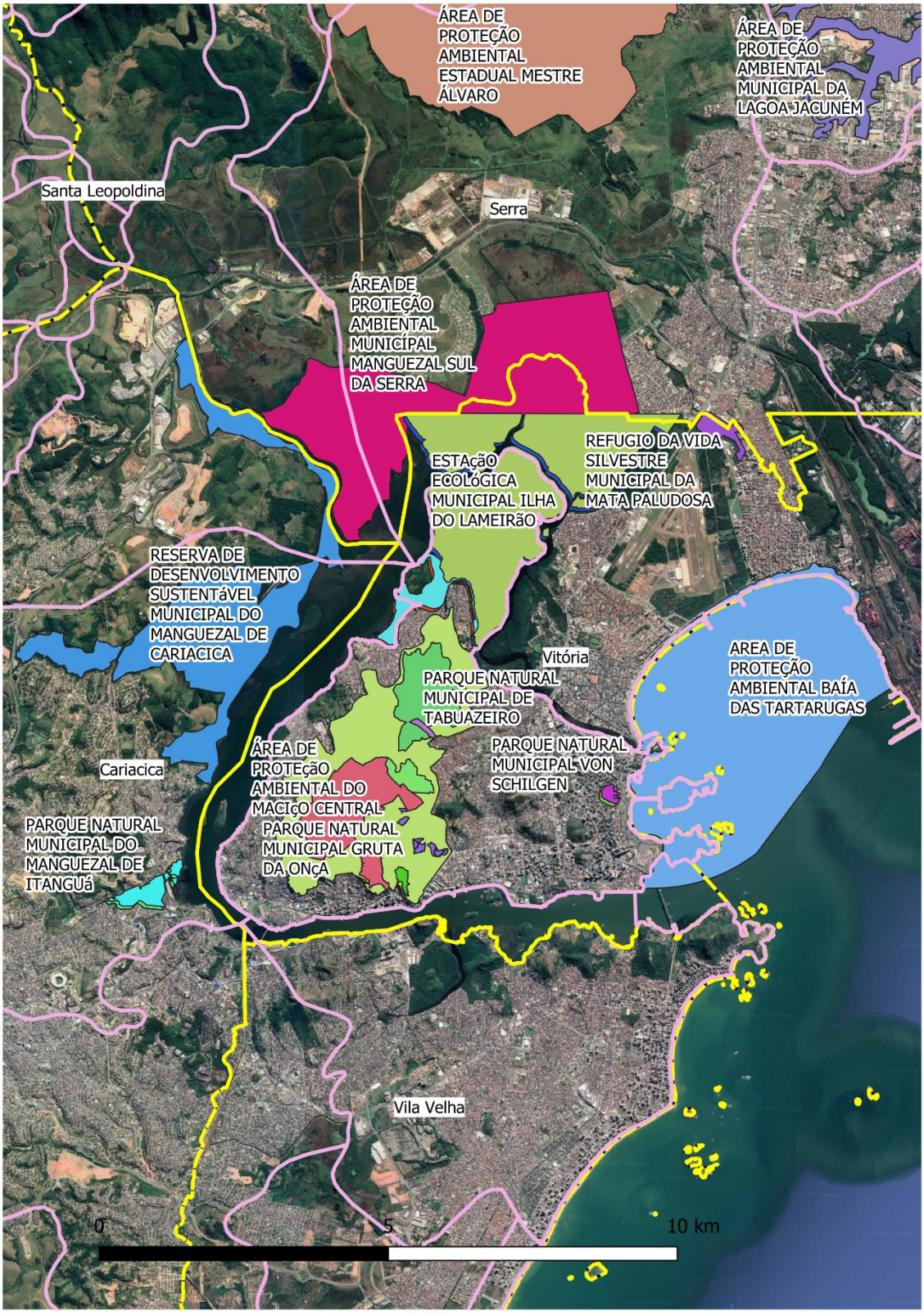
O Refúgio Da Vida Silvestre Municipal Andre Ruschi (RVSMAR) criado em 2017 com área de 91 hectares também está inscrito na APAMC. Não possui plano de manejo. O Parque Natural Municipal do Manguezal Itanguá (PNMMI) criado em 2007 se estende por 31 hectares, abarca os manguezais do rio Itanguá e os bairros Porto de Santana, Tucum e Itacibá de Cariacica. Objetiva a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica, o turismo ecológico entre outros.

O Refúgio da Vida Silvestre Municipal da Mata Paludosa (RVSMMP) localiza-se em Vitória na divisa com o município de Serra, possui área de 29 hectares e foi criada em 2018. Trata-se de área alagada entre o bairro Jardim Camburí e a Reta do Aeroporto de Vitória, também conhecida como Parque Municipal da Fazendinha. Não possui plano de manejo.

O Parque Natural Municipal Van Schiligen (PNMVS) criado em 2004 ocupa área de 4 hectares sobre o morro Guajurú/ Cruzeiro no bairro Praia do Canto. Constitui-se um importante monumento natural municipal estando recoberto por vegetação com importante função ecológica para a região da Praia do Canto. Não possui plano de manejo.

A Área de Proteção Ambiental Baía das Tartarugas (APABT) criada em 2017 é a primeira APA Marinha do município de Vitória, estendendo-se desde o Complexo de Tubarão até a altura da Terceira Ponte, incluindo as Ilhas do Boi e do Frade e a Curva da Jurema. Ao todo, contempla 1.685 hectares, sendo 191 terrestres e 1.495 marinhos. Possui o objetivo de preservar a biodiversidade marinha, garantindo um zoneamento parcial da Baía da Vitória com a delimitação dessa área protegida. Não possui plano de manejo. A Figura 52 a seguir apresenta a organização territorial deste mosaico.

Figura 52 – Mosaico 1 - Vitória-Serra-Cariacica



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

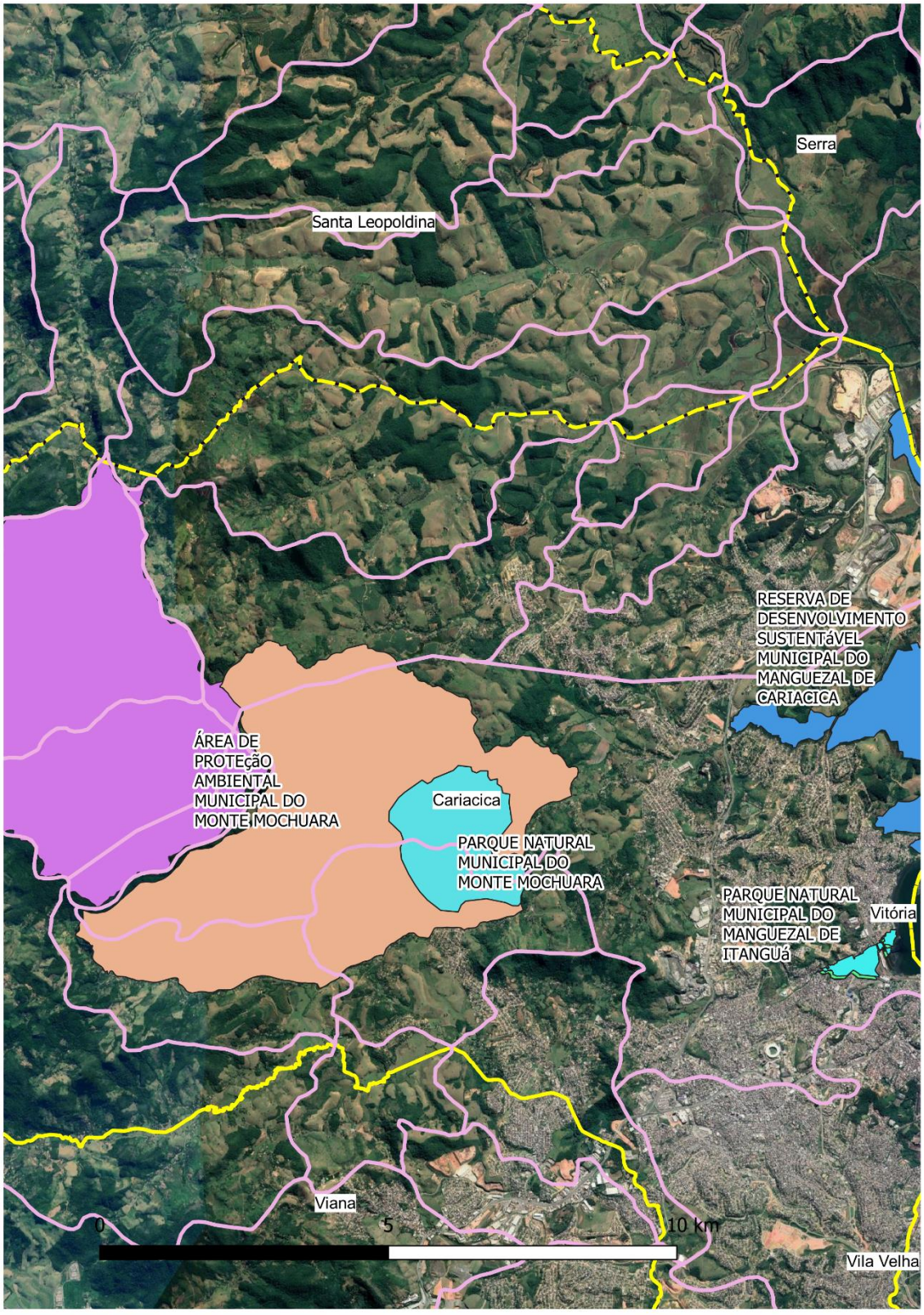
A segunda unidade de análise das UC consiste no Mosaico 2 – Cariacica que não é formalmente definido como o Mosaico 1. Inclui as unidades: Reserva Biológica de Duas Bocas (REBIOBD), um manancial importante já utilizado para Vitória, Área de Proteção Ambiental Municipal do Monte Mochara (APAMM) e Parque Natural Municipal do Monte Mochuara (PNMMM). No contexto da RBMA, tanto a REBIOBD e o PNMMM são definidas como zonas núcleo estando a APA do Monte Mochara na zona de amortecimento. A região está parcialmente inscrita na área prioritária de alta prioridade para a conservação da Região Serrana e completamente inscrita no Corredor Ecológico Duas Bocas – Mestre Álvaro.

Em termos de bacias hidrográficas e drenagem natural, a REBIOBD está no CBH Santa Maria da Vitória e as outras duas UC se dividem entre esse CBH e o CBH Jucu. Quanto a direção de drenagem se tem o seguinte: a REBIOBD drena majoritariamente para o rio Duas Bocas e o restante para o Rio Bubu e; tanto o PNMMM quanto a APAMM drenam para o rio Bubu e para o rio Formate, respectivamente no CBH Santa Maria da Vitória e no CBH Jucu.

A Reserva Biológica de Duas Bocas (REBIOBD) criada em 1965 abrange uma área de 2.999 hectares, majoritariamente no município de Cariacica, mas também parcialmente inscrita nos municípios de Viana e Santa Leopoldina. Além de objetivar a conservação da natureza, inicialmente a REBIOBD era importante para garantir o abastecimento humano de água para o município de Cariacica e Vitória. No seu interior são encontradas as principais nascentes do rio Duas Bocas: Sertão Velho, Panelas, Naia Assu e Pau Amarelo, sendo este último o canal principal drenante. A vegetação se classifica como Floresta Ombrófila Densa Submontana (Mata Atlântica de Encosta), contando com uma forte participação de espécies de florestas estacionais da costa do estado (IEMA, 2020). Apresenta alguns conflitos, devido à proximidade da zona urbana e de aglomerações rurais. Contém uma zona de amortecimento de 10.036 hectares que se sobrepõe parcialmente a APAMM, sem, contudo, se sobrepor a área do PNMMM. Possui plano de manejo que define as seguintes zonas: de conservação, de diferentes interesses públicos, de infraestrutura, de preservação, de recuperação e de uso moderado.

A Área de Proteção Ambiental Municipal do Monte Mochara (APAMM) criada em 2007 possui uma extensão de 2.618 hectares. Objetiva a proteção e a preservação dos afloramentos rochosos de relevante valor paisagístico, dos remanescentes florestais, primários ou estágio secundário de sucessão ecológica, entre outros. O Parque Natural Municipal do Monte Mochuara (PNMMM) possui área de 440 hectares tendo sido criado em 2007. Visa a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. O PNMMM é quase totalmente englobado pela APA do Monte Mochara. A figura a seguir apresenta a organização territorial deste mosaico.

Figura 53 – Mosaico 2 - Cariacica



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

Também no contexto Corredor Ecológico Duas Bocas-Mestre Álvaro, o município de Serra conta com algumas UC que foram agrupadas nessa análise como o Mosaico 3 – Serra. Inclui as unidades: Área de Proteção Ambiental do Mestre Álvaro (APA do Mestre Álvaro), completamente inscrita no Corredor Ecológico; a Área de Proteção Ambiental Morro do Vilante (APAMV) e Área de Proteção Ambiental Lagoa Jacuném (APALJ), parcialmente inscrita nesse Corredor Ecológico e; Parque Natural Municipal Bicanga (PNMB) e Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM) fora dessa organização territorial. Em termos da RBMA, a APAMA localiza-se na zona núcleo enquanto as demais unidades estão inseridas pelo menos parcialmente na zona de amortecimento. Relaciona-se diretamente com o Mosaico 2, apresentado anteriormente.

Quanto as bacias hidrográficas, tem-se o seguinte: na sub-bacia do Ribeirão Juara se encontram a APAMV, uma porção da APAMA e a APALJ, as duas primeiras mais a montante e a última mais próxima da desembocadura do curso d'água. O PNMB está na sub-bacia do córrego Manguinhos, próxima a foz e a APAPM se localiza na sub-bacia entre aquelas referentes ao Córrego Manguinhos e ao Córrego Pelado. Com exceção da porção da APAMA que drena para a sub-bacia do Ribeirão Brejo Grande/ Canal dos Escravos, inscrita no CBH Santa Maria da Vitória, as demais áreas fazem parte do CBH Litoral Norte.

A Área de Proteção Ambiental do Mestre Álvaro (APAMA) se localiza na região centro-sul do município de Serra, foi criada em 1999 e totaliza 3.470 hectares. Constitui-se de uma feição granítica da Serra do Mar, classificada na categoria geomorfológica de colinas e maciços costeiros, se diferenciando dos tabuleiros litorâneos e das planícies fluvio-marinhos (LOVATE, 2015). Apresentando nas cotas médias e altas formações vegetais classificadas como vegetação secundária, e nas cotas mais inferiores, pastagens. Sofre pressões da expansão urbana, existindo áreas consolidadas no seu entorno, e não possui plano de manejo (NARDOTO, 2013). Destaca-se a proximidade da área inundável de Brejo Grande nas proximidades da APAMA.

A Área de Proteção Ambiental Lagoa Jacuném (APALJ) localizada a leste da APAMA foi criada em 1998 e possui área de 1.418 hectares. Sua existência serve de instrumento de proteção da Lagoa Jacuném, assegurando a manutenção das condições naturais e viabilizando a sua recuperação como ecossistema. Trata-se de uma região que apresenta um entorno totalmente urbanizado, a partir de uma expansão urbana e industrial acelerada que levou a supressão da cobertura natural da bacia hídrica. Insere-se no domínio de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas com o predomínio de brejo e estágios inicial, intermediário e avançado de sucessão. O potencial erosivo da área é considerado baixo devido as baixas declividades e a pouca ocorrência de solos expostos, estando a região com maior declividade coberta de vegetação de porte florestal o que reduz o potencial erosivo. Contém zoneamento ambiental nas seguintes zonas: de Especial Interesse

Ecológico, de Uso Múltiplo Sustentável, Passível de Recuperação, Ocupada não Regular e Uso Conflitante (EMAB, 2019). Apesar de não se encontrar na APA Lagoa Jacuném, mais localiza-se a Lagoa Juara, que possui cerca de 290 hectares de áreas superficial, estando as suas margens ocupadas por regiões com mata nativa, plantações de eucalipto e ocupação antrópica (ALMEIDA, 2015).

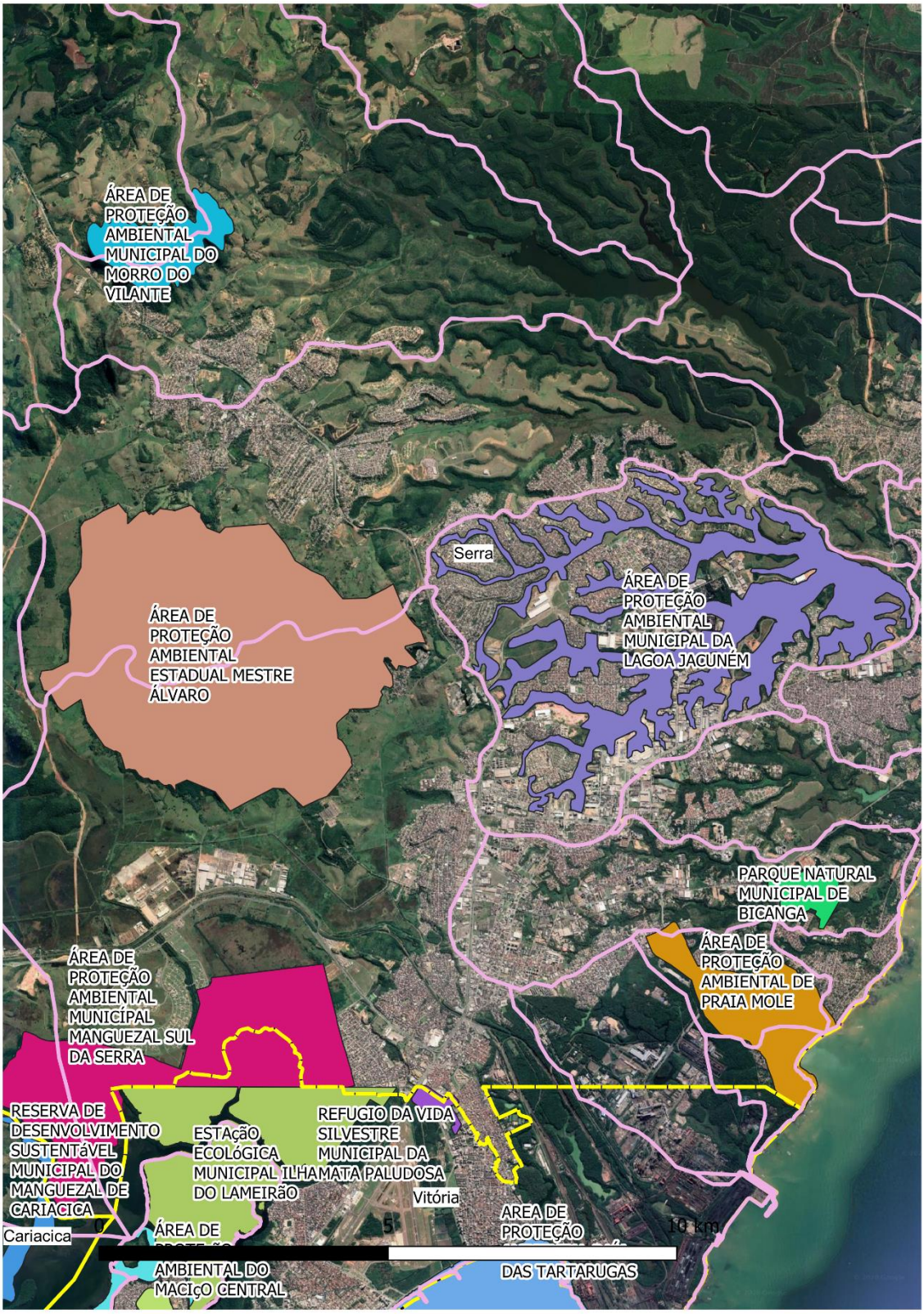
A Área de Proteção Ambiental Municipal do Morro Vilante (APAMMV) se localiza na região centro-norte do município de Serra, tendo a mesma classificação geológica e geomorfológica da APAMA (LOVATE, 2015). Criada em 1999 possui cerca de 500 hectares, conserva Mata Atlântica de Encosta e não possuindo Plano de Manejo.

A Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APA Praia Mole) criada em 1994, localiza-se no município de Serra, totalizando 400 hectares, sendo delimitada ao sul pelo Porto de Praia Mole. A vegetação se enquadra como formações pioneiras sob influência marinha (restinga) e floresta ombrógila densa, sendo que o Plano de Manejo identificou 12 fisionomias de vegetação, tais como a restinga, floresta secundária, floresta exótica, macrófita entre outros. A hidrografia não é natural haja visto as intervenções urbanas como construção de estradas, estruturas de drenagem, barragens e reservatórios de psicultura, devido a expansão urbana. Possui zoneamento com a proposição de zonas de Conservação e Uso Sustentável, Conservação Prioritária, Recuperação, Urbana de Ocupação Controlada, Urbana de Ocupação Adensada e Uso Especial. Destaca-se dentre as principais atividades conflitantes a expansão urbana desordenada com a destruição de habitats naturais, atividades turísticas intensas, proximidade com a atividade industrial e a poluição dos corpos hídricos com lançamento de esgoto doméstico (CP+, 2011).

Ao norte da APAPM, localiza-se o Parque Natural Municipal Bicanga (PNMB), também no município de Serra, as margens do córrego Manguinhos, próximo a APAPM, com área de aproximadamente 89 hectares. Criado em 2007, não possui Plano de Manejo e conserva no seu território Mata Atlântica de Tabuleiro, Restinga e Mata Paludosa (CP+, 2011).

A Figura 54 a seguir apresenta a organização territorial deste mosaico.

Figura 54 – Mosaico 3 - Serra



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

Apesar de não formalmente instituído, a região costeira do município de Guarapari e do sul de Vila Velha possuí uma importância ambiental sendo possível analisar a articulação das UC como um mosaico. O Mosaico 4 – Região Costeira de Guarapari e Vila Velha, assim denominado para análise neste plano, inclui as seguintes UC: Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), Área de Proteção Ambiental Setiba (APA Setiba), Parque Nacional Municipal Morro da Pescaria (PNMMP), Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra (RDSCD), Área de Proteção Ambiental da Lagoa Grande (APALG) e Parque Natural Municipal de Jacaranema (PNMJac) .Insere-se na Área Prioritária de Conservação de Alta Prioridade de Setiba. Em termos da RBMA, o PEPCV e o PNMMP são zonas de núcleo enquanto as demais UC inserem-se em zonas de amortecimento.

Em relação as bacias hidrográficas, destaca-se que somente uma parcela da APALG e o PNMJac se localizam na sub-bacia do Córrego Congo, na bacia do Rio Jucu, o restante do mosaico se encontra na bacia indefinida entre o rio Jucu e rio Benevente: a APA Setiba e o PEPCV estão na área da sub-bacia do rio Una e a RDSCD na sub-bacia do Rio Jabuti. Inscrevem-se próximas ao exutórios, exceto a APALGque se encontra mais a montante da sub-bacia do Córrego Congo.

O Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) criado em 1990 também e administrado pelo IEMA, se localiza na faixa centro-norte da costa do município de Guarapari, totalizando 17,1 % da área do município com uma área total de 1.520 hectares. Possui Plano de Manejo e zoneamento, sendo composto por ambiente variados como córregos, lagos, alagados, dunas e mar, com uma grande diversidade de espécies de fauna e flora. Contém um ecossistema de restinga, com destaque para a importância ambiental das Dunas D'Ulé, no extremo norte da área, a lagoa e a praia de Caraís e a Pedra da Tartaruga (CEPEMAR, 2007b). Os principais cursos d'água situados no PEPCV são as lagoas Caraís, Vermelha e Feia. No contexto da RBMA se constitui como zona de núcleo.

A Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA Setiba) criada em 1998 e administrada pelo IEMA, se localiza entre a região nordeste do município de Guarapari e extremo sul do município de Vila Velha. Abrange uma área de 12.960 hectare, compondo 1,6% do território de Guarapari e 1,4% do território de Vila Velha, sobrepõem-se a área do PEPCV (12% de sua área) e se constitui no contexto da RBMA como zona de amortecimento dessa UC. Inclui em seus limites a Ilha de Fora, Ilha da Ponta e o arquipélago das Três Ilhas, apresentando remanescentes da vegetação restinga e espécies de flora ameaçadas de extinção. Contém Plano de Manejo (CEPEMAR, 2007a) e zoneamento ambiental datado de 2016 o qual indica a maior parte da faixa costeira como Zona de Proteção Especial Natural (ZPEN), estando o restante da área da APA classificada em zonas que permitem usos múltiplos. O Plano de Manejo indica que os principais conflitos da APA são: extração de minerais (areia e argila), coleta/ extração irregular de espécies nativas, especulação imobiliária, queimadas não autorizadas e trânsito de veículos em locais de preservação.

Em termos de drenagem natural, tanto a APA Setiba e quanto o PEPCV se inserem nas sub-bacias do rio Una e da lagoa Caraís, e apresentam extensões significativas de planície de inundação em razão de áreas de baixa declividade. Especificamente, a sub-bacia do rio Una conta: canais de drenagem que foram implantados por conta de atividades agropecuária na década de 1960 e; espelhos d'água que surgiram por conta da explicação de areia e de barragens de pequeno porte. Por sua vez, a sub-bacia da lagoa Caraís apresenta: a Rodovia do Sol como divisor de águas topográfico ao norte, a qual ao ser implantada alterou a drenagem superficial devido a aterros com argila; ligação superficial intermitente da lagoa Caraís com o mar, o que se deve tanto as precipitações pluviométricas quanto as condições oceanográficas e; algumas estradas funcionam como barragens somente permitindo o fluxo superficial após períodos chuvosos (CEPAMAR, 2007).

O Parque Natural Municipal Morro da Pescaria (PNMMP) localiza-se na divisa das praias do Morro e da Cerca, no município de Guarapari. Criado em 1997 com área total de 73 hectares contém as formações vegetais de restinga e floresta ombrófila densa de terras baixas, apresentando fragmentos florestais em vários estágios de regeneração (DAL COL e THOMAZ, 2016). Encontra-se entre numa sub-bacia difusa entre a sub-bacia do rio Jabuti e a sub-bacia do rio Perocão.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra (RDSCD) localizada ao sul do município de Guarapari foi criada em 2003. Com uma extensão de 953,3 hectares, engloba áreas da Baía de Guarapari, entre terrenos de marinha, faixas de terra adjacentes às margens dos canais da baía, os manguezais do Lameirão, do Córrego do Lameirão, de Concha D'Ostra e dos Rios Aldeia Velha e Jabuti (SEAMA, 2012). Contém três formações florestais: manguezal, restinga e floresta ombrófila densa, apresenta zona de amortecimento e dos principais conflitos destaca-se a pressão pela expansão da ocupação urbana e o reconhecimento da população tradicional (SEAMA, 2012).

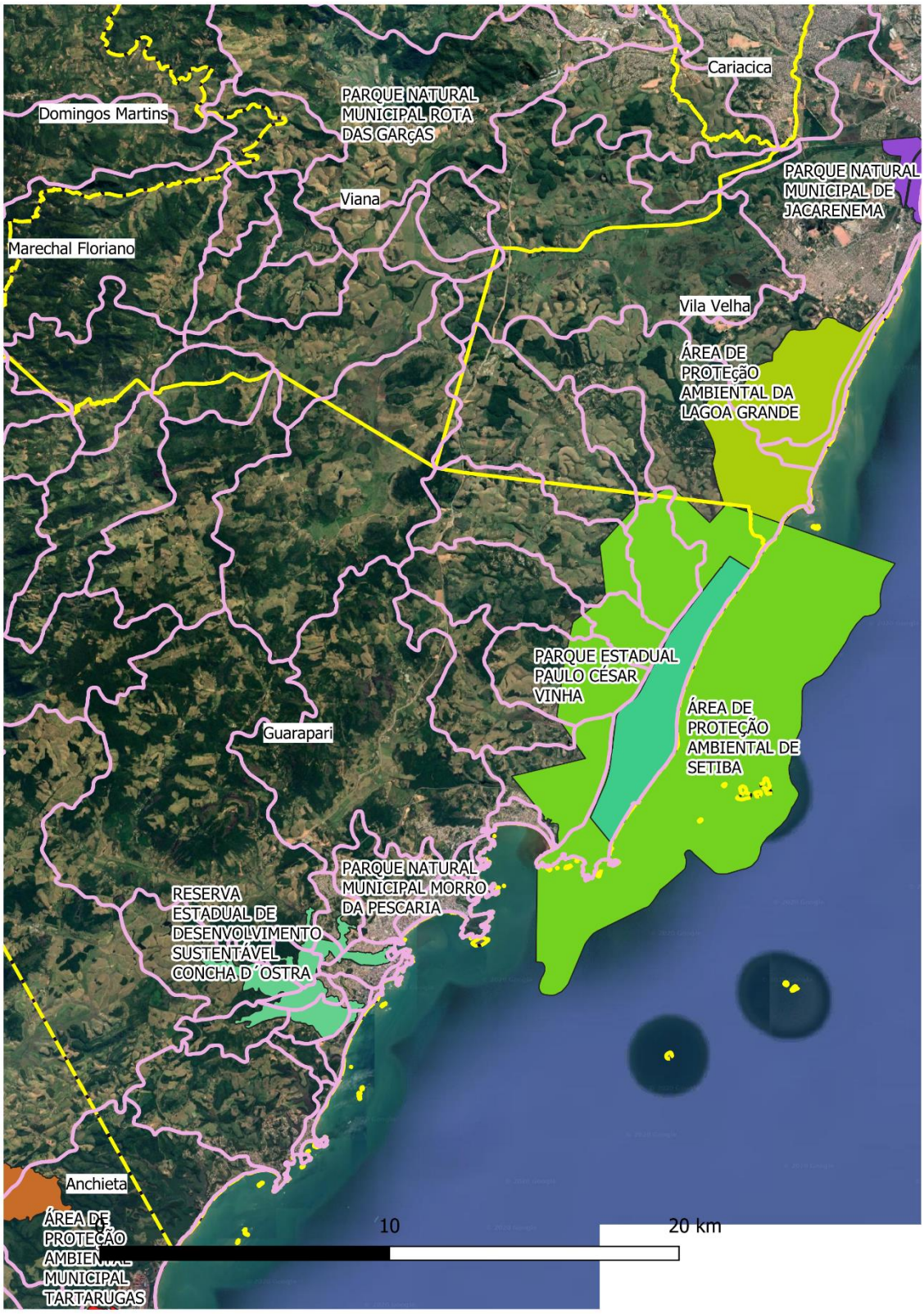
A Área de Proteção Ambiental da Lagoa Grande (APA Lagoa Grande) se insere no município de Vila Velha, entre a Praia dos Recifes e a divisa com Guarapari, se conectado com a APA Setiba e PEPCV, contando com área de aproximadamente 2.725. Possui ecossistemas de restinga, áreas frágeis alagadas, lagoas costeiras, brejos, córregos e a bacia de contribuição da Lagoa Grande, e por conta da fragilidade desses ecossistemas, a vegetação da sua área exerce uma função importante para a estabilização dos sedimentos e a manutenção da drenagem natural (VILA VELHA, 2014). Dentro dos seus limites encontram-se as lagoas costeiras e suas respectivas APP: Lagoa Jacunem, Interlagos I e II e Lagoa Grande, formadas por avanços e recuos do nível do mar (regressão e transgressão marinha). Dentre as atividades conflitantes se destaca a extração mineral, o aumento expressivo da ocupação urbana, desmatamentos e queimadas na restinga entre

outros. Possui zoneamento ambiental com áreas de conservação de recursos naturais, de interesse turístico e de ocupação dirigida (VILA VELHA, 2014).

Por fim, o Parque Natural Municipal de Jacaranema (PNMJac) possui área de 346 hectares tendo sido criado em 2003. Abrange o Morro da Concha e o estuário do rio Jucu, contando com vegetações de mangues, restinga e remanescentes da mata atlântica. Destaca-se que a predominância de mata seca de restinga (24,5% do território), brejo (24%) e mata paludosa (13%), sendo que o estado de preservação da vegetação varia de áreas com bom estado de conservação para outras que sofreram mais impactos negativos, fruto de queimadas, desmatamentos, retirada de areia para a construção civil entre outros (PINHEIRO; VALE, 2017). Pinheiro et al. (2018) produziram mapas para o PNMJac com o potencial erosivo, potencial de erosão, cruzamento dessas duas informações, mapa de áreas inundadas devido a elevação de 1m do nível do mar e das áreas comprometidas nesse cenário. Possui plano de manejo.

A Figura 55 a seguir apresenta a organização territorial deste mosaico.

Figura 55 – Mosaico 4 – Região Costeira de Guarapari e Vila Velha



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

A configuração desses mosaicos favorece a análise das diversas UC como um conjunto, entendendo seu funcionamento de maneira articulada além de procurar assim dimensionar sua importância local. A articulação dos mosaicos entre si permite avançar no entendimento da relação dessas unidades entre si além das potencialidades de conexão.

O Mosaico 1 e o Mosaico 2 distam entre si cerca de 5 km. Apresentam uma conexão através do rio Bubu que caminha da APA do Monte Mochuara em direção à RDSM do Manguezal de Cariacica. Apesar de não indicadas em conjunto como corredor ecológico, as APP do rio Bubu podem possibilitar uma primeira conexão entre esses fragmentos de vegetação.

O Mosaico 2 e o Mosaico 3 se inscrevem parcialmente no Corredor Ecológico Duas Bocas-Mestre Álvaro sendo, portanto, planejada sua conexão. Entre a APA Mestre Álvaro e RE Duas Bocas há uma distância de pouco mais de 15 km, existindo apenas um fragmento florestal mais preservado logo abaixo da APA MA, o qual se encontra próximo da margem esquerda do rio Santa Maria da Vitória. Alguns contribuintes pela margem esquerda desse curso d'água, como o Córrego Sapucaia e o rio Duas Bocas e seus contribuintes podem ser aventados como possibilidades de conexão entre essas regiões.

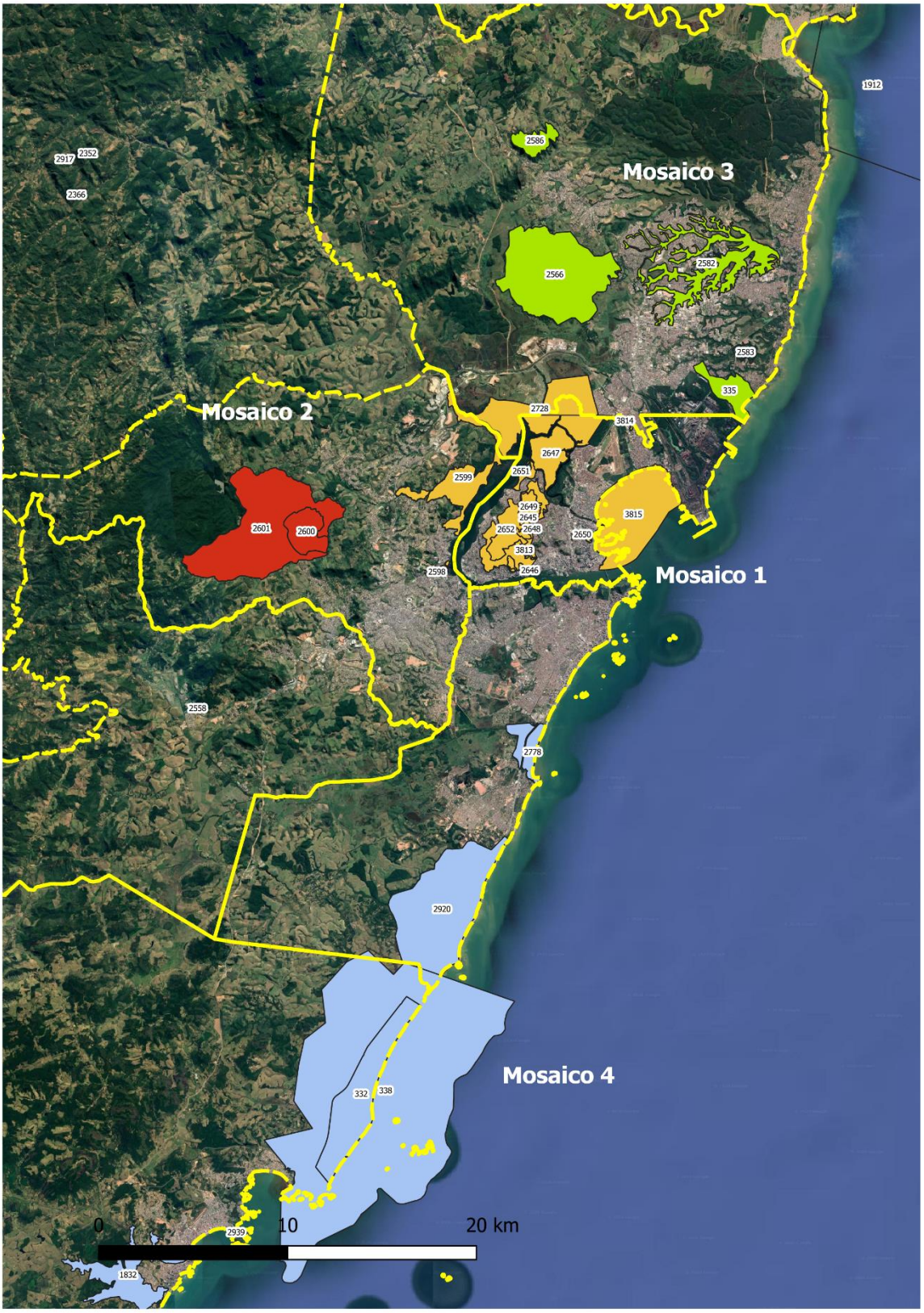
A conexão entre o Mosaico 1 e o Mosaico 3 apresenta barreiras físicas, como por exemplo entre EEM Ilha do Lameirão e o RVSM Mata Paludosa (Mosaico 1) e APA Praia do Mole e PNM de Bicanga (Mosaico 3) a existência da mancha urbana conturbada e do Porto de Tubarão. A menor distância entre esses dois mosaicos se dá entre a APA Mestre Álvaro e a APA Manguezal Sul da Serra, ambas do município de Serra, de cerca de 3 km.

O Mosaico 4 encontra-se distante dos demais se relacionando apenas numa escala regional.

Nota-se que as unidades Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC), Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (APACA), Parque Natural Municipal Goiapaba-Açu (PNMGA) são apresentados na Escala Bacia Hidrográfica, uma vez que se articulam com UC que estão fora dos limites da RMGV.

A Figura 56 a seguir traz essa organização territorial dos mosaicos.

Figura 56 – Articulação dos Mosaicos 1, 2, 3 e 4



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

A seguir são introduzidas alguns estudos e iniciativas de restauração florestal, diretamente relacionados à conservação dos recursos hídricos.

O Programa de Gestão Integrada das Águas e das Paisagens busca o desenvolvimento de ações voltadas ao aprimoramento da gestão dos recursos hídricos considerando os diferentes aspectos de maneira integrada. O Programa é organizado em 4 componentes de investimentos, cabendo destaque ao Componente 3 – Gestão de Mananciais e Restauração da Cobertura Florestal, em especial o Programa Reflorestar, o qual objetiva, a partir da adoção de práticas de uso sustentável do solo por parte dos produtores rurais, restaurar o ciclo hidrológico através da conversação e recuperação da cobertura florestal (ESPÍRITO SANTO, 2018).

Trata-se de compromisso assumido no âmbito do Desafio 20x20, iniciativa desenvolvida na Conferência das Partes (COP-20) de 2014 no Peru, com o objetivo geral restaurar e/ou evitar o desmatamento em 20 milhões de hectares. As metas estabelecidas indicam a restauração de 80 mil hectares, dos quais 20 mil hectares sejam por plantio e 60 mil hectares por regeneração natural. As informações aqui relatadas provêm do site oficial do Programa (SEAMA, 2020).

O Programa busca reverter a degradação do meio ambiente que acarreta cenários de escassez ou de baixa qualidade de recursos naturais, com um destaque para a água, considerando os períodos de seca prolongada que o Estado enfrenta. Dessa maneira, com um especial destaque para as bacias hidrográficas que abastecem a RMGV – Jucu e Santa Maria da Vitória – busca-se recuperar a cobertura dos solos degradados, aumentando a capacidade de infiltração das águas das chuvas e diminuindo o risco de desabastecimento.

São contemplados proprietários rurais que tenham interesse em destinar parte da propriedade para a preservação do meio ambiente ou para o desenvolvimento de práticas rurais sustentáveis, sendo priorizados os pequenos produtores. Com base na Lei Estadual 9.864/2012, a qual estabelece o Programa de Pagamentos de Serviços Ambientais (PSA) no Estado, é realizado um aporte financeiro devido aos benefícios pela floresta nativa conservada ou em estágio de recuperação, ou para a aquisição de insumos necessários para o plantio de florestas em novas áreas. O Programa contempla as seguintes modalidades:

- Floresta em Pé: PSA para até de hectares por propriedade rural de florestas conservadas e elegíveis para essa modalidade;
- Regeneração Natural: Aquisição de insumos para a regeneração natural e PSA referente;
- Recuperação com Plantio: Aquisição de mudas de espécies nativas e PSA referente;
- Sistemas Agroflorestais: Aquisição de insumos para sistemas agroflorestais e PSA referente;

- Sistema Silvipastoris: Aquisição de insumos para sistemas que combinam árvores com pastagens;
- Floresta Manejada: Aquisição de insumos para o plantio o manejo florestal de culturas (sem corte raso);

A existência de um Programa Estadual de PSA permite o desenvolvimento de ações voltadas para áreas produtores de água e de amortecimento de cheias, a ser mais bem explorada quando da proposição de medidas não estruturais e infraestrutura verde.

De modo a atingir as metas desse programa, o estado conta com o Plano Estratégico da Cadeia de Restauração Florestal no Espírito Santo (PERF) (TNC, 2018). O diagnóstico aponta uma cadeia produtiva fragmentada, com ações temporárias e descontinuas, e a baixa diversidade no mercado de produtos florestais, em relação as possibilidades de exploração. Foram identificadas cinco perspectivas a partir das quais os objetivos e metas se estruturaram: ecológica, financeira, dos clientes, de processos críticos e de crescimento e aprendizagem. O PERF, portanto, busca a efetividade da cadeira florestal no estado, considerando sempre a relação com a prestação de serviços ambientais, como os relacionados a conservação da água.

Nesse sentido, SEAMA (2017) conduziu um estudo a partir da aplicação da Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM) de modo a auxiliar na tomada de decisões e favorecendo ao atingimento das metas do Programa Reflorestar. Esse estudou buscou, através de uma análise integrada se baseando em diversos aspectos espaciais, apontar áreas com maior potencial para a restauração florestal, considerando a interface com a recuperação da disponibilidade hídrica no Estado. Utilizou, para tanto, dois critérios: produção de água (*water yield*) e índice de retenção de sedimentos (*Sediment Retention Index – SRI*), além da combinação entre esses. A simulação considerou o estado do Espírito Santo como um todo e procurou otimizar a distribuição dos 80 mil ha de meta do Programa Reflorestar pelas áreas com maior influência sobre a conservação dos recursos hídricos. O quadro a seguir traz o destaque para as bacias que cruzam a RMGV.

Quadro 9 – Resultado da metodologia ROAM para as bacias da RMGV

Bacia	Área (ha)	Remanescente		Meta	
		ha	%	ha	%
Benevente	120.743,12	55.010,81	45,56	1.343,23	1,7%
Jucu	222.054,00	111.751,87	50,33	2.056,67	2,6%
Guarapari	32.017,34	14.781,32	46,17	348,29	0,4%
Reis Magos	91.550,71	39.409,03	43,05	1114,71	1,4%
Santa Maria	181.013,61	101.028,52	55,81	1.326,67	1,7%
Ilha De Vitória	3.398,79	1.280,07	37,66	49,58	0,1%
RMGV	650.777,57	323.261,62		6.239,15	7,8%
TOTAL	4.608.701,68	1.510.934,46		80.000,00	

Fonte: Adaptado de SEAMA (2017).

Apesar de a simulação apontar somente 7,8% de áreas prioritárias nas bacias que abrangem a RMGV, cabe destacar a importância da restauração das bacias a montante da área de estudo haja visto a fragilidade hídrica.

Assim, no contexto específico das bacias relacionadas a RMGV, o Ministério do Meio Ambiente elaborou o Índice de Prioridade de Restauração Florestal para Segurança Hídrica para as 20 principais Regiões Metropolitanas (RM) ou Aglomerações Urbanas (AU) inseridas na Mata Atlântica. Parte-se também do entendimento que a recomposição da cobertura vegetal favorece a regularização do regime hidrológico dos rios e na qualidade da água dos mananciais de abastecimento (MMA, 2017). Essa abordagem se relaciona com os conceitos de Adaptação baseada em Ecossistema (AbE) e Mitigação baseada em Ecossistemas (MbE).

A metodologia utilizada é a seguinte:

- Levantamento dos mananciais de abastecimento com base no Atlas Brasil: Abastecimento do Água da ANA de 2011. Foram definidas as bacias que seriam avaliadas considerando de interesse apenas as localizadas a montante da área de captação de cada manancial, uma vez são essas áreas que contribuem para a sua recarga.
- Definição dos seguintes critérios de priorização:
    - Balanço Hídrico Quantitativo – baseado na Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, elaborado pela ANA, que indica a situação do manancial em relação à demanda de água;

- Suscetibilidade à erosão – elaborado a partir de três elementos: 1 – Mapa de Remanescentes (SOS Mata Atlântica & INPE), 2 – Mapa de Declividades (SRTM) e 3 – Mapa de Solos (EMBRAPA);
- Proporção de cobertura por remanescentes de ecossistemas – mapeamento proveniente da SOS Mata Atlântica e INPE (2013/2014);

- Análise multicritério com a atribuição de pesos para o cálculo do IPRH, a partir da metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP): num primeiro momento, se definiram pesos para as variáveis internas de cada parâmetro. Em seguida, os três parâmetros tiveram pesos atribuídos de modo a computar o IPRH, que foram os seguintes:
  - Balanço Hídrico Quantitativo – 0,581
  - Remanescentes de Ecossistemas – 0,309
  - Suscetibilidade à Erosão Hídrica – 0,110
- Elaboração de dois rankings:
  - De mananciais por RM ou AU: comparação interna entre os mananciais que abastecem determinada área. O manancial com maior IPRH é o prioritário para a restauração florestal.
  - Por municípios: comparação entre os mananciais na escala municipal. Quanto maior o IPRH, maior a prioridade para a restauração florestal.

Os quadros a seguir trazem esses dois resultados para a RMGV.

Quadro 10 – Ranking de Mananciais segundo o IPRH

Ranking	Manancial	Área (km²)	Situação do Manancial	% Remanesc.	Susceptibilidade à erosão	Prioridade de Restauração Florestal
1	Rio Santo Agostinho	48,37	Requer ampliação	25,8	Muito Alto	Médio
2	Rio Jucu	2.125,83	Requer ampliação	22,4	Alta	Médio
3	Rio Benevente	1.176,73	Requer ampliação	25,6	Alta	Médio
4	Rio Jaboti	84,91	Requer ampliação	30,6	Alta	Baixo
5	Rio Fundão	370,35	Satisfatório	10,2	Alta	Muito baixo
6	Rio Duas Bocas	97,44	Satisfatório	19,7	Alta	Muito baixo

Ranking	Manancial	Área (km²)	Situação do Manancial	% Remanesc.	Susceptibilidade à erosão	Prioridade de Restauração Florestal
7	Rio Santa Maria da Vitória	1.387,03	Satisfatório	25,8	Alta	Muito baixo

Fonte: Adaptado de MMA (2017).

Quadro 11 – Ranking de Mananciais segundo o IPRH por município

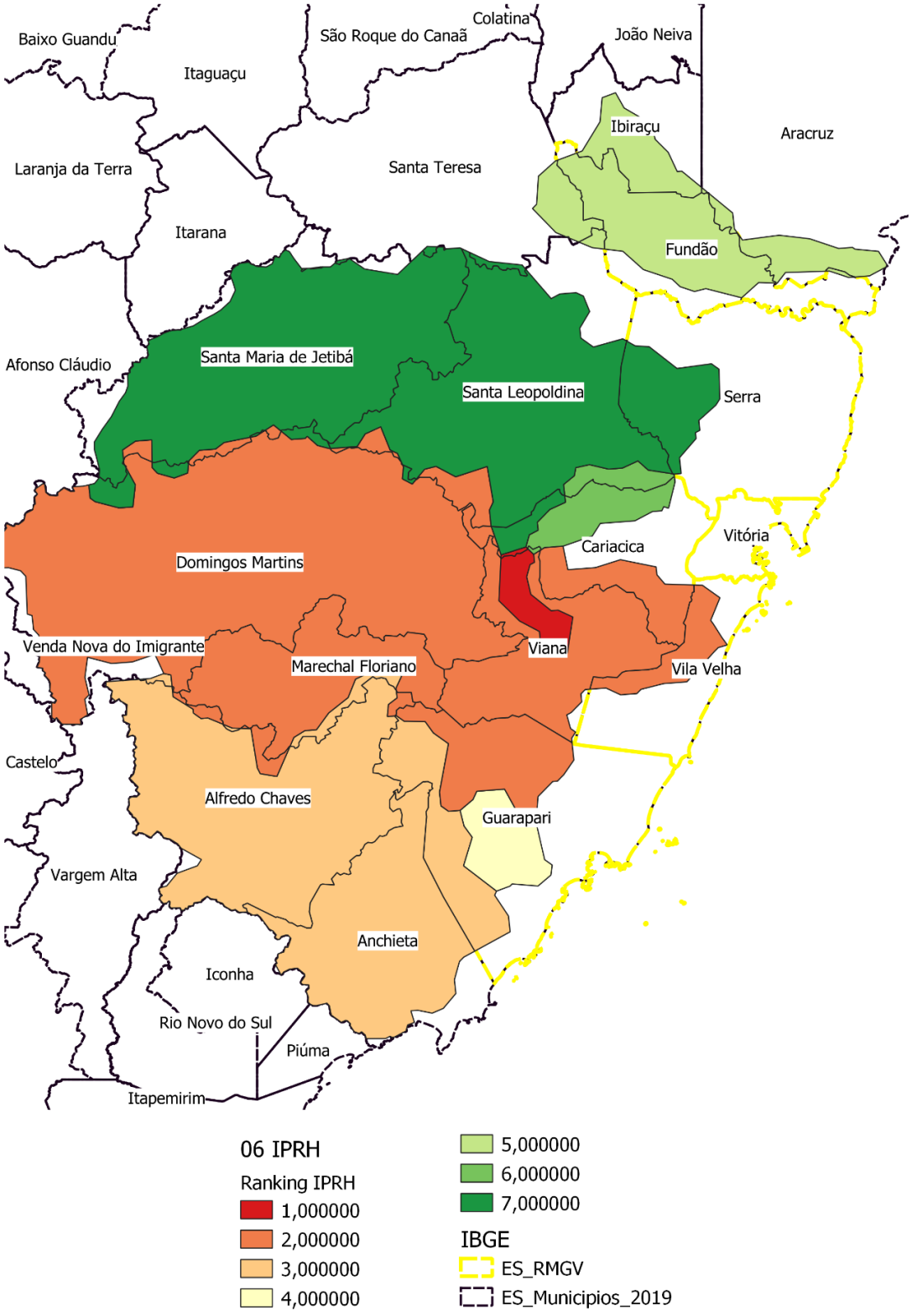
Município	Manancial e Ranking
Cariacica	1 – Rio Santo Agostinho; 2 – Rio Jucu; 3 – Rio Duas Bocas; 4 – Rio Santa Maria da Vitória
Fundão	1 – Rio Fundão
Guarapari	1 – Rio Jucu; 2 – Rio Benevente; 3 – Rio Jaboti
Serra	1 – Rio Duas Bocas; 2 – Rio Santa Maria da Vitória
Viana	1 – Rio Santo Agostinho; 2 – Rio Jucu; 3 – Rio Duas Bocas
Vila Velha	1 – Rio Jucu
Vitória	-

Fonte: Adaptado de MMA (2017).

O estudo também apresenta esse ranking para os municípios de Alfredo Chaves, Anchieta, Aracruz, Domingos Martins, Ibiraçu, Marechal Floriano, Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá, aqui omitidos.

A Figura 57 a seguir traz o mapa com o resultado do ranking dos mananciais com o destaque para cada uma das bacias consideradas.

Figura 57 – Índice de Prioridade de Restauração Florestal para Segurança Hídrica (IPRH) para a RMGV



Fonte: Elaborado a partir de MMA (2017).

3.1.3. ESCALA BACIAS HIDROGRÁFICAS

Nesta escala de análise, após a apresentação do contexto geral da RMGV e da sua relação com iniciativas macrorregionais, o enfoque se desloca para as bacias hidrográficas, aqui articuladas como as divisões instituídas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Consiste numa escala fundamental a ser pormenorizada haja vista a existência de Planos de Bacia Hidrográfica para cada um dos CBH que abarcam porções da RMGV, a saber: CBH Litoral Centro-Norte, CBH Santa Maria da Vitória, CBH Jucu e CBH Benevente. Destaca-se que duas parcelas da RMGV não estão em nenhum CBH: a primeira, a costa entre Guarapari e Vila Velha, e a segunda, uma parcela da região central da Baía de Vitória.

Do mesmo modo que a avaliação da escala metropolitana, a análise desta seção se inicia pelo reconhecimento dos principais núcleos instituídos de regimes de proteção à natureza, no caso, as UC. Também foram agrupadas como mosaicos regionais, facilitando o entendimento da importância regional de cada um desses elementos, tensionando relações entre si e entre os mosaicos da RMGV. São os seguintes:

- Mosaico Regional 1 – Costa de Aracruz-Serra;
- Mosaico Regional 2 – Região Serrana de Fundão – Santa Teresa;
- Mosaico Regional 3 – Anchieta;

Em alguns desses mosaicos regionais, foram inseridas UC que se inscrevem na área de estudo e que, apesar de indicadas na seção anterior como pertencentes a RMGV, não foram agrupadas em nenhum dos quatro mosaicos metropolitanos.

Iniciando-se ao norte da RMGV, inscrito parcialmente nas costas de Fundão e Serra, o Mosaico Regional 1 – Costa de Aracruz-Serra é uma unidade territorial de análise informal que permite considerar a atuação em conjunto das seguintes unidades: Área de Proteção Ambiente Costa das Algas (APACA), o Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC), a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraque-Açú e Piraque-Mirim (RDSMPAPM) e o Parque Natural Municipal Victor Farina (PNMVF). Dessas, somente a APACA se inscreve parcialmente na RMGV, especificamente nas costas de Fundão e Serra, estando todas essas UC no território do CBH Litoral Centro-Norte. No contexto da RBMA, o RVSSC e o PNMVF se encontram na zona núcleo e as demais na zona de amortecimento, estando toda a área inserida no Corredor Ecológico Marinho-Rio Doce. Se situam na área prioritária de conservação estadual Piraque-Açú e Piraquê-Mirim de Alta Prioridade, que se articula a oeste e a nordeste com as áreas prioritárias de conservação estadual de Região Serrana e Quaternário e Foz do Rio Doce, respectivamente. Dista

de 20 km do Mosaico Regional 2 – Região Serrana de Fundão e Santa Teresa e 10 km do Mosaico 3 – Serra.

A Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (APACA) criada em 2010 se localiza na costa de Aracruz, Fundão e Serra, totalizando uma área de 114.931 hectares, sendo 431 há de mata atlântica e os restantes 114.524 ha de área marinh. Engloba o RVSSC servido como zona de amortecimento e proteção dessa unidade. Não possui plano de manejo.

O Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC) localizado em Aracruz foi criado em 2010, possuindo área total de 17.741 hectares, dos quais 32 correspondem ao bioma Mata Atlântica e os demais 17.717 a zona marinha. Não possui plano de manejo.

Em conjunto, a APACA e o RVSSC têm por objetivos a proteção da diversidade biológica e dos ambientes naturais, com destaque para os fundos colonizados por algas e as formações vegetais, assim como a valorização de atividades de pequenas escalas desenvolvidas pelas comunidades costeiras como os pescadores locais. Abrigam uma grande extensão de bancos de algas o que favorece a formação de uma grande diversidade de organismos marinhos, como pequenos invertebrados e grades peixes (ICMBIO, 2010). Destaca-se que a grande variedade de macroalgas marinhas, calcárias e não calcárias proporcionando substrato, abrigo e alimentação para a fauna marinha, além da ocorrência de manguezais ao longo da faixa costeira (LEUZINGER; SANTANA; SOUZA, 2017). Sofrem pressões de atividades industriais, coleta predatórias de algas calcárias e a ocupação imobiliária, e mesmo se tratando de UC marinhas, sofrem influência dos conflitos socioambientais e econômicos da região. Destaca-se as atividades industriais desenvolvidas pela Aracruz Celulose S/A – ARCEL com a saída marítima através do PORTOCEL, no distrito de Barra do Riacho, as reservas indígenas de Comboios, Pau Brasil e de Caieiras Velha e a existência de pescadores nos distritos de Barra do Riacho, Barra do Sahy e Santa Cruz (SANTOS, 2007). A gestão da APACA e da RVSSC é realizada em conjunto.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraque-Açú e Piraque-Mirim (RDSMPAPM) possui área total de 2.080 hectares com destaque para o manguezal dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim. No seu interior se encontram povos indígenas e comunidades tradicionais como pescadores artesanais, marisqueiros e catadores de caranguejo.

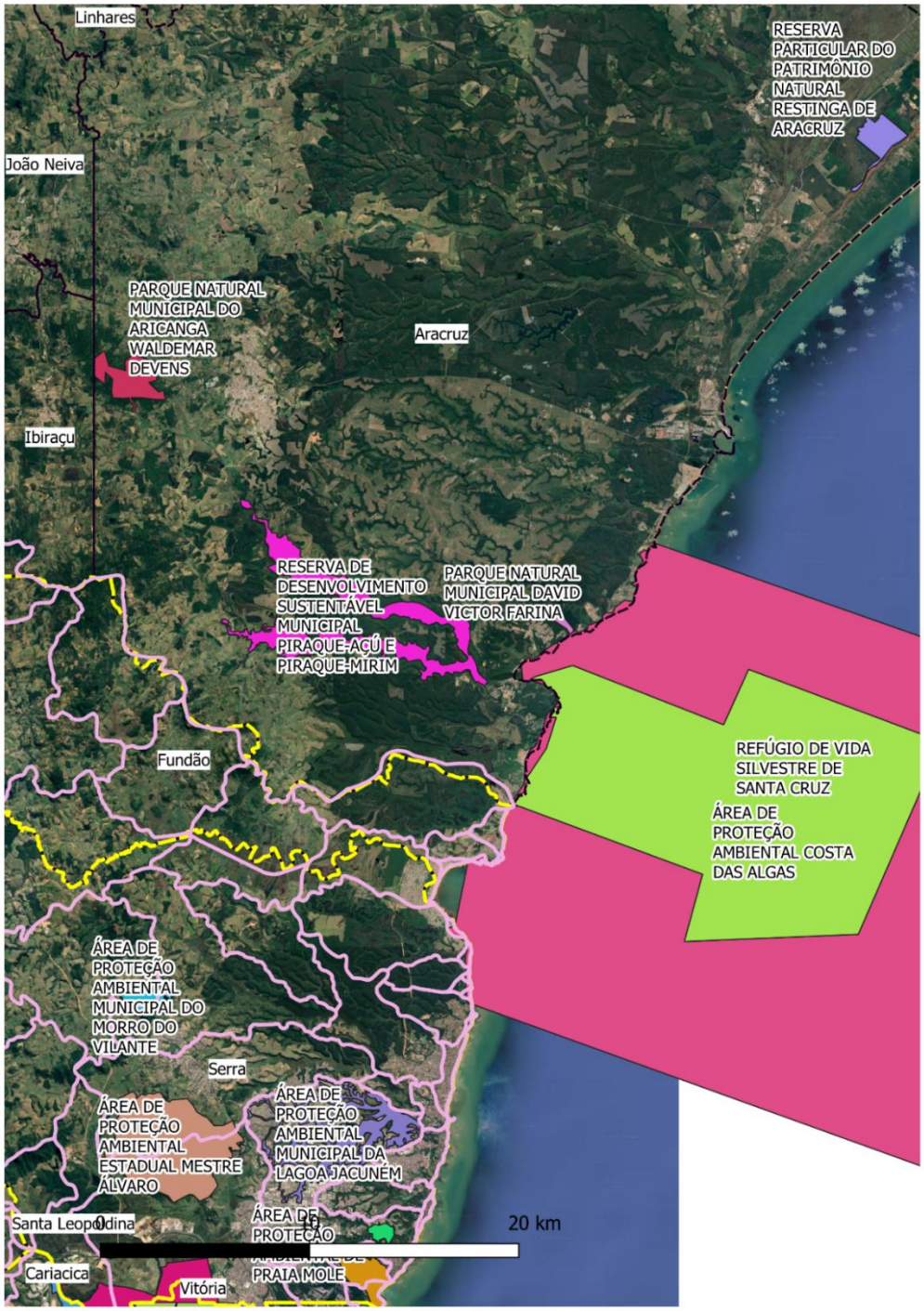
O Parque Natural Municipal Victor Farina (PNMVF) criado em 1995 ocupa área de 40 hectares, contando com fragmento de vegetação remanescente de restinga e floresta de tabuleiro. Localiza-se nos bairros Coqueiral e Praia dos Padres, inscrita no contexto urbano.

Destaca-se a existência das seguintes Terras Indígenas (TI):

- TI Tupiniquim: ao norte de Serra, com 14.282 hectares;

- TI Caieiras Velhas II: ao norte de Serra, com 57 hectares;
- TI Comboios: em Aracruz, com 3.872 hectares;

Figura 58 – Mosaico Regional 1 – Costa de Aracruz-Serra



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

Na porção noroeste da RMGV e áreas vizinhas que não se encontram nessa região, é possível destacar a existência do Mosaico Regional 2 – Região Serrana de Fundão Santa Teresa, que apesar da relevância ambiental não se encontra formalmente definido. Engloba as unidades: Área de Proteção Ambiental do Pico do Goiapaba-Açú (APA PGA), o Parque Natural Municipal Goiapaba-Açu (PNMGA) e a Reserva Biológica Augusto Ruschi (RBAR), além de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) detalhadas mais a frente. Somente a APA PGA e o PNMGA estão dentro dos limites da RMGV. A região se encontra dentro dos limites da RBMA sendo que essas três UC se situam dentro da zona núcleo. Em termos estaduais, o Mosaico Regional 2 insere-se na área estadual de alta prioridade para a conservação Região Serrana e está dentro dos limites do Corredor Ecológico Centro Norte Serrano. Quanto a contribuição da drenagem para as bacias hidrográficas, essas três unidades drenam para o CBH Litoral Centro Norte.

A Área de Proteção Ambiental do Pico do Goiapaba-Açu (APAPGA) localizada no noroeste do município de Fundão estende-se também pelo município de Santa Teresa, contando com área total de 3.740 hectares e criação datada de 1994. Incrustada entre a região montanhosa e a baixa litorânea, possui um relevo fortemente ondulado. Apresenta remanescentes de vegetação da Mata Atlântica em especial do tipo floresta ombrófila densa montana, predominantemente do tipo sub-perenifólia mas contando também com a ocorrência de formações rasteiras e arbustivas. De acordo com Cuzzuol e Lima (2003), 89% da área apresentava instabilidade potencial com tendência para movimento de massa, sendo que a cobertura vegetal arbórea protege essas áreas desse fenômeno. Os 11% restante são unidades de instabilidade emergente por conta da ausência de vegetação devido a agricultura ou desmatamentos. Conta com as nascentes de diferentes afluentes do rio Fundão. Na bacia do Piraquê-Açu, na área intermediária entre a APAPGA e RBAR, existia uma grande quantidade de represamento de pequenos cursos d'água nas cabeceiras dos rios Fundão e Nova Lombardia, devido ao uso das áreas próximas a APAPGA para a exploração agrícola (CUZZUOL; LIMA, 2003). Não possui plano de manejo.

Inserido na APAPGA, há o Parque Natural Municipal Goiapaba-Açu (PNMGA) com área de 235 hectares localizado totalmente no município de Fundão. Não conta com plano de manejo.

A oeste dessas duas UC, sem apresentar com elas contiguidade territorial, há a Reserva Biológica Augusto Ruschi (RBAR) já fora da RMGV e situada no município de Santa Teresa. Criada pelo Decreto Federal nº 87.589/1982, possui 3.562 hectares de área e possui plano de manejo de 2019. Tem por objetivos a proteção dos ecossistemas de floresta ombrófila densa, montana e submontana e das cabeceiras das mais de 100 nascentes e córregos que compõem os rios do CBH Litoral Norte e que servem como manancial para municípios vizinhos a RBAR. Trata-se de um dos últimos remanescentes de floresta atlântica submontana estando inserida num dos maiores centros

de endemismo e biodiversidade do mundo (ICMBIO, 2019). Possui zona de amortecimento e zoneamento com as seguintes zonas definidas: infraestrutura, uso moderado, diferentes interesses públicos, preservação e conservação

Além das unidades de conservação públicas, a região conta com uma série de Reservas Particulares do Patrimônio Natural, que são propriedades privadas destinadas para a conservação. Mendes e Padovan (2000) apontam para a necessidade de fortalecimento dessas unidades, por exemplo, ao estimular o desenvolvimento de atividades de ecoturismo. Essas áreas são importantes para o fortalecimento da proteção regional da natureza, sendo importante a proteção de fragmentos florestais que favoreçam a conectividade entre as diversas unidades (MENDES; PADOVAN, 2000). A seguir são detalhadas as RPPN existentes:

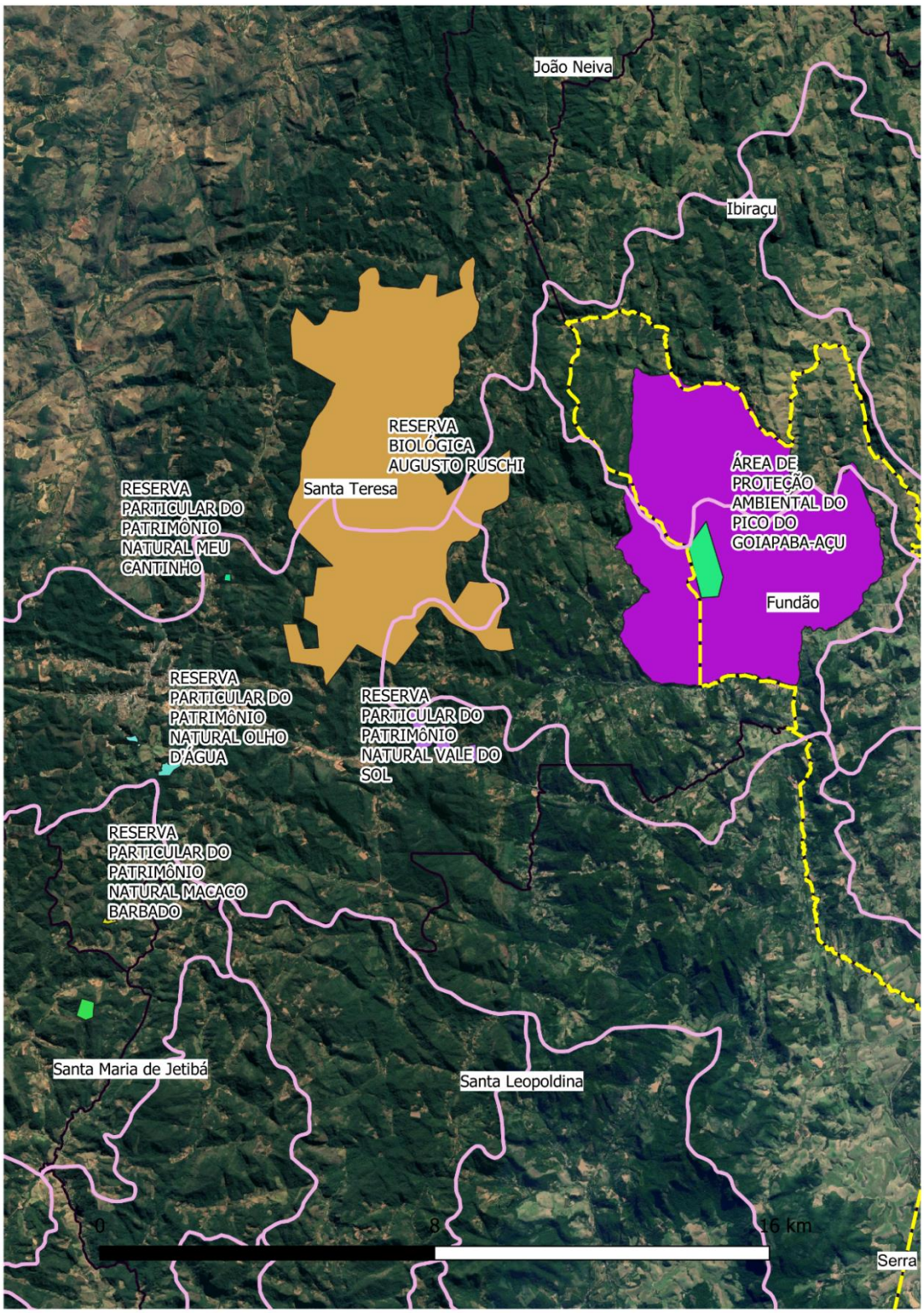
- RPPN Meu Cantinho (RPPN MC): localizada em Santa Teresa, drenando para o CBH Litoral Centro-Norte, área de 3 hectares e criada em 2013;
- RPPN Olho D'Água (RPPN OA): localizada em Santa Teresa, drenando para o CBH Litoral Centro-Norte, área de 19 hectares e criada em 2010;
- RPPN Bei Cantoni (RPPN BC): localizada em Santa Teresa, drenando para o CBH Litoral Centro-Norte, área de 4 hectares e criada em 2011;
- RPPN Vale do Sol (RPPN VS): localizada em Santa Teresa, drenando para o CBH Litoral Centro-Norte, área de 68 hectares e criada em 2010;
- RPPN Macaco Barbado (RPPN MB): localizada em Santa Maria de Jetibá, drenando para o CBH Santa Maria da Vitória, área de 3 hectares e criada em 2011;
- RPPN Palmares (RPPN Pal): localizada em Santa Maria de Jetibá drenando para o CBH Santa Maria da Vitória, área de 17 hectares e criada em 2013;

Destacam-se também outras áreas de interesse ambiental, porém que não estão cadastradas no CNUC:

- Parque Natural Municipal de São Lourenço (PNMSL): com uma área de 265 cuja administração é realizada pela Prefeitura de Santa Teresa;
- Estação Biológica de São Lourenço (EBSLo): criada em 2004, no bairro de São Lourenço, localiza-se em área contígua ao PNMSL. Sua vegetação é do tipo mata atlântica de encosta em excelente estado de conservação;
- Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSLu): criada em 1949, suas terras estão sob o domínio da Universidade Federal do Rio de Janeiro, cabendo a administração ao Museu de Biologia

Professor Mello Leitão, desempenhando importantes funções para a conservação da natureza e para o ensino e pesquisa (SILVA, 2005). Encontra-se na região fitoecológica Floresta Ombrófilda Densa, possuindo em seu território vegetação em estágios avançados de sucessão, com a exceção de parcelas com perturbações devido a antigos cultivos agrícolas (MENDES; PADOVAN, 2000). O rio Timbuí corta a unidade e sua poluição traz impactos para a área. Conta com estação pluviométrica do DNAEE (01940010 – Estação Valsugana Velha). A caça clandestina e o risco de incêndio são ameaças para a unidade.

Figura 59 – Mosaico Regional 2 – Região Serrana de Fundão Santa Teresa



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

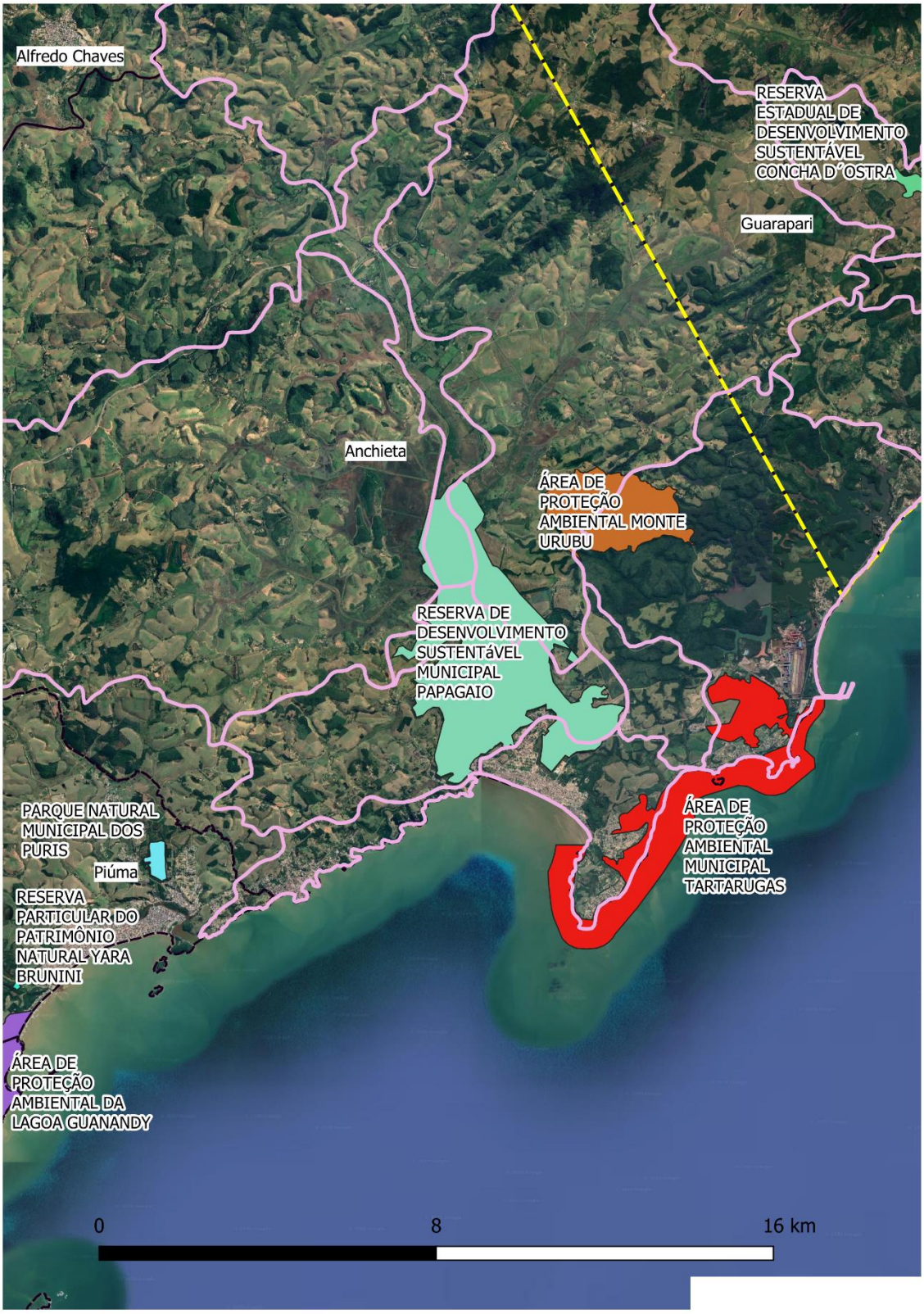
Ao sul da RMGV, localiza-se um conjunto de UC que pode ser agrupado como o Mosaico Regional 3 – Anchieta para o desenvolvimento desta análise. Considera-se as seguintes unidades: pela Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Papagaio (RDSMP), Área de Proteção Ambiental Municipal Tartaruga (APA MT) e Área de Proteção Ambiental Monte Urubu (APA MU), nenhuma dessas dentro dos limites da RMGV. No contexto da RBMA, a APA MU está na zona de amortecimento e a RDSMP na zona núcleo, estando esta unidade também inserida na área prioritária para a conservação estadual de Anchieta de extrema prioridade. Ao sul no município de Piúma, há o Corredor Ecológico Estadual Guanandy o qual apresar da proximidade não é contínuo ao Mosaico Regional 3. Em termos de bacias hidrográficas, essas três essas unidades se localizam no município de Anchieta e no CBH Benevente

Trata-se de um Mosaico que abarca a foz do rio Benevente. importante área de manguezal que se estende até cerca de 6 km para dentro do continente, sendo que parte desse território é abarcado pela Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Papagaio (RDSMP), criada em 2012 com 1.730 hectares. Trata-se de um dos fragmentos de manguezal mais extensos e conservados do estado, e nota-se que conforme se avança para a parte superior do estuário que é mais influenciada pela água doce, há a transição para ambientes de mata atlântica e restinga, sendo que as áreas vizinhas apresentam ocupação antrópica como a pastagem (PETRI et al., 2011).

A Área de Proteção Ambiental Municipal Tartaruga (APA MT) criada em 2011 se estende por 1.092 entre as praias do Porto Velho e do Além, abarcando duas áreas desocontínuas ao longo da faixa litorânea. Tem por objetivo a preservação de vegetação de restinga e de mata de tabuleiro e das tartarugas marinhas que anualmente desaguam no local. A fauna e a flora presente em seu território possuem um grau de conservação satisfatório, apesar da pressão devido as atividades antrópicas próximas, como a ocupação urbana impulsionada pelas atividades de turismo e pelas atividades industriais do setor de mineração (PAULO et al., 2020).

A Área de Proteção Ambiental Monte Urubu (APA MU), criada em 2013, tem área total de 524 hectares. Protege uma parcela de um grande fragmento florestal existente entre Anchieta e Guarapari.

Figura 60 – Mosaico Regional 3 - Anchieta



Fonte: Elaborado a partir de CNUC (2020).

A apresentação desses três mosaicos permite identificar de que maneira as UC se articulam de modo regional. A análise posterior que utilizará os limites das UTAP permitirá a identificação da relação dessas unidades com o uso e ocupação do solo. Uma primeira aproximação para este produto parte dos quantitativos provenientes do Atlas da Mata Atlântica do Espírito Santo (SEAMA, 2018), conforme relacionado no Quadro 12 seguir.

Quadro 12 – Evolução da Cobertura Florestal das Bacias Hidrográficas da RMGV

Classe de uso e ocupação do solo	2007/2008	2012/2013/ 2014	2007/2008	2012/2013/ 2014
-	Bacia do Rio Reis Magos		Bacia do Santa Maria de Vitória	
Macega	3,3 %	3,1 %	6,8 %	6,1 %
Mata Nativa	23,8 %	25,5 %	32,8 %	34,3 %
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	10,7 %	8,5 %	10,8 %	8,3 %
Outros	31,8 %	34,4 %	32,4 %	36,3 %
Pastagem	30,4 %	28,5 %	17,2 %	15,1 %
-	Bacia do Rio Jucu		Bacia do Rio Benevente	
Macega	7,0 %	6,4 %	4,5 %	4,1 %
Mata Nativa	32,0 %	33,2 %	29,3 %	29,3 %
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	9,1 %	7,6 %	8,8 %	8,2 %
Outros	30,1 %	33,8 %	22,5 %	25,0 %
Pastagem	21,9 %	19,1 %	34,9 %	33,4 %
	Bacia do Rio Guarapari			
Macega	3,3 %	2,6 %		
Mata Nativa	21,6 %	21,6 %		
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	9,6 %	9,2 %		
Outros	34,5 %	35,0 %		
Pastagem	31,0 %	31,5 %		

Fonte: SEAMA (2018).

Nota-se que a escala bacias hidrográficas, considerando aqui as articulações dos CBH, permite verificar a influência das áreas a montante na dinâmica dos cursos d'água nas regiões mais próximas ao exutórios. Considera-se que essas áreas possuem um planejamento em comum ditado

pelos Planos de Bacias Hidrográficas, portando, devem ser minimamente consideradas como tal para o diagnóstico do meio biótico.

3.1.4. ESCALA MUNICIPAL

Como mencionado para a escala bacia hidrográfica, a análise em conjunto do meio biótico com o uso e ocupação do solo permite compreender a dinâmica territorial própria de cada um dos municípios. O aporte proveniente do meio biótico inicia-se com a compressão macrorregional e avança para o nível do detalhe da localização e da relevância dos fragmentos florestais. Existem, por exemplo, remanescentes de vegetação externos as UC, que podem ser classificados como APP ou não, e que devem ser considerados. Por parte do uso e ocupação do solo na escala municipal, nota-se que cada município é objeto de um planejamento específico refletido por exemplo no Plano Diretor Municipal. Dessa forma, a revisão deste produto terá por foco a caracterização e o diagnóstico de cada uma das 32 UTAP articulando essas duas nuances.

Como primeira aproximação, o Quadro 13 a seguir traz a informação referente ao Atlas da Mata Atlântica do Espírito Santo. Logo em seguida há um quadro que resume os pontos principais dos planos diretores de cada um dos municípios que compõem a RMGV, sendo destacados os principais artigos que se relacionam com o meio biótico, principalmente a partir do estabelecimento de áreas protegidas.

Quadro 13 – Evolução da Cobertura Florestal dos municípios da RMGV

Classe de uso e ocupação do solo	2007/2008	2012/2013/ 2014	2007/2008	2012/2013 /2014
-	Cariacica		Fundão	
Macega	4,8 %	3,3 %	4,5%	2,7%
Mata Nativa	24,4 %	26,4 %	16,3%	17,9%
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	9,8 %	7,1 %	8,8%	6,9%
Outros	39,7 %	43,2 %	26,6%	31,2%
Pastagem	21,2 %	20,1 %	43,8%	41,4%
-	Guarapari		Serra	
Macega	3,6%	3%	3,7 %	2,6 %
Mata Nativa	27,5%	28,5%	11,6 %	15,1 %
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	10,5%	9,3%	15,1 %	10,6 %

Classe de uso e ocupação do solo	2007/2008	2012/2013/ 2014	2007/2008	2012/2013 /2014
Outros	28%	29,1%	39,9 %	42,9 %
Pastagem	30,5%	30,1%	29,7 %	28,9 %
	Viana		Vila Velha	
Macega	4,2 %	3,7 %	4,2 %	3,3 %
Mata Nativa	27,0 %	28,5 %	7,7 %	8,0 %
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	11,2 %	9,2 %	7,3 %	5,9 %
Outros	19,2 %	21,3 %	45,6 %	47,0 %
Pastagem	38,4 %	37,2 %	35,2 %	35,8 %
	Vitória			
Macega	3,3 %	2,2 %		
Mata Nativa	4,7 %	5,1 %		
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	11,8 %	10,8 %		
Outros	78,6 %	80,2 %		
Pastagem	1,6 %	1,7 %		

Fonte: SEAMA (2018).

No quadro a seguir são destacadas outras áreas de relevância ambiental indicadas nos Planos Diretores Municipais. Esses locais serão incorporados na revisão e estão aqui como forma de centralizar essa informação para a RMGV.

Quadro 14 – Destaques de áreas de interesse ambiental dos Planos Diretores Municipais

Plano Diretor de Cariacica – Lei Complementar nº 18/2007
Art. 72 – Integram a Zona Natural 1 do Município de Cariacica, conforme anexo 3: I - Reserva Biológica Duas Bocas – ZN 1/01; II - Monte Mochuara – ZN 1/02; III - Serra Pé de Urubu/Encantado – ZN 1/03; IV - Paredão Roda D`Água – ZN 1/04; V - Serra do Adriano – ZN 1/05; VI - Serra do Anil – ZN 1/06;
Art. 73 – Integram a Zona Natural 2, as seguintes áreas indicadas em mapa no anexo 3, conforme denominação contida nas cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000: I - Boqueirão do Tomás – ZN 2/01; II - Pau-Amarelo ZN 2/02; III - Córrego Cachoeira; ZN 2/03; IV - Boqueirão ZN 2/04; V - Vale do Sertão Velho ZN 2/05; VI - Serra Escravada / Sabão; ZN 2/06; VII - Maricará ZN 2/07; VIII - Morro do Óleo ZN 2/8; IX - Azeredo ZN 2/09; X - Cachoeirinha ZN 2/10; XI - Roças Velhas ZN 2/11; XII - Assentamento de Vila Progresso ZN 2/12.
Art. 76 - A área classificada como Zona Natural 2 - ZN 2/11 correspondente a região Roças Velhas poderá ser enquadrada como ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico, conforme artigo 71.
Art. 81 – Integram a Zona de Proteção Ambiental 1, indicados em mapa no anexo 3 as seguintes

áreas: I - Mangue do Rio Bubu – ZPA 1/01 e ZPA 1/02; II - Mangue Itanguá ZPA 1/03.

Art. 82 – Integram a Zona de Proteção Ambiental 2, classificados como parques urbanos e indicados em mapa no anexo 3 as seguintes áreas conforme denominação contida nas cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000: I - FESBEM ZPA 2/01; II - Braspérola ZPA 2/02; III - Parque Municipal Cravo e a Rosa ZPA 2/03; IV - Santa Bárbara ZPA 2/04; V - Espelho D' Água ZPA 2/05; VI - Morro Mangue do Bubu ZPA 2/06; VII - Vale Esperança ZPA 2/07; VIII - Morro da Companhia ZPA 2/08; IX - Parque Porto das Pedras ZPA 2/09; - Vila Cajueiro ZPA 2/10; XI - Mananciais; XII - Reserva ambiental Jardim de Campo Grande; XIII - Lagoa do Vigia.

Plano Diretor de Fundão - Lei nº 1.033/2015

Art. 215. – Ficam desde logo identificados e declarados como edificações, obras e monumentos de preservação, pelo só efeito desta Lei, os seguintes imóveis: II – No Distrito Praia Grande: a) Parque natural da área de mangue; IV – No Distrito de Irundi: d) Árvore do Jequitibá, aproximadamente 100 anos;

Art. 240 – As unidades de conservação dividem-se em dois grupos, com características específicas: § 5º Fica desde logo identificadas as seguintes unidades de conservação integrantes do sistema municipal de unidades de conservação: I - Parque Natural Municipal do Goiapa-açú; II - Parque Natural Municipal Manguezal de Praia Grande,

Plano Diretor de Guarapari – Lei Complementar nº 90/2016

Art. 72 – Integram a Zona de Proteção Ambiental 01 – ZPA 01 as seguintes áreas de preservação especial e permanentes que constituem patrimônios naturais e paisagísticos do Município: I – As Unidades de Conservação listadas a seguir e aquelas de Proteção Integral que vierem a ser criadas: Parque Municipal Morro da Pescaria; b) Parque Estadual Paulo César Vinha; c) Pico do Cruzeiro e Pedra do Oratório; d) Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra, incluindo Prainha do Amâncio, Lameirão, Pedra Itapebuçú e Praia da Concha D'Ostra; II – As Ilhas Fluviais e as ilhas localizadas na plataforma continental do município, especialmente as seguintes: Ilha do Veado, Ilhas Gaetas, Ilhas de Terra e Ilha de Fora; b) Ilha da Ponta; c) Arquipélago de Três Ilhas (Ilha Quitongo, Ilha Cambalão, Ilha Guararema, Ilha Leste-Oeste, Ilha das Guachumbas); d) Arquipélago de Martim Vaz; e) Ilha Francisco Vaz; f) Ilha da Pesca; g) Ilha Acaeira; h) Pedra dos Patos; i) Ilha Joaninha; j) Ilha Escalvada; k) Ilha Rasa; l) Ilha do Farol; m) Ilha da Raposa; III – Os Rios que banham o Município, suas respectivas faixas de proteção marginais, conforme dispõe a Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012, e a Resolução nº 303 de 20/03/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e alterações, especialmente os seguintes: Jaboti; b) Meaípe; c) Peroção; d) Una; e) Calçado; f) Claro; g) Da Prata; h) Corindiba; i) Conceição. IV – As Lagoas existentes no Município, suas respectivas nascentes e cursos dos corpos d1água contribuintes, bem como as respectivas faixas marginais de proteção, conforme dispõe a Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012, e a Resolução nº 303 de 20/03/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e alterações, especialmente os seguintes: Lagoa de Caraís; b) Lagoa Vermelha ou do Milho; c) Lagoa Funda; d) Lagoa Maimbá; e) Lagoa Aubaia; f) Lagoa Nova Guarapari; V – Os morros de relevante interesse paisagístico e natural especialmente, a Serra da Risca, a Serra Grande, a Serra do Papagaio, o Morro do Oratório, do Sarimoré, Sela Grande, da Selinha, da Embratel, Três Pontas, Itaúnas, do Barro Branco, do Una e da Pescaria; VI – As praias, as falésias, as áreas de Mangue, alagados e remanescentes florestais identificados como de interesse de preservação;

Plano Diretor de Serra – Lei nº 3.820/2012

Art. 75. – A Macrozona de Uso Sustentável é composta por territórios localizados dentro e fora do perímetro urbano, englobando as áreas da sub-bacia do Rio Jacaraípe, Corredor Ecológico Duas Bocas, Área de Proteção Ambiental - APA do Mestre Álvaro, Lagoas Juara e Jacuném, que concentram grande parte das áreas de preservação ambiental, bem como dos recursos hídricos do Município.

Art. 108 Integram as Zonas de Proteção Ambiental 03, definidas com base no Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, Lei Federal nº 9985/2000 e no Sistema Estadual de Unidades de conservação-SISEUC, Lei Estadual nº 9462/2010: I - Parque Natural Municipal de Bicanga - PNM; II - Área de Proteção Ambiental Federal Costa das Algas-APA; III - Área de Proteção Ambiental Estadual de Praia Mole - APA; IV - Área de Proteção Ambiental Estadual do Mestre Álvaro - APA; V - Área de Proteção

Ambiental Municipal do Morro do Vilante - APA; VI - Área de Proteção Ambiental Municipal da Lagoa Jacuném - APA. § 1º O uso e ocupação das Zonas de Proteção Ambiental 03 regulamentadas devem seguir o disposto no Plano de Manejo elaborado para cada Unidade de Conservação - UC. § 2º Enquanto não regulamentado o Plano de Manejo, as áreas citadas neste artigo não deverão ser excluídas das Zonas de Proteção Ambiental 01 e 02

Art. 109 Integram as Zonas de Proteção Ambiental 03, com vocação para se tornarem Unidades de Conservação - UCs, definidas com base no SNUC e no SISEUC; I - Mangue Integrante da Baía de Vitória; II - Mata da Serra Mororon; III - Morro da Cavada; IV - Mata do Morro do Céu; V - Mata do Guaranhuns; VI - Mata de Aruaba; VII - Mata do Córrego Relógio; VIII - Morro Agudo / Itapocu; IX - Mata do Córrego Fundo; X - Mata do Morro Xavier; XI - Mata do Morro das Araras; XII - Mata do Morro Grande; XIII - Mata da Chapada Grande; XIV - Mata de Caçaroca; XV - Restinga de Nova Almeida; XVI - Restinga de Capuba; XVII - Sub-Bacia Hidrográfica da Lagoa do Largo do Juara; XVIII - Bacia Hidrográfica da Lagoa Maringá; XIX - Áreas brejosas, pantanosas e sujeitas à inundação do Ribeirão Brejo Grande; XX - Áreas brejosas, pantanosas e sujeitas à inundação do Córrego Relógio e do Rio Santa Maria da Vitória; XXI - Vale do Rio Reis Magos. Parágrafo Único. Enquanto não regulamentadas as áreas citadas neste artigo, as mesmas não deverão ser excluídas das Zonas de Proteção Ambiental 01, 02, ou 04, definidas nesta lei.

Art. 112 Integram as Zonas de Proteção Ambiental 04, implantadas ou em fase de implantação: I - Parque da Cidade - PU; II - Jardim Botânico / Horto Municipal - JB/HM; III - Parque do Jacaré - PU.

Art. 114 São áreas com vocação à implantação de Parques Urbanos: I - Cinturões verdes de Colina das Laranjeiras e de Chico City - PU; II - Lagoa do loteamento São Francisco em Jacaraípe aos fundos da Igreja São Francisco de Praga - PU; III - Lagoa localizada no Loteamento Recanto dos Profetas, em Manguinhos - PU. IV – Áreas classificadas como ZPA 02 localizadas no interior da zona urbana, assim declaradas passíveis de uso por meio de licenciamento junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Plano Diretor de Viana – Lei nº 2829/2016

Art. 168 – São Zonas de Especial Interesse Ambiental 02 - ZEIA 02: I - áreas entre o Parque Natural Municipal Rota das Garças e o morro e Rampa do Urubu; II - fundo de vale em Vale do Sol; III - área com lagoa em Campo Verde; IV - morros e ondulações com afloramentos rochosos e/ou maciços verdes identificados na Macrozona de Expansão Funcional; V - os cinturões ou as áreas verdes de loteamentos, conjuntos habitacionais, complexos, centros e polos industriais quando não enquadrados em outras categorias. Parágrafo único. As Zonas de Especial Interesse Ambiental 02 (ZEIA 02) estão mapeadas no Anexo 07 desta Lei.

Art. 172 – Integram as Zonas de Especial Interesse Ambiental 02 (ZEIA 02), áreas que poderão se tornar Unidades de Conservação (UCs), com base no Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, Lei Federal nº 9.985/2000 e no Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SISEUC, Lei nº 9.462/2010: I - Parque Natural Municipal Rota das Garças; II - Morro e entorno da Rampa do Urubu; III - Morro de Araçatiba; § 1º O uso e ocupação das Zonas de Especial Interesse Ambiental 02 (ZEIA 02) regulamentadas devem seguir o disposto no Plano de Manejo, que deverá ser elaborado para cada Unidade de Conservação (UC) em até dois anos a partir da publicação desta Lei. § 2º Enquanto não regulamentado o Plano de Manejo, as áreas citadas neste artigo não deverão ser excluídas da (ZEIA 02).

Plano Diretor de Vila Velha – Lei nº 4.575/2007

Art. 15. – É condicionante da Política Urbana de Vila Velha, a preservação dos bens e recursos naturais que integram o seu patrimônio ambiental e cultural, principalmente: I – as Unidades de Conservação instituídas e a instituir; II – as áreas frágeis alagadas e alagáveis; III – as encostas de morros e elevações com declividade superior a 30%; IV – as Áreas de Proteção Permanente – APP; V – as áreas de macrodrenagem no entorno das Unidades de Conservação; VI – os morros, mangues e ilhar; VII – os corpos d'água e suas matas ciliares;

Art. 104. – Os objetivos principais das ZEIA são: I - consolidar as Unidades de Conservação Ambiental; II - proteger as áreas de restinga; III - compatibilizar com as atividades de lazer; IV - proteger as áreas frágeis e alagáveis; V - promover ações conjuntas entre os diversos níveis de governo para a gestão e o manejo sustentável das unidades de conservação instituídas; VI - proteger o Morro da Mantegueira; VII - conservar o Morro do Convento da Penha; VIII - proteger a Lagoa Encantada; IX - criar o Parque da Cidade; X - proteger todas as Lagoas e Matas do seu entorno – especialmente as áreas da

lagoa Grande; Interlagos e Jabaeté; Morada do Sol; Itanhangá; Mata do Termas e Matinha de Interlagos; XI - criar área de contemplação da paisagem em área alta do bairro Rio Marinho; XII - proteger a região de Jacarenema e Morro da Concha; XIII - proteger o Monumento Natural Morro do Penedo e a Nascente do Rio Aribiri. Art. 105. As ZEIA A e B deverão ser criadas por lei municipal específica que estabelecerá as diretrizes para preservação do patrimônio ambiental e paisagístico, bem como a realização dos objetivos dispostos nesta Lei. Parágrafo único. Ficam identificadas e delimitadas como ZEIA B, conforme Anexo II, Mapas IV e X, as seguintes áreas: a) área de lazer e campo de futebol em Nova Ponta da Fruta; b) área de turismo e lazer na Matinha Interlagos; c) lagoa do Cocal; d) Morro do Cruzeiro; e) Mirante no Bairro Rio Marinho; f) Área do Mangueiral em Cobilândia; g) “Morro da Esso”, no entorno dos tanques de combustíveis Art. 350. Ficam identificadas e declaradas como monumentos naturais de interesse de preservação, todas as áreas delimitadas pelas Zonas de Especial Interesse Ambiental (ZEIA) do Município e, no mínimo, os seguintes elementos naturais: a) Morro do Moreno; b) área entorno do Farol de Santa Luzia; c) área do 38º BI – Exército e Morro da Ucharia; d) Praia do Ribeiro; e) Prainha de Vila Velha; f) Morro do Convento da Penha; g) Morro do Sítio Inhoá; h) área da Marinha – Escola de Aprendizes de Marinheiro; i) Morro de Jaburuna; j) Parque e Reserva Ecológica Espera Maré; k) antigo Cais dos Ingleses; l) Morro da Prainha da Glória; m) Morro da Mantegueira; n) Morro do Penedo; o) Morro de Argolas; p) Morro do Pão Doce; q) as Ilhas Oceânicas (Itaitis, do Sapo, dos Carbos, do Igarapé, da Mona, Pombuçú, Jorge Fernandes, Pituã, Itatiaia, das Garças, Jucu e outras); r) Morro da Concha; s) Morro da Igreja em Ponta da Fruta; t) Morro do Cruzeiro; u) Lagoa Encantada; v) Alagados do Vale Encantado; w) Mata Ciliar do Rio Jucu; a.1) Jacarenema e Morro da Concha; a.2) Margens do Canal de Campoabina; a.3) Mata do Exército; a.4) Lagoa e Mata do Jucuném; a.5) Lagoa e Mata do Jabaeté; a.6) Área de Alagados na região da Lagoa Grande e Jacunem; a.7) Lagoa e Mata do Itanhangá; a.8) Matinha de Interlagos; a.9) Lagoa Grande; a.10) Mata de Ybapuã; a.11) Restinga da Orla do Município. Parágrafo único: Excluem-se desta identificação, as quadras do loteamento “Monte Moreno”, aprovado pelo Poder Público Municipal, onde já existem edificações já construídas ou licenciadas.
Plano Diretor de Vitória – Lei Complementar nº 9.271/2018
Art. 223 – Fica desde já pré-definidos como objeto dos Planos de Preservação da Paisagem, no mínimo os seguintes elementos: I – naturais, constantes no Anexo 20 – Mapa 01 – Marcos Naturais de Preservação da Paisagem: a) Baía de Vitória; b) Canal da Passagem; c) Complexo estuarino do manguezal do Lameirão; d) Ilha da Fumaça; e) Ilha da Pólvora; f) Ilha do Boi; g) Ilha do Frade; h) Maciço Central; i) Mestre Álvaro; j) Mochara; k) Morro da Gamela; l) Morro do Guajuru (Cruzeiro); m) Morro do Itapenambi; n) Morro do Moreno; o) Pedra dos Olhos; p) Morro do Penedo;

Fonte: Prefeitura Municipal de Cariacica (2007), Prefeitura Municipal de Fundão (2015), Prefeitura Municipal de Guarapari (2016), Prefeitura Municipal de Serra (2012), Prefeitura Municipal de Viana (2016), Prefeitura Municipal de Vila Velha (2007) e Prefeitura Municipal de Vitória (2018).

3.1.5. ANÁLISE INTEGRADA

O presente capítulo buscou uma primeira aproximação para o tema do meio biótico no contexto do PDAU-RMGV. Consistiu até o momento de um diagnóstico baseado em dados secundários e estudos desenvolvidos o que permitiu uma percepção inicial das principais tensões e potenciais referentes a esse tema. Ressalta-se que a análise é sempre conduzida objetivando subsidiar as tomadas de decisões e medidas que centralizadas no tema de drenagem de águas urbanas.

Este capítulo procurou definir, delimitar e compreender o meio biótico principalmente nas escalas macrorregional, metropolitana e bacias hidrográficas, além da escala municipal com áreas definidas pelos respectivos Planos Diretores, destacando a relevância ambiental dessas regiões e algumas formas de se ler o território, por exemplo, a partir da definição de corredores ecológicos e de áreas prioritárias para a conservação. As escalas bacia hidrográfica e municipal serão objetos de análises mais aprofundadas ao longo do trabalho, principalmente considerando a compatibilização dos elementos aqui identificados com o uso e a ocupação do solo.

Nesse sentido, aponta-se que a RMGV possui uma grande quantidade de UC instituídas, totalizando 32 unidades que abrangem uma área de cerca de 172.000 hectares. A estruturação da análise em mosaicos 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 atingimento dos objetivos estabelecidos.

De uma maneira geral, as unidades variam de extensão, existência de plano de manejo/ conselho gestor, tipo de vegetação protegida, estado de conservação, categoria entre outras propriedades. Existem UC municipais, estaduais e federais o que somado as secretarias municipais e estadual de meio ambiente, além de outras correlatas, resulta num número elevado de atores e órgãos responsáveis pela gestão dessas unidades e de aspectos relevantes ao meio biótico. A sobreposição dessas instâncias administrativas e institucionais ressalta a complexidade da gestão desses espaços e da elaboração de políticas que sejam convergentes e sinérgicas. Soma-se a isso o fato de existirem UC que não contam com Planos de Manejo, o instrumental fundamental para a gestão adequada dessas unidades.

De uma maneira geral, dos setes mosaicos observados para a RMGV e regiões vizinhas, cinco desses se localizam na zona costeira e tem 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 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. Cabe um destaque a conservação do manguezal da Baía de Vitória, principalmente nas proximidades da foz do rio Santa Maria de Vitória. Nota-se que essas áreas sofrem historicamente grandes pressões antrópicas, principalmente tensionando para a sua transformação em ocupações urbanas.

Se essas unidades mais próximas a zona costeira servem de proteção as diversas desembocaduras dos cursos d'água, a existência de UC e seus agrupamentos em mosaicos nas regiões de cabeceiras é fundamental para a conservação das nascentes. Protegem predominantemente formações de mata atlântica e representam áreas de grande endemismo.

Percebe-se, contudo, que apesar de os indicativos que a região serrana apresenta alta prioridade para a conservação além de ser um corredor ecológico estadual, são poucas as iniciativas que protegem os remanescentes florestais na categoria de UC. Nesse sentido, essas áreas se encontram fora dos limites da RMGV, porém se relacionam diretamente com o regime das águas pluviais que chegam nessa região. Trata-se, portanto, de um desafio institucional e de gestão.

Existem algumas iniciativas relacionadas a recuperação florestal, com destaque para o Programa Reflorestar do Governo do Estado. Destaca-se que sua abrangência é estadual e a definição das áreas para o reflorestamento pode incluir 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 sua erosão o que assoreia os rios a jusante e mais próximos a RMGV, afetando diretamente seu regime fluvial.

Essas iniciativas permitem retomar a discussão sobre a conservação da natureza para além do âmbito das UC. Existem outros fragmentos florestais que não necessariamente se encontram protegidos por essas unidades, alguns podendo se enquadrar como áreas de proteção permanente ou áreas de uso restrito de acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal). O Cadastro Ambiental Rural (CAR) será considerado na medida do possível. Com destaque para os Planos Diretores Municipais, foram apresentadas áreas de relevância ambiental para cada um dos municípios que compõem a RMGV.

Toda análise feita sobre as UCs tem por objetivo a conservação dos ecossistemas, mas não foram observadas áreas específicas para a finalidade de manejo dos recursos hídricos, como, p.ex., áreas de recarga e de proteção aos mananciais. Assim, além das APPS definidas na legislação em vigor, nota-se que na área do PDAU e mesmo nos municípios a montante, não foram criadas áreas específicas para a preservação e manejo dos recursos hídricos. O amortecimento de picos de cheia se faz pela interceptação e infiltração das águas pluviais facilitada significativamente pela preservação da vegetação, mas não há ações específicas para o manejo adequado dos recursos hídricos. Ressalta-se a importância da continuidade e da aplicação das ações que se relacionam a Adaptação baseada em Ecossistemas e a Mitigação baseada em Ecossistemas.

A análise avançará nessa direção ao longo do trabalho e será articulada com a seção de uso e ocupação do solo, haja vista a relação primordial entre essas abordagens. A análise trará um recorte para cada uma das 32 UTAP de modo a compreender a relação do uso e ocupação do solo com as áreas protegidas e remanescentes florestais. Isso permitirá uma percepção das potencialidades e ameaças dessas áreas, sendo importante para a definição dos cenários de desenvolvimento e o apontamento de áreas de interesse para a restauração e conservação. Retoma-se que essas considerações buscam sempre a centralidade da questão da drenagem, que

se refere por exemplo a capacidade dessas áreas de cobertura vegetal de reduzirem os picos de cheia, diminuírem a quantidade de sedimentos que são aportados nas sub-bacias e garantirem o escoamento superficial dos cursos d'água.

3.2. MEIO SOCIOECONÔMICO

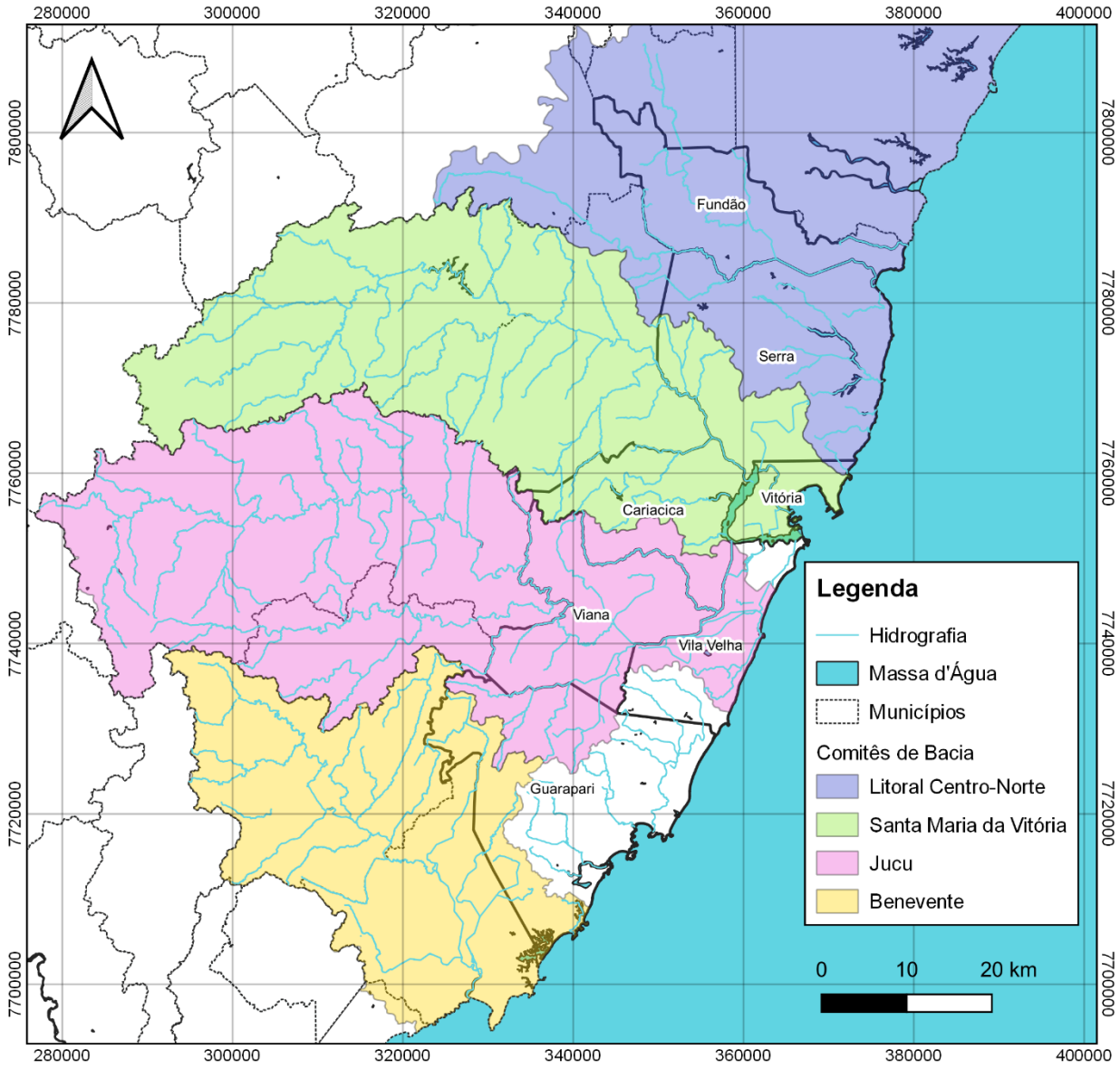
3.2.1. IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES DE DEPENDÊNCIA ENTRE A SOCIEDADE LOCAL E OS RECURSOS HÍDRICOS

Como um dos objetivos do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo, destaca-se o fomento da formação e funcionamento dos Comitês de Bacias ou Regiões Hidrográficas. Diante disto, o Art. 58° da Política Estadual de Recursos Hídricos os caracteriza como órgãos colegiados da gestão de recursos hídricos, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, a serem exercidas na bacia de sua circunscrição. Eles devem ser compostos por representantes dos usuários de recursos hídricos, da sociedade civil organizada e do poder público executivo federal, estadual e dos municípios localizados em sua área de gestão, podendo contemplar como sua área de atuação: a totalidade de uma bacia hidrográfica; a sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia; e o grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, definidas como componentes da mesma Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (ESPÍRITO SANTO, 2014).

Assim sendo, atualmente existem quatorze comitês em atividade no Espírito Santo. Especificamente na Região Metropolitana da Grande Vitória situam-se quatro deles, conforme ilustra a Figura 61 adiante. São eles:

- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu: Instituído pelo Decreto n.º 1.935-R, de 10 de outubro de 2007;
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória: Instituído pelo Decreto n.º 1.934-R, de 10 de outubro de 2007;
- Comitê das Bacias Hidrográficas da região do Rio Benevente: Instituído pelo Decreto n.º 1.206-R, de 29 de agosto de 2003;
- Comitê das Bacias Hidrográficas da região Litoral Centro-Norte: Instituído pelo Decreto n.º 2.376-R, de 13 de outubro de 2009.

Figura 61 – Área de abrangência dos comitês em atividade na Região Metropolitana da Grande Vitória.



Fonte: Autoria própria.

Estes órgãos possuem como competências arbitrar conflitos em primeira instância administrativa, aprovar e acompanhar a execução dos devidos Planos de Bacia ou Região Hidrográfica, estabelecer mecanismos e critérios específicos para cobrança pelo uso dos recursos hídricos, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes, dentre outras (ESPÍRITO SANTO, 2014).

Feita essa análise, adiante serão discutidas as particularidades acerca de cada uma das quatro bacias que englobam os municípios que compõem a área de estudo deste projeto. As informações contidas nestes tópicos foram obtidas predominantemente junto aos Planos de Bacia devidamente aprovados, acompanhados e executados pelos comitês supracitados.

BH Rio Jucu

Na Regia Metropolitana da Grande Vitória, as bacias hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória (SMV) são as principais responsáveis pelo abastecimento de seus habitantes. Tendo isso em vista, estudar as demandas hídricas às quais elas estão submetidas configura-se como uma importante ferramenta para o planejamento socioeconômico atual e futuro da região.

Assim sendo, os Quadros 15 e 16 abaixo apresentam as demandas para as atividades de criação animal, abastecimento público, atividades industriais, irrigação e aquicultura (usos consuntivos) para a bacia do rio Jucu. Ressalta-se que estas informações são oriundas do Projeto de Restauração e Conservação da Biodiversidade e dos Recursos Hídricos no Estado do Espírito Santo, desenvolvido entre junho de 2013 e meados de 2016.

Adicionalmente, a Figura 62 apresenta a delimitação das unidades de planejamento (UP) desta bacia, conforme é apresentado no em seu Plano de Bacia.

Quadro 15 – Demandas hídricas na BH do Rio Jucu (m³/s), com percentuais por UP.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Aquicultura		Total UP	
Alto Jucu	0,013	(45%)	0,004	(15%)	0,000	(0%)	0,009	(33%)	0,002	(7%)	0,029	(100%)
Médio Jucu	0,023	(36%)	0,003	(4%)	0,006	(9%)	0,013	(20%)	0,019	(30%)	0,063	(100%)
Jucu Braço Sul	0,017	(11%)	0,043	(26%)	0,002	(1%)	0,089	(55%)	0,012	(7%)	0,163	(100%)
Baixo Jucu	0,032	(1%)	3,689	(94%)	0,193	(5%)	0,018	(0%)	0,000	(0%)	3,932	(100%)
Formate/Marinho e Costeira	0,009	(7%)	0,025	(19%)	0,090	(69%)	0,006	(4%)	0,000	(0%)	0,130	(100%)
Total BH	0,094	(2%)	3,764	(87%)	0,291	(7%)	0,135	(3%)	0,034	(1%)	4,317	(100%)

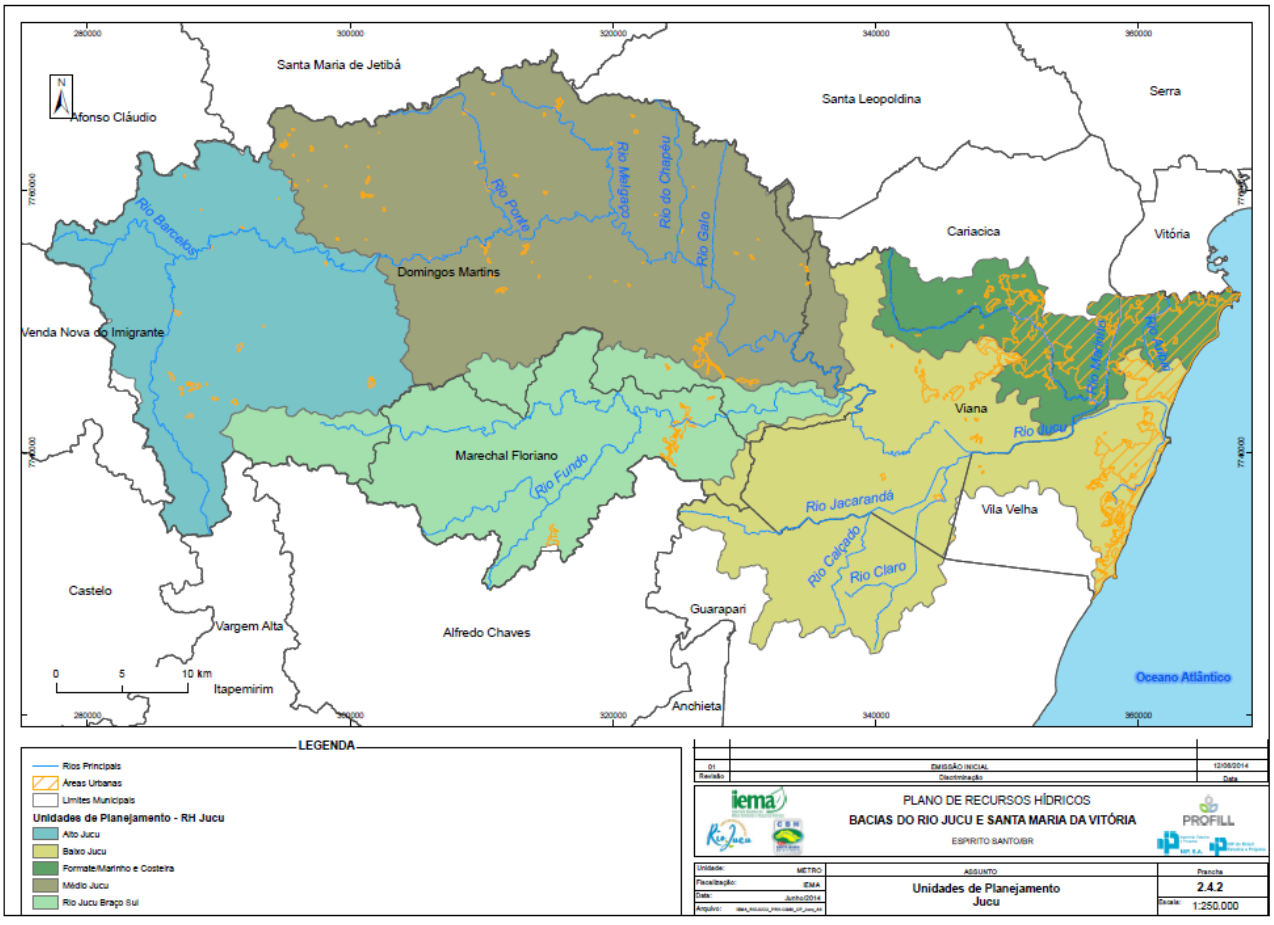
Fonte: Adaptado de IEMA (2016).

Quadro 16 – Demandas hídricas na BH do Rio Jucu (m³/s), com percentuais por usos.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Aquicultura		Total UP	
Alto Jucu	0,013	(14%)	0,004	(0%)	0,000	(0%)	0,009	(7%)	0,002	(6%)	0,029	(1%)
Médio Jucu	0,023	(24%)	0,003	(0%)	0,006	(2%)	0,013	(9%)	0,019	(57%)	0,063	(1%)
Jucu Braço Sul	0,017	(18%)	0,043	(1%)	0,002	(1%)	0,089	(6%)	0,012	(36%)	0,163	(4%)
Baixo Jucu	0,032	(34%)	3,689	(98%)	0,193	(66%)	0,018	(13%)	0,000	(0%)	3,932	(1%)
Formate/Marinho e Costeira	0,009	(10%)	0,025	(1%)	0,090	(31%)	0,006	(4%)	0,000	(1%)	0,130	(3%)
Total BH	0,094	(100%)	3,764	(100%)	0,291	(100%)	0,135	(100%)	0,034	(100%)	4,317	100%)

Fonte: Adaptado de IEMA (2016).

Figura 62 – Delimitação das Unidades de Planejamento da BH do Rio Jucu.



Fonte: IEMA, 2015a.

Com uma área de drenagem de aproximadamente 2.032 km², esta bacia abrange seis municípios: Domingos Martins, Marechal Floriano e Viana em sua totalidade, e parte de Cariacica, Guarapari e Vila Velha. Dentre os principais desafios encontrados ao longo de seu curso, merecem ênfase o assoreamento, o lançamento *in natura* de efluentes, o desmatamento das matas ciliares, eventos de queimadas, erosão e significativos índices de ocupação irregular de suas margens (VILA VELHA, 2014).

Considerando agora o uso de seus recursos hídricos, a simples análise dos quadros acima indica que 87% (3,764 m^3/s) de suas demandas hídricas correspondem ao abastecimento público, sendo este mais representativo justamente na zona da RMGV. Cabe lembrar que a BH do Rio Jucu, juntamente com a do Rio Santa Maria Vitória são responsáveis pelo abastecimento de quase a metade da população capixaba.

Diante disto, é importante que seja feito um estudo mais pontual de suas unidades de planejamento, de modo a compreender como funciona a dinâmica desta bacia. Deste modo, percebe-se que é em sua porção mais a montante, no "Alto e Médio Jucu" (onde está inserido apenas o município de Domingos Martins), que ocorrem as maiores demandas voltadas à aquicultura. Com um total conjunto de 0,021 m^3/s, tem-se estas UPs abrigam 63% deste uso na bacia. Nestas também são registradas as maiores demandas pelo uso da água para a criação de animais, somando 0,036 m^3/s (38% deste uso na bacia de modo geral).

Mais adiante, no trecho de seu "Braço Sul" (formado predominantemente pela totalidade de Marechal Floriano e algumas partes de Domingos Martins), verifica-se que os conflitos pelo uso de água tendem para a atividade de irrigação, que corresponde a 66% das demandas deste fim na bacia (0,089 m^3/s). Nota-se também uma redução nos percentuais voltados à criação animal (que representam 11% da UP e 18% da bacia como um todo).

Seguindo o percurso da bacia, o trecho do "Baixo Jucu", que envolve parte dos municípios de Viana, Vila Velha e Guarapari merece destaque no quesito do abastecimento de água. Lá se concentram 3,689 m^3/s voltados a este fim, isto é, 98% deste uso na bacia e 94% desta demanda na própria unidade de planejamento. Nesta unidade também ocorre o maior aporte de água para o uso industrial na bacia, com 0,193 m^3/s (66%). Ressalta-se ainda que a parcela que esta UP ocupa no território de Vila Velha é caracterizada por uma zona de ocupações mais recentes e sem regulamentações urbanísticas. Além de estar situada numa região de alta susceptibilidade a inundações e no entorno de zonas protegidas, como é o caso do Parque Natural Municipal de Jacarenema, nesta ainda há uma situação de fragilidade dos equipamentos de infraestrutura e dificuldade no acesso a serviços básicos de atendimento à população.

Em todo o caso, ainda no território da região metropolitana, observa-se que a UP do "Formate/Marinho e Costeira" (que engloba partes de Cariacica, Viana e Vila Velha), totaliza apenas 3% das demandas da bacia (0,130 m^3/s), sendo sua maior parcela referente às demandas industriais, com 0,090 m^3/s (69% da UP e 31% de toda a bacia). Além disso, é nesta UP que estão situadas as maiores manchas urbanas em zonas de susceptibilidade a eventos de inundação e alagamento dos municípios mencionados e esse processo torna-se ainda mais delicado quando a estes fatores se aliam ao forte adensamento populacional às margens do Rio Marinho, aos índices de despejos sanitários vindos do Rio Formate e dos bairros ao seu redor e ao frequente represamento de suas águas pela ação da maré (VILA VELHA, 2014, VIANA, 2016).

Considerando as UPs já discutidas, é válido mencionar que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, no dia 20 de outubro de 2020, teve uma de suas deliberações aprovadas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos num episódio que marca a primeira vez em que uma bacia capixaba recebe critérios próprios para a regulação dos usos da água. Com isso, os corpos hídricos do "Braço Sul", "Alto e Médio Jucu" (nos municípios de Domingos Martins e Marechal Floriano) e os rios Formate e Marinho (em Viana e Vila Velha, respectivamente) agora passam a ter limites outorgáveis de, no máximo, 40% da vazão de referência (Q_{90}). A partir disso, a vazão de água remanescente (isto é, os 60% restantes) agora deve retornar à continuidade do curso hídrico sobretudo para a diluição de efluentes e também para a manutenção dos ecossistemas aquáticos. Apesar disso, salienta-se que na porção mais baixa da bacia, onde se encontra a foz do rio Jucu (em Vila Velha), não houve alteração dos critérios, de modo que permanecem os limites outorgáveis de 50% da vazão de referência (AGERH, 2020a).

O Quadro 17 apresenta uma análise da disponibilidade hídrica desta bacia com base nesta deliberação, indicando, de forma geral, uma condição de conforto hídrico frente as suas demandas, visto que a vazão total demandada corresponde a 44,93%. Salienta-se, no entanto, que 76,85% da vazão máxima outorgável na UP do "Baixo Jucu" está comprometida.

Quadro 17 – Vazões máximas outorgáveis por UP na BH do Rio Jucu.

Unidade de Planejamento	Disponibilidade Q_{90} (m^3/s)	% Máximo outorgável	Vazão Máxima Outorgável (m^3/s)	Demanda estimada (m^3/s)	% demandado da vazão máxima outorgável
Alto Jucu	2,20	40%	0,88	0,029	3,30%

Unidade de Planejamento	Disponibilidade Q_{90} (m^3/s)	% Máximo outorgável	Vazão Máxima Outorgável (m^3/s)	Demanda estimada (m^3/s)	% demandado da vazão máxima outorgável
Médio Jucu	6,12	40%	2,45	0,092	3,76%
Jucu Braço Sul	2,85	40%	1,14	0,163	14,30%
Baixo Jucu	9,08	60%	5,45	4,187	76,85%
Formate/Marinho e Costeira	0,65	50%	0,33	0,130	40,00%
Total	20,90	-	10,24	4,601	44,93%

Fonte: Adaptado de IEMA, 2016.

É importante que sejam levantadas as cargas orgânicas que atingem os corpos hídricos desta bacia com base nas demandas discutidas, sejam difusas (oriunda da criação de animais) ou pontuais (relativas ao esgotamento sanitário, indústria e aquicultura). Para tanto, o Plano de Bacia do Rio Jucu faz uma análise dos lançamentos anuais de suas unidades de planejamento à nível de toneladas da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ou seja, da quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos presentes naquela amostra.

Estas análises podem ser melhor estudadas no Quadros 18 e 19 adiante.

Quadro 18 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Jucu (toneladas de DBO5/ano) com percentuais por UP.

Unidade de Planejamento	Cargas Difusas		Cargas Pontuais							
	Criação Animal		Esgotamento Sanitário		Indústria		Aquicultura		Total UP	
Alto Jucu	1.669,00	(100%)	96,19	(100%)	-	(0%)	0,40	(0%)	96,59	(100%)
Médio Jucu	2.744,00	(100%)	224,62	(92%)	14,24	(6%)	5,00	(2%)	243,86	(100%)
Jucu Braço Sul	2.900,00	(100%)	222,84	(61%)	138,52	(38%)	6,00	(2%)	367,36	(100%)
Baixo Jucu	1.099,00	(100%)	2.614,00	(99%)	33,00	(1%)	-	(0%)	2.647,00	(100%)

Unidade de Planejamento	Cargas Difusas		Cargas Pontuais							
	Criação Animal		Esgotamento Sanitário		Indústria		Aquicultura		Total UP	
Formate/Marinho e Costeira	298,00	(100%)	4.606,00	(99%)	54,13	(1%)	0,20	(0%)	4.660,33	(100%)
Total BH	8.710,00	(100%)	7.763,65	(97%)	239,89	(3%)	11,60	(0%)	8.015,14	(100%)

Fonte: IEMA, 2015a.

Quadro 19 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Jucu (toneladas de DBO5/ano) com percentuais por tipos de carga.

Unidade de Planejamento	Cargas Difusas		Cargas Pontuais							
	Criação Animal		Esgotamento Sanitário		Indústria		Aquicultura		Total UP	
Alto Jucu	1.669,00	(19%)	96,19	(1%)	-	(0%)	0,40	(3%)	96,59	(1%)
Médio Jucu	2.744,00	(32%)	224,62	(3%)	14,24	(6%)	5,00	(43%)	243,86	(3%)
Jucu Braço Sul	2.900,00	(33%)	222,84	(3%)	138,52	(58%)	6,00	(52%)	367,36	(5%)
Baixo Jucu	1.099,00	(13%)	2.614,00	(34%)	33,00	(14%)	-	(0%)	2.647,00	(33%)
Formate/Marinho e Costeira	298,00	(3%)	4.606,00	(59%)	54,13	(23%)	0,20	(2%)	4.660,33	(58%)
Total BH	8.710,00	(100%)	7.763,65	(100%)	239,89	(100%)	11,60	(100%)	8.015,14	(100%)

Fonte: IEMA, 2015a.

Considerando as cargas difusas, estas atingem a marca de 8.710,00 toneladas de DBO_5/ano na bacia, se fazendo mais presentes nas UPs do “Médio Jucu” e “Jucu Braço Sul”, que juntas são responsáveis por 65% de seu lançamento (5.644,00 t DBO_5/ano). Quando comparadas às cargas pontuais, correspondem a 53% das contribuições da bacia.

Já estas são representadas sobretudo pelos despejos do sistema de esgotamento sanitário da bacia, que totalizam 7.763,65 t DBO_5/ano (97% das cargas pontuais da bacia). Estas contribuições sanitárias são mais presentes nos trechos do “Formate/Marinho e Costeira” e do “Baixo Jucu”, onde foram aferidos 4.606,00 65 t DBO_5/ano (59%) e 2614,00 t DBO_5/ano (34%), respectivamente.

Por fim, as cargas pontuais voltadas à atividade industrial, apesar de somarem baixas contribuições a nível de bacia (com apenas 239,89 t DBO^5/ano), são mais expressivas na UP “Jucu Braço Sul”, com 138,52 t DBO_5/ano.

Finalmente, também merece destaque o fato de que o Comitê do Rio Jucu aprovou em seu devido Plano de Bacias um chamado Programa de Ações. Este se constitui num conjunto de 4 Programas e 11 Subprogramas voltados ao alcance de determinados objetivos que reflitam tanto os anseios e expectativas sociais quanto a melhoria das condições atuais e futuras dos recursos hídricos da bacia.

Em termos específicos da drenagem, seu Programa 02 (“Gestão da Oferta Hídrica”) é composto, dentre outros, pelo Subprograma P2.2, que trata da “Prevenção e Minimização dos Efeitos das Cheias”. Por sua vez, este propõe como ações do poder público municipal: o aprimoramento das ações emergenciais existentes de minimização dos efeitos das cheias; o controle de processos erosivos em áreas urbanas; o desassoreamento dos cursos d’água; e o estabelecimento de soluções e diretrizes para a retenção de águas pluviais urbanas. Além destas, destaca-se a ampliação e detalhamento do zoneamento de áreas inundáveis e a ampliação e fortalecimento do sistema de alerta contra cheias como suas ações de governança do sistema de gestão.

Outras ações igualmente fundamentais são apresentadas nos Subprogramas “Uso Racional da Água” (P1.1), “Redução das Cargas Poluidoras” (P1.2), “Articulação do Enquadramento com o Planejamento Municipal” (P3.1), “Recuperação e Definição de Áreas Legalmente Protegidas” (P3.2), “Caracterização Quali-quantitativa das Águas” (P4.3), dentre outros (IEMA, 2016).

BH Rio Santa Maria da Vitória

Considerando sua grande correlação com a BH do Rio Jucu, adiante será discutida a bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória nos termos do mesmo levantamento de informações discutidas anteriormente (vide Quadros 20 e 21). Ainda, a Figura 63 apresenta a delimitação de suas unidades de planejamento, conforme mapa integrante de seu Plano de Bacia.

Quadro 20 – Demandas hídricas na BH do Rio Santa Maria da Vitória (m³/s), com percentuais por UP.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Alto Santa Maria da Vitória	0,027	(42%)	0,007	(11%)	0,000	(0%)	0,030	(48%)	0,064	(100%)
Médio Santa Maria da Vitória	0,040	(20%)	0,031	(16%)	0,005	(2%)	0,120	(61%)	0,195	(100%)
Baixo Santa Maria da Vitória	0,008	(0%)	1,605	(50%)	1,577	(49%)	0,019	(1%)	3,210	(100%)
Total BH	0,075	(2%)	1,643	(47%)	1,582	(46%)	0,169	(5%)	3,469	(100%)

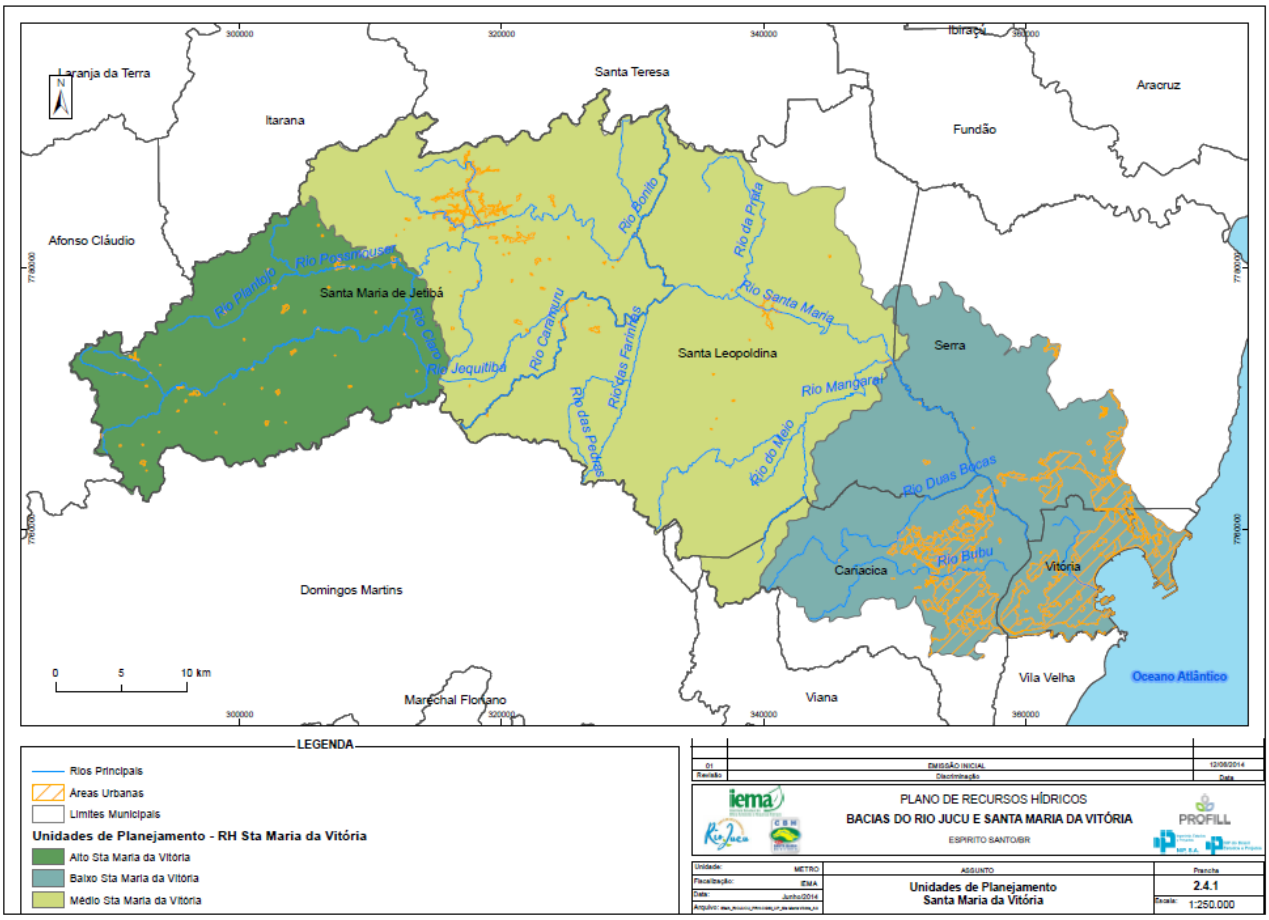
Fonte: Adaptado de IEMA (2016).

Quadro 21 – Demandas hídricas na BH do Rio Santa Maria da Vitória (m³/s), com percentuais por usos.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Alto Santa Maria da Vitória	0,027	(36%)	0,007	(0%)	0,000	(0%)	0,030	(18%)	0,064	(2%)
Médio Santa Maria da Vitória	0,040	(53%)	0,031	(2%)	0,005	(0%)	0,120	(71%)	0,195	(6%)
Baixo Santa Maria da Vitória	0,008	(11%)	1,605	(98%)	1,577	(100%)	0,019	(11%)	3,210	(93%)
Total BH	0,075	(100%)	1,643	(100%)	1,582	(100%)	0,169	(100%)	3,469	(100%)

Fonte: Adaptado de IEMA (2016).

Figura 63 – Delimitação das Unidades de Planejamento da BH do Rio Santa Maria da Vitória.



Fonte: IEMA, 2015a.

A Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 1.876 km² e abrange Santa Maria de Jetibá e grande parte dos municípios de Cariacica, Santa Leopoldina, Serra e Vitória. Assim como a bacia do Jucu, está também está submetida a problemas como desmatamento e remoção das matas ciliares, ocupação urbana desordenada, despejo de efluentes sanitários e mais (CARIACICA, 2013).

Considerando então os registros dos quadros acima, nota-se que as demandas preponderantes desta bacia correspondem ao abastecimento público e à atividade industrial, com 1,643 m^3/s (47%) e 1,582 m^3/s (46%), respectivamente.

Apesar deste panorama geral, seus trechos mais a montante registram demandas focadas majoritariamente nas atividades de criação de animais e irrigação. Neste contexto, a UP do “Alto Santa Maria da Vitória”, composta apenas por parte de Santa Maria de Jetibá, tem 48% de seus usos focados na irrigação (0,030 m^3/s) e 42% na criação de animais (0,027 m^3/s). A nível de bacia,

estas demandas correspondem, respectivamente a 18% e 36% dos usos na BH do Rio Santa Maria da Vitória.

Já no trecho da UP do “Médio Santa Maria da Vitória”, ocorre um aumento significativo nestas vazões. Considerando, portanto, a bacia como um todo, esta UP responde por 71% da irrigação (0,120 m^3/s) e 53% da criação animal (0,040 m^3/s).

Tratando-se especificamente da unidade de planejamento do “Baixa Santa Maria da Vitória”, tem-se que lá estão localizadas quase que a totalidade da mancha urbana de Vitória, além de cerca de 30% das áreas edificadas de Cariacica e uma pequena porção de Serra. Nela também ocorre uma condição semelhante à bacia de forma geral, visto que 50% de sua demanda é voltada ao abastecimento público (1,605 m^3/s, que corresponde a 98% deste uso na bacia) e 49% à atividade industrial (1,577 m^3/s, isto é, 100% da atividade na BH do Rio Santa Maria da Vitória).

Considerando os despejos sanitários aos quais este trecho está submetido, bem como a expressiva influência das marés e a sua susceptibilidade à inundações e alagamentos, eventos extremos de chuva podem contribuir com o carreamento de sedimentos e nutrientes, além do incremento nos níveis de turbidez da água e nas concentrações de coliformes e fósforo de seus cursos hídricos. Tais consequências têm impactos negativos na captação e tratamento da água, trazendo, portanto, limitações a uma atividade determinante desta UP.

Situada nesta UP, a Baía de Vitória merece destaque por incluir a maior concentração de mangues do Estado, que, de acordo com o Decreto n.° 2.625-R/2010, é formado por seis áreas protegidas e suas devidas zonas de amortecimento. São elas: Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão e Parque Municipal Dom Luiz Gonzaga (sob a gestão de Vitória), Parque Natural Municipal Parque da Mantegueira e Monumento Natural Morro do Penedo (Vila Velha) e Parque Natural Municipal do Rio Itanguá e Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Manguezal de Cariacica (Cariacica).

Apesar deste caráter de zona de conservação, este complexo de manguezais é constantemente submetido a grandes níveis de contaminação por agrotóxicos, fertilizantes e despejos sanitários que são transmitidos pelo curso do Rio Santa Maria da Vitória até sua chegada na Baía. Outras condições notórias nesta região são o despejo irregular de resíduos sólidos, a exploração de madeira e a pesca predatória, que tem sérios reflexos do ponto de vista ambiental e socioeconômico da região, sobretudo devido a existência de populações tradicionais que fazem uso dos recursos dos manguezais para sua subsistência (IEMA, 2015a).

Já em termos de disponibilidade hídrica, o Quadro 22 apresenta uma análise com base na vazão de referência do Estado. Sua análise evidencia uma situação de relativo conforto hídrico em termos de bacia frente as suas demandas, uma vez que a vazão total demandada foi a 81,82%. Apesar

disso, é válido destacar a região da UP do “Baixo Santa Maria da Vitória”, que apresentou um comprometimento de 75,85% de sua vazão máxima outorgável.

Quadro 22 – Vazões máximas outorgáveis por UP na BH do Rio SMV.

Unidade de Planejamento	Disponibilidade Q_{90} (m^3/s)	% Máximo outorgável	Vazão Máxima Outorgável (m^3/s)	Demanda estimada (m^3/s)	% demandado da vazão máxima outorgável
Alto Santa Maria da Vitória	1,12	40%	0,45	0,064	14,29%
Médio Santa Maria da Vitória	5,80	40%	2,32	0,253	10,91%
Baixo Santa Maria da Vitória	9,30	50%	4,65	3,527	75,85%
Total	16,22	-	7,42	3,844	51,82%

Fonte: Adaptado de IEMA, 2016.

Feita a análise das demandas ao longo das unidades de planejamento desta bacia, é importante proceder com uma análise das cargas sanitárias às quais ela está submetida, especialmente devido à importância que ela exerce no abastecimento de grande parte da população estadual. Diante disto, os Quadros 23 e 24 apresentam uma análise destas cargas conforme apresenta seu Plano de Bacia.

Quadro 23 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Santa Maria da Vitória (toneladas de DBO5/ano) com percentuais por UP.

Unidade de Planejamento	Cargas Difusas		Cargas Pontuais							
	Criação Animal		Esgotamento Sanitário		Indústria		Aquicultura		Total UP	
Alto Santa Maria da Vitória	4.686,00	(100%)	127,29	(100%)	-	(0%)	-	(0%)	127,29	(100%)
Médio Santa Maria da Vitória	5.574,00	(100%)	383,39	(97%)	11,48	(3%)	-	(0%)	394,87	(100%)
Baixo Santa Maria da Vitória	390,00	(100%)	6.437,91	(98%)	105,98	(2%)	-	(0%)	6.543,89	(100%)
Total BH	10.650,00	(100%)	6.948,59	(98%)	117,46	(2%)	-	(0%)	7.066,05	(100%)

Fonte: IEMA, 2015a.

Quadro 24 – Cargas difusas e pontuais na BH do Rio Santa Maria da Vitória (toneladas de DBO5/ano), com percentuais por tipos de carga.

Unidade de Planejamento	Cargas Difusas		Cargas Pontuais							
	Criação Animal		Esgotamento Sanitário		Indústria		Aquicultura		Total UP	
Alto Santa Maria da Vitória	4.686,00	(44%)	127,29	(2%)	-	(0%)	-	(0%)	127,29	(2%)
Médio Santa Maria da Vitória	5.574,00	(52%)	383,39	(6%)	11,48	(10%)	-	(0%)	394,87	(6%)
Baixo Santa Maria da Vitória	390,00	(4%)	6.437,91	(93%)	105,98	(90%)	-	(0%)	6.543,89	(93%)
Total BH	10.650,00	(100%)	6.948,59	(100%)	117,46	(100%)	-	(0%)	7.066,05	(100%)

Fonte: IEMA, 2015a.

Na bacia do rio Santa Maria da Vitória, percebe-se que as cargas difusas somam 10.650,00 toneladas de DBO_5/ano. Estas estão concentradas nos trechos das UPs “Médio SMV” (52%) e “Alto SMV” (44%), que abrigam os municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina, onde a agropecuária é uma das maiores vocações econômicas.

Já as cargas pontuais estão predominantemente atreladas ao esgotamento sanitário, que representa 98% desta tipologia de contribuições na bacia (com 6.948,59 t DBO_5/ano). Em termos de suas concentrações a nível de unidade de planejamento, sua ocorrência é mais expressiva na região do “Baixo SMV”, representada fortemente pela região metropolitana na altura de Cariacica, Serra e Vitória (além de conter uma parcela de Santa Leopoldina). Nesta UP concentram-se 93% desta categoria de cargas difusas (6.437,91 t DBO_5/ano). Adicionalmente, apesar de representar uma pequena parcela das cargas pontuais da bacia, 90% das contribuições referentes à atividade industrial (105,98 t DBO_5/ano) também ocorrem na região “Baixo SMV”.

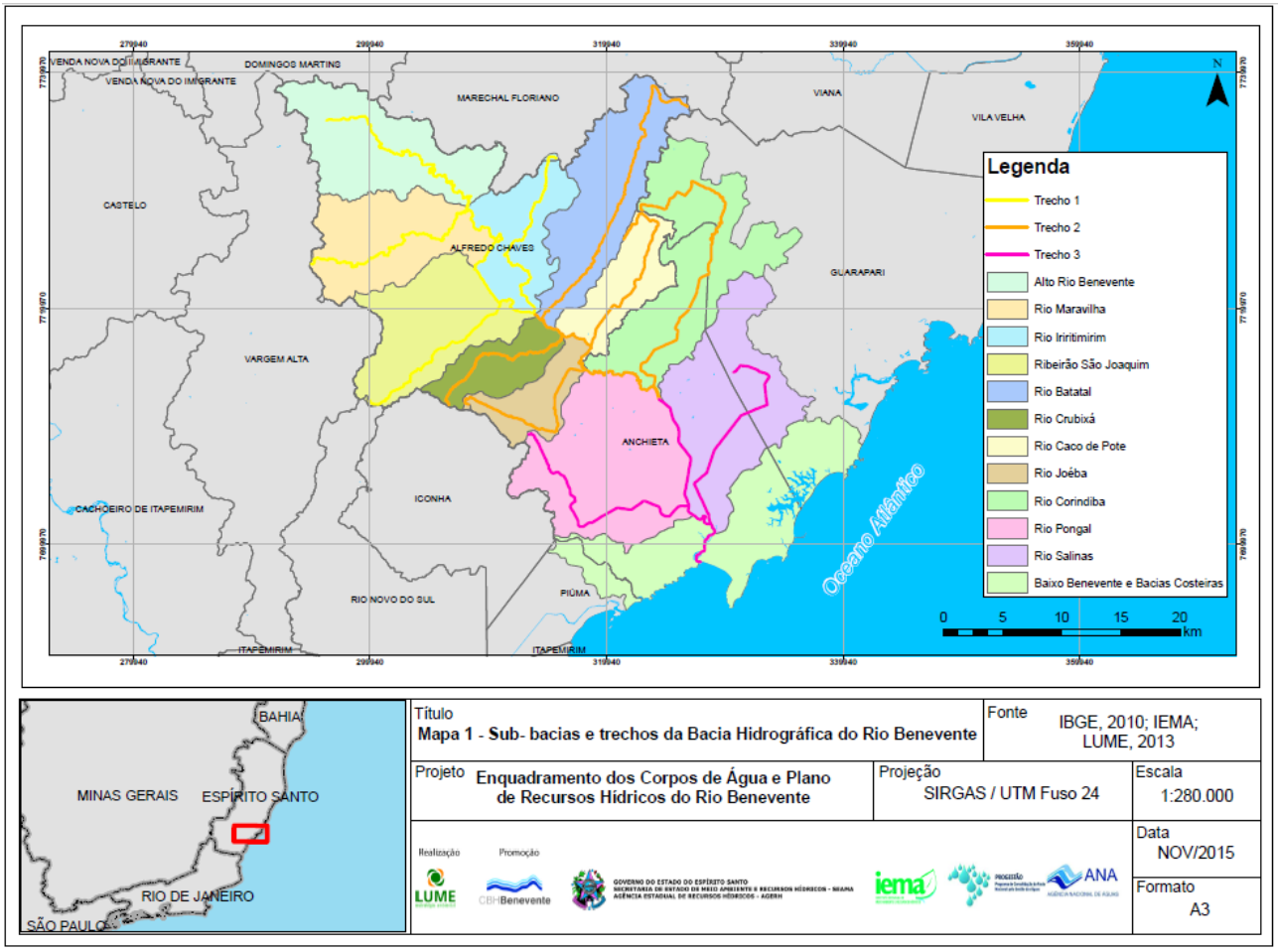
Analogamente às deliberações feitas pelo Comitê do Rio Jucu, o Plano de Bacias do Rio Santa Maria da Vitória também dispõe de um Subprograma P2.2, relativo à “Prevenção e Minimização dos Efeitos das Cheias”. Dentre suas ações sob responsabilidade do poder público municipal, destacam-se o aprimoramento das ações emergenciais existentes de minimização dos efeitos das cheias; a identificação de fontes, controle de processos erosivos e desassoreamento dos cursos d’água em áreas urbana e rural; o estabelecimento de soluções e diretrizes para a retenção de águas pluviais urbanas; e a implementação de medidas estruturais para minimização dos efeitos das cheias. Adicionalmente, este Subprograma estabelece a ampliação e detalhamento do zoneamento de áreas inundáveis e a ampliação e fortalecimento do sistema de alerta contra cheias como ações de governança do sistema de gestão.

Outras ações igualmente fundamentais são apresentadas nos Subprogramas “Uso Racional da Água” (P1.1), “Redução das Cargas Poluidoras” (P1.2), “Articulação do Enquadramento com o Planejamento Municipal” (P3.1), “Recuperação e Definição de Áreas Legalmente Protegidas” (P3.2), “Caracterização Quali-quantitativa das Águas” (P4.3), dentre outros (IEMA, 2016).

BH Rio Benevente

Além das bacias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, a RMGV também está inserida em duas outras unidades importantes e que também devem ser consideradas neste estudo. Uma delas é a Bacia Hidrográfica do Rio Benevente, cujas demandas hídricas identificadas em seu Plano de Bacia encontram-se dispostas nos Quadros 25 e 26, e seus limites geográficos podem ser visualizados na Figura 64.

Figura 64 – Delimitação da BH do Rio Benevente.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente (ESPÍRITO SANTO, 2015).

Quadro 25 – Demandas hídricas na BH do Rio Benevente (m³/s), com percentuais por UP.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Alto Rio Benevente	0,003	(2%)	0,002	(2%)	0,000	(0%)	0,131	(96%)	0,14	(100%)
Rio Maravilha	0,003	(2%)	0,002	(2%)	0,000	(0%	0,114	(96%)	0,12	(100%)
Rio Irritimirim	0,003	(3%)	0,002	(2%)	0,000	(0%)	0,078	(95%)	0,08	(100%)
Ribeirão São Joaquim	0,003	(2%)	0,003	(3%)	0,000	(0%)	0,121	(95%)	0,13	(100%)
Rio Batatal	0,003	(2%)	0,003	(2%)	0,000	(0%)	0,131	(96%)	0,14	(100%)

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Rio Crubixá	0,001	(2%)	0,001	(2%)	0,000	(0%)	0,052	(95%)	0,05	(100%)
Rio Caco de Pote	0,002	(2%)	0,006	(9%)	0,000	(0%)	0,063	(89%)	0,07	(100%)
Rio Joéba	0,002	(3%)	0,017	(7%)	0,000	(0%)	0,044	(70%)	0,06	(100%)
Rio Corindiba	0,003	(2%)	0,008	(6%)	0,000	(0%)	0,136	(92%)	0,15	(100%)
Rio Pongal	0,011	(3%)	0,050	(14%)	0,137	(39%)	0,151	(43%)	0,35	(100%)
Rio Salinas	0,008	(6%)	0,006	(4%)	0,000	(0%)	0,126	(90%)	0,14	(100%)
Baixo Benevente e Bacias Costeiras	0,004	(2%)	0,094	(40%)	0,000	(0%)	0,137	(59%)	0,23	(100%)
Total BH	0,045	(3%)	0,195	(12%)	0,137	(8%)	1,284	(77%)	1,659	(100%)

Fonte: Adaptado de ESPÍRITO SANTO, 2015.

Quadro 26 – Demandas hídricas na BH do Rio Benevente (m³/s), com percentuais por usos.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Alto Rio Benevente	0,003	(7%)	0,002	(1%)	0,000	(0%)	0,131	(10%)	0,14	(8%)
Rio Maravilha	0,003	(6%)	0,002	(1%)	0,000	(0%)	0,114	(9%)	0,12	(7%)
Rio Irritimirim	0,003	(6%)	0,002	(1%)	0,000	(0%)	0,078	(6%)	0,08	(5%)
Ribeirão São Joaquim	0,003	(7%)	0,003	(2%)	0,000	(0%)	0,121	(9%)	0,13	(8%)
Rio Batatal	0,003	(6%)	0,003	(2%)	0,000	(0%)	0,131	(10%)	0,14	(8%)
Rio Crubixá	0,001	(3%)	0,001	(1%)	0,000	(0%)	0,052	(4%)	0,05	(3%)
Rio Caco de Pote	0,002	(3%)	0,006	(3%)	0,000	(0%)	0,063	(5%)	0,07	(4%)

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Rio Joéba	0,002	(4%)	0,017	(9%)	0,000	(0%)	0,044	(3%)	0,06	(4%)
Rio Corindiba	0,003	(7%)	0,008	(4%)	0,000	(0%)	0,136	(11%)	0,15	(9%)
Rio Pongal	0,011	(25%)	0,050	(26%)	0,137	(100%)	0,151	(12%)	0,35	(21%)
Rio Salinas	0,008	(18%)	0,006	(3%)	0,000	(0%)	0,126	(10%)	0,14	(8%)
Baixo Benevente e Bacias Costeiras	0,004	(8%)	0,094	(48%)	0,000	(0%)	0,137	(11%)	0,23	(14%)
Total BH	0,045	100%	0,195	(100%)	0,137	(100%)	1,284	(100%)	1,659	(100%)

Fonte: Adaptado de ESPÍRITO SANTO, 2015.

Com uma área de drenagem de aproximadamente 1.260 km², esta bacia faz parte da UGRH Litoral Centro-Sul e abrange os municípios de Alfredo Chaves, Anchieta e parte de Iconha, Piúma e Guarapari. Diferente das bacias discutidas anteriormente, esta tem suas principais demandas oriundas das atividades agrícolas, sobretudo no que tange a irrigação, que soma 77% (1,284 m^3/s). Cabe apontar que a bacia do Benevente engloba apenas uma pequena parte do município de Guarapari (seu único representante da RMGV), cobrindo apenas 1,6 km^2 de sua zona urbana edificada (o que representa apenas 9% desta).

Esta parcela do município está inserida nas unidades de planejamento “Rio Corindiba”, “Rio Salinas” e “Baixo Benevente e Bacias Costeiras”. As duas primeiras são prioritariamente caracterizadas pelas demandas a nível de irrigação, que respondem por 92% (0,136 m^3/s) e 90% (0,126 m^3/s) de suas demandas, respectivamente. Enquanto isso, apenas 59% das demandas do trecho do “Baixo Benevente e Bacias Costeiras” são voltadas à irrigação (0,137 m^3/s), estando o restante majoritariamente focado no abastecimento público (com 0,094 m^3/s, ou seja, 40%).

No entanto, é importar ressaltar que as principais captações de água para abastecimento do município de Guarapari encontram-se em pontos do próprio rio Benevente (embora isso ocorra no município de Anchieta, no trecho da UP “Rio Pongal” – que é caracterizada por abrigar a totalidade das demandas industriais da bacia em estudo), bem como dos rios Conceição e Jaboti (ambos no território de Guarapari, porém fora da bacia da BH do Rio Benevente).

Em termos gerais, o Plano de Bacias do Rio Benevente concluiu que esta BH se encontra numa situação hídrica confortável. Todas as vazões que são retiradas em suas unidades de planejamento são menores que as vazões médias de longo termo, assim como são inferiores às vazões outorgáveis pelo IEMA (isto é, 50% da Q_{90}).

Por fim, tem-se que o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo realizou uma análise das cargas orgânicas lançadas em nível das Unidades de Gestão de Recursos (UGRH) do Estado. Neste contexto, a BH do Rio Benevente acrescida da área dos municípios de Vargem Alta, Iconha, Rio Novo do Sul, Piúma e do restante de Guarapari (único da unidade com população superior a 100 mil habitantes) resulta UGRH Litoral Centro-Sul.

Esta, por sua vez, é responsável por um lançamento diário estimado em 5.122,20 kg de cargas orgânicas nos cursos hídricos. Segundo o PERH-ES, 91,50% deste montante é composto por cargas de origem doméstica (conforme detalha o Quadro 25 adiante), e necessita de uma vazão de 11.856,80 L/s para sua diluição (ESPÍRITO SANTO, 2017).

Quadro 27 – Cargas Remanescentes Estimadas e Vazões Necessárias para Diluição na UGRH Litoral Centro – Sul.

Setor	Cargas remanescentes (kg/dia)	Vazão necessária para a diluição (L/s)	Representatividade no total da UGRH
Domésticas	4.684,50	10.843,70	91,50%
Cargas Difusas	117,70	272,40	2,30%
Outros Usos	320,00	740,70	6,20%
Total	5.122,20	11.856,80	100,00%

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos (ESPÍRITO SANTO, 2017).

É importante ressaltar que, assim como ocorreu para as bacias discutidas anteriormente, o Plano de Bacia do Rio Benevente também dispõe de um plano de ações agrupado por componentes, de modo que cada uma delas é contemplada por um grupo de Programas distintos. Assim sendo, em termos das ações de drenagem, destacam-se os Programas de “Controle da Erosão em Estradas Vicinais” (que envolve a implantação e manutenção adequada dos dispositivos de drenagens obedecendo a declividade das estradas, tipos e características do solo e índices pluviométricos, visando à melhoria tanto da infraestrutura das estradas quanto da qualidade e assoreamentos nos cursos de água); “Previsão e Alerta Contra Eventos Hidrológicos Críticos” (que conta com a

implantação de um sistema de previsão e alerta contra enchentes); “Compatibilização dos Planos Diretores Municipais com o Enquadramento”, dentre outros (ESPÍRITO SANTO, 2015).

RH Litoral Centro-Norte

Para encerrar a discussão sobre as bacias da RMGV, resta a análise da Região Hidrográfica (RH) Litoral Centro-Norte, que por sua vez abrange a maior parcela da UGRH Litoral Centro-Norte. Para tanto, suas demandas hídricas estão organizadas nos quadros 28 e 29 adiante, enquanto a Figura 65 a seguir ilustra seus limites territoriais.

Quadro 28 – Demandas hídricas na RH Litoral Centro - Norte (m³/s), com percentuais por UPs.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Alto Rio Riacho	0,033	(3%)	0,075	(6%)	0,000	(0%)	1,132	(91%)	1,240	(100%)
Baixo Rio Riacho	0,021	(0%)	0,053	(1%)	8,000	(90%)	0,816	(9%)	8,890	(100%)
Córrego Barra do Sahy	0,007	(1%)	0,243	(50%)	0,001	(0%)	0,237	(49%)	0,488	(100%)
Rio Piraquê-Açu	0,022	(1%)	0,149	(6%)	0,0018	(0%)	2,243	(93%)	2,416	(100%)
Rio Laranjeiras	0,004	(2%)	0,016	(10%)	0,000	(0%)	0,146	(88%)	0,166	(100%)
Rio Reis Magos	0,021	(2%)	0,165	(18%)	0,003	(0%)	0,719	(79%)	0,908	(100%)
Rio Jacaraípe	0,012	(1%)	1,837	(95%)	0,002	(0%)	0,075	(4%)	1,926	(100%)
Total BH	0,1200	(1%)	2,5380	(16%)	8,0078	(50%)	5,368	(33%)	16,034	(100%)

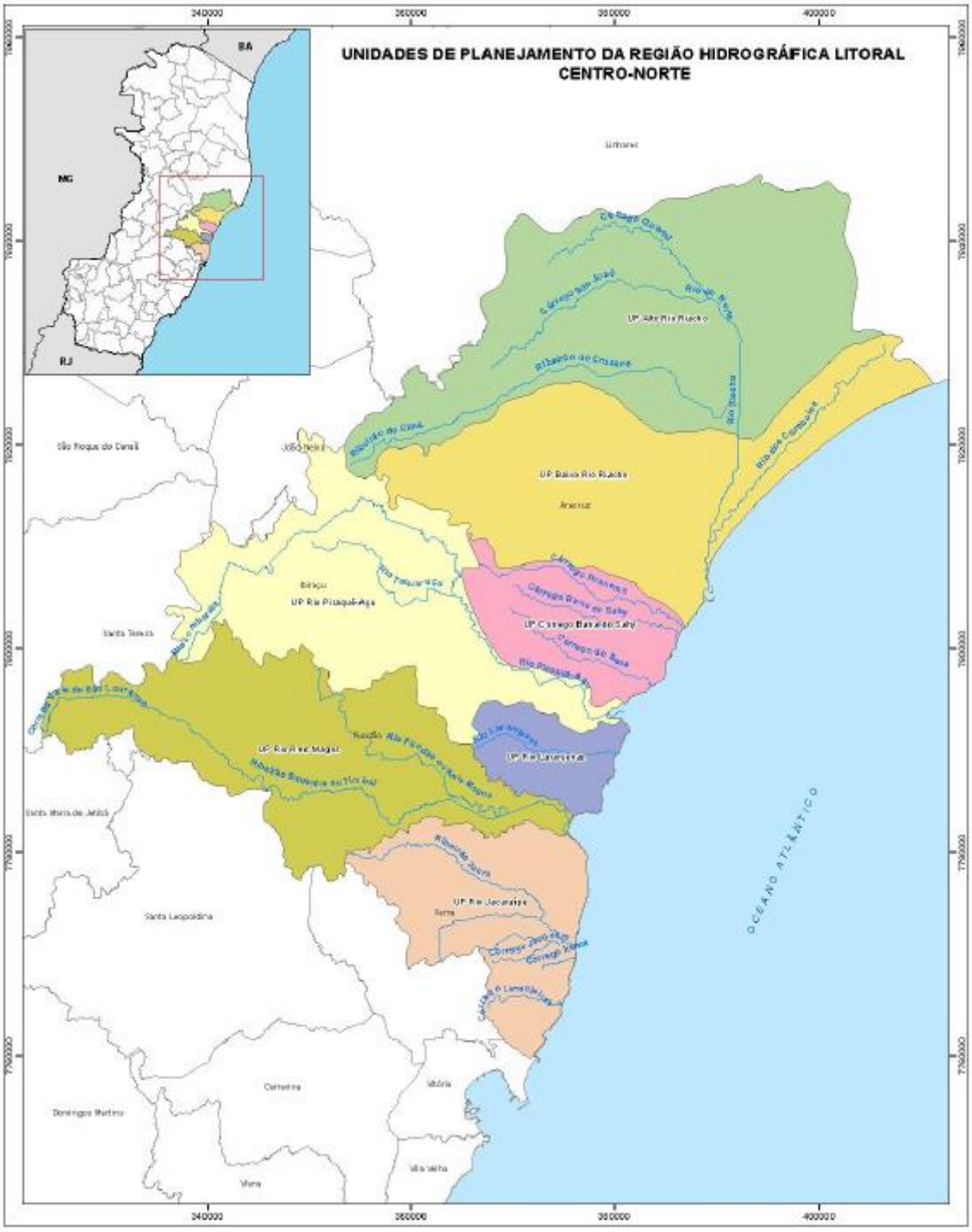
Fonte: Adaptado de ESPÍRITO SANTO, 2020.

Quadro 29 – Demandas hídricas na RH Litoral Centro - Norte (m³/s), com percentuais por usos.

Unidade de Planejamento	Criação Animal		Abastecimento Público		Indústria		Irrigação		Total UP	
Alto Rio Riacho	0,033	(28%)	0,075	(3%)	0,000	(0%)	1,132	(21%)	1,240	(8%)
Baixo Rio Riacho	0,021	(18%)	0,053	(2%)	8,000	(100%)	0,816	(15%)	8,890	(55%)
Córrego Barra do Sahy	0,007	(6%)	0,243	(10%)	0,001	(0%)	0,237	(4%)	0,488	(3%)
Rio Piraquê-Açu	0,022	(18%)	0,149	(6%)	0,002	(0%)	2,243	(42%)	2,416	(15%)
Rio Laranjeiras	0,004	(3%)	0,016	(1%)	0,000	(0%)	0,146	(3%)	0,166	(1%)
Rio Reis Magos	0,021	(18%)	0,165	(7%)	0,003	(0%)	0,719	(13%)	0,908	(6%)
Rio Jacaraípe	0,012	(10%)	1,837	(72%)	0,002	(0%)	0,075	(1%)	1,926	(12%)
Total BH	0,120	(100%)	2,538	(100%)	8,008	(100%)	5,368	(100%)	16,034	(100%)

Fonte: Adaptado de ESPÍRITO SANTO, 2020.

Figura 65 – Delimitação da RH Litoral Centro-Norte.


UNIDADES DE PLANEJAMENTO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA LITORAL CENTRO-NORTE
BA
MG
RJ
OCEANO ATLANTICO
Linhares
Aracruz
Ibiraçu
Santa Teresa
Santa Leopoldina
Serra
Vitória
Vila Velha
Viana
Cariacica
Domingos Martins
São Roque do Canaã
João Neiva
Rio Piraquê-Açu
Rio Laranjeiras
Rio Jucu
Rio Santa Maria da Vitória
Rio Reis Magos
Rio Jacaraípe
Rio Formate
Rio Guaxindiba
Rio Riacho
Rio Barra Seca
Rio Comboios
Rio Mutum
Rio Timbuí
Rio Fundão
Rio Jacu
Rio Jucuruaba
Rio Jacaraípe
Rio Santa Maria

Jacaraípe" é a que apresenta uma maior demanda voltada ao abastecimento público, com 1,837 m^3/s (ou seja, 95% em relação aos seus próprios usos e 72% quando considerada as demandas de abastecimento da região como um estudo). Salienta-se que é nesta unidade que está inserida a maior porção da RMGV contemplada pela região hidrográfica Litoral Centro-Norte, com destaque a quase que a totalidade da zona urbana edificada de Serra, o município mais populoso do Espírito Santo, e a presença de suas principais lagoas: Largo do Juara e Jacuném (SERRA, 2013).

Já na UP do "Rio Reis Magos", onde está inserido o município de Fundão, percebe-se que a demanda primordial está ligada às atividades de irrigação, com 0,719 m^3/s (79%, porém apenas 13% a nível desta RH). Além disso, o montante referente ao abastecimento público é significativamente inferior à unidade discutida anteriormente, chegando a apenas 0,165 m^3/s (o que corresponde a 18% de seus usos e 7% das demandas de abastecimento relativas à região em análise como um todo).

Ademais, é nesta unidade que estão as captações feitas no município para o abastecimento de sua sede municipal e do distrito de Timbuí. As demais localidades são contempladas por sistemas de municípios vizinhos e, embora este rio esteja situado dentro dos limites de Fundão, é importante ressaltar que nele também é feita uma captação para o Sistema Reis Magos, situado no município de Serra.

No que diz respeito às contribuições sanitárias presentes nesta região, cabe mencionar o estudo feito recentemente pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo sobre as cargas remanescentes (vide Quadro 30 adiante). Neste foi estimado um lançamento diário de 13.844,60 kg de cargas orgânicas nos cursos hídricos da UGRH Litoral Centro-Norte (que é majoritariamente composta pela RH em questão). Deste montante, 72,40% correspondem às cargas de origem doméstica e 26,40% de cargas difusas (sobretudo relativas ao uso industrial) (ESPÍRITO SANTO, 2017).

Quadro 30 – Cargas Remanescentes Estimadas e Vazões Necessárias para Diluição na UGRH Litoral Centro - Norte.

Setor	Cargas remanescentes (kg/dia)	Vazão necessária para a diluição (L/s)	Representatividade no total da UGRH
Domésticas	10.029,20	23.215,80	72,40%
Cargas Difusas	156,40	362,10	1,20%
Outros Usos	3.659,00	8.469,90	26,40%

Setor	Cargas remanescentes (kg/dia)	Vazão necessária para a diluição (L/s)	Representatividade no total da UGRH
Total	13.844,60	32.047,80	100,00%

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos (ESPÍRITO SANTO, 2017).

Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na RMGV

Conforme mencionado anteriormente, as demandas hídricas relacionadas ao abastecimento de água nos limites da Região Metropolitana são bem expressivas. Assim sendo, é fundamental que seja feita uma análise dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) em operação nos municípios que a compõem. Para tanto o Quadro 31 adiante apresenta uma síntese de alguns de seus parâmetros com base nos resultados publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2018. Além disso, salienta-se que os serviços de abastecimento de água na Região Metropolitana da Grande Vitória são conduzidos pela Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN), por meio de delegação do Governo do Estado e contratos de concessões com os municípios.

Quadro 31 – Índices dos serviços de abastecimento de água na RMGV.

Município	População total do município – hab. (Fonte: IBGE, 2018)	População urbana do município – hab. (Fonte: IBGE, 2018)	População total atendida com abastecimento de água – hab. (AG001)		População urbana atendida com abastecimento de água – hab. (AG026)		Extensão da rede de água – km (AG005)	Volume de água produzido – 1.000 m³/ano (AG006)	Volume de água tratada em ETAs – 1.000 m³/ano (AG007)	Volume de água consumido – 1.000 m³/ano (AG010)
Cariacica	378.603	366.558	320.423	85%	320.423	87%	1.283,81	39.675,76	39.675,76	15.987,96
Fundão	21.061	17.786	17.329	82%	17.329	97%	140,27	1.597,85	1.597,85	1.107,14
Guarapari	122.982	117.424	104.470	85%	104.470	89%	539,88	12.404,05	12.404,05	7.270,14
Serra	507.598	504.104	440.225	87%	440.225	87%	1.827,27	56.552,32	56.552,32	36.743,14
Viana	76.954	70.598	55.600	72%	55.600	79%	265,55	6.152,52	6.152,52	3.195,91
Vila Velha	486.208	483.850	471.904	97%	471.904	98%	1.364,29	44.046,88	44.046,88	26.950,37
Vitória	358.267	358.267	339.015	95%	339.015	95%	858,53	37.364,03	37.364,03	25.295,47
RMGV	1.951.673	1.918.587	1.748.966	90%	1.748.966	91%	6.279,60	197.793,41	197.793,41	116.550,13

Fonte: Adaptado de SNIS, 2019.

Pela análise desta, verifica-se que cerca de 90% dos habitantes da RMGV são atendidos com abastecimento de água por meio de 6.279,60 km de rede. Faixas de atendimento superiores a 95% ocorrem somente em Vila Velha e Vitória, enquanto os demais municípios apresentam índices médios de 85%, com exceção de Viana, que tem apenas 72% de seus habitantes contemplados.

Além disso, dos 197.793.410,00 m^3 tratados ao ano, essa população consome 116.550.130,00 m^3/s (59%), o que corresponde a uma taxa de consumo de 182,57 L/hab./dia. Numa análise municipal, tem-se que os usuários de Serra e Vitória detêm os maiores consumos, com 228,67 e 204,42 L/hab./dia, respectivamente. Analogamente, o menor consumo foi registrado em Cariacica: 136,70 L/hab./dia.

Considerando ainda os volumes tratados em cada município, percebe-se que Serra, Vila Velha, Cariacica e Vitória foram responsáveis pelo tratamento conjunto de 90% da água que abastece a Região Metropolitana, com participações individuais de 29%, 22%, 20% e 19%, respectivamente. Neste sentido, é importante que sejam detalhadas as Estações de Tratamento de Água (ETAs) em atividade na área de estudo.

Para tanto, o Quadro 32 apresenta o levantamento destas unidades, com destaque aos mananciais de captação, o processo de tratamento empregado e os municípios que atende com água tratada.

Quadro 32 – Levantamento das Estações de Tratamento de Água (ETAs) da RMGV.

Município	ETA	Manancial de captação	Processo de Tratamento	Municípios atendidos
Cariacica	ETA 1 - Vale Esperança	Rio Jucu	Convencional/Filtração Direta	Cariacica, Viana, Vila Velha e Vitória
Cariacica	ETA 1 - Vale Esperança Nova	Rio Jucu	Convencional	
Cariacica	ETA 3 - Duas Bocas	Rio Duas Bocas	Flotação	Cariacica
Fundão	ETA Sede	Rio Fundão	Convencional	Fundão
Fundão	ETA Timbuí	Rio Ribeirão Braço do Norte	Convencional	Fundão
Guarapari	ETA Sede	Rio Benevente, Rio Conceição e Rio Jaboti	Convencional	Guarapari
Guarapari	ETA Santa Mônica	Córrego Oratório	Filtração Direta	Guarapari

Município	ETA	Manancial de captação	Processo de Tratamento	Municípios atendidos
Serra	ETA 5 - Carapina	Rio Santa Maria da Vitória	Filtração Direta/Flotação	Serra, Vitória e Fundão
Serra	ETA 8 - Belvedere	Água subterrânea	Flotação	Serra
Serra	ETA 11 - Santa Maria	Rio Santa Maria da Vitória	Flotação	Serra e Cariacica
Serra	ETA 13 - TIMS		-	Serra
Serra	ETA 15 - Reis Magos	Rio Reis Magos	Convencional	Serra
Viana	ETA 4 - Viana	Rio Santo Agostinho e Rio Formate	Filtração Direta	Viana
Viana	ETA 9 - Jucu/Antártica	Água subterrânea	Flotação	Viana
Viana	ETA 10 - Araçatiba	Rio Jacarandá	Convencional	Viana
Viana	ETA 14 - Poços Viana	Água subterrânea	-	Viana
Vila Velha	ETA 2 - Cobi	Rio Jucu	Convencional	Vila Velha e Vitória
Vila Velha	ETA 12 - Caçaroca	Rio Jucu	Convencional	Vila Velha, Cariacica e Guarapari
Vila Velha	ETA 7 - Ponta da Fruta	Água subterrânea	-	Vila Velha e Guarapari

Fonte: Adaptado dos Planos Municipais de Saneamento Básico e do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo (SEAMA, 2019).

Por fim, o Quadro 33 apresenta um extrato do estudo realizado pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo acerca da projeção da situação do abastecimento de água nos municípios mais populosos do Estado, com destaque aos valores estimados de recursos para investimentos em melhorias nos sistemas existentes até o ano de 2025. Dentre os municípios da RMGV contemplados neste, destacam-se Cariacica, Guarapari, Viana, Vila Velha, Vitória e Serra.

Quadro 33 – Sistemas de abastecimento de água na RMGV.

Município	Situação do Abast. (2015)	Investi. Total em Água (2025)	Manancial de Captação	Sistema	Particip. no abast. do município	Situação do sistema (até 2025)	Outros municípios atendidos
Cariacica	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Vale Esperança) - Integrado	77%	Satisfatória	Viana, Vila Velha e Vitória
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Santa Maria da Vitória	Santa Maria (subsistema ETA 11 Santa Maria) - Integrado	12%	Satisfatória	Serra
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Duas Bocas	Duas Bocas	7%	Satisfatória	-
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Caçaroca) - Integrado	3%	Satisfatória	Vila Velha e Guarapari
Guarapari	Requer ampliação	9 milhões	Rio Benevente, Rio Conceição e Rio Jaboti	Guarapari	94%	Requer ampliação	-
	Requer ampliação	9 milhões	Córrego Oratório	Santa Mônica	4%	Satisfatória	-

Município	Situação do Abast. (2015)	Investi. Total em Água (2025)	Manancial de Captação	Sistema	Particip. no abast. do município	Situação do sistema (até 2025)	Outros municípios atendidos
	Requer ampliação	9 milhões	Rio Jucu	Jucu (subsistema Caçaroca) - Integrado	1%	Satisfatória	Cariacica e Vila Velha
	Requer ampliação	9 milhões	Poço Ponta da Fruta 1	Ponta da Fruta - Integrado	1%	Satisfatória	Vila Velha
Serra	Abastecimento satisfatório	-	Rio Santa Maria da Vitória	Santa Maria (subsistema Carapina) - Integrado	99%	Satisfatória	Vitória e Fundão
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Santa Maria da Vitória	Santa Maria (subsistema ETA 11 Santa Maria) - Integrado	< 1%	Satisfatória	Cariacica
	Abastecimento satisfatório	-	Poços Serra	Belvedere	< 1%	Satisfatória	-
Viana	Requer ampliação	3 milhões	Rio Jucu	Jucu (subsistema Vale Esperança) - Integrado	84%	Satisfatória	Cariacica, Vila Velha e Vitória

Município	Situação do Abast. (2015)	Investi. Total em Água (2025)	Manancial de Captação	Sistema	Particip. no abast. do município	Situação do sistema (até 2025)	Outros municípios atendidos
	Requer ampliação	3 milhões	Rio Santo Agostinho e Rio Formate	Viana	12%	Requer ampliação	-
	Requer ampliação	3 milhões	Poços Viana	Jucu-Antártica	3%	Satisfatória	-
	Requer ampliação	3 milhões	Rio Jacarandá	Araçatiba	1%	Satisfatória	-
Vila Velha	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Vale Esperança) - Integrado	76%	Satisfatória	Cariacica, Viana e Vitória
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Caçaroca) - Integrado	14%	Satisfatória	Cariacica e Guarapari
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Cobi) - Integrado	9%	Satisfatória	Vitória
	Abastecimento satisfatório	-	Poço Ponta da Fruta 1	Ponta da Fruta - Integrado	1%	Satisfatória	Guarapari

Município	Situação do Abast. (2015)	Investi. Total em Água (2025)	Manancial de Captação	Sistema	Particip. no abast. do município	Situação do sistema (até 2025)	Outros municípios atendidos
Vitória	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Cobi) - Integrado	46%	Satisfatória	Vila Velha
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Jucu	Jucu (subsistema Vale Esperança) - Integrado	29%	Satisfatória	Cariacica, Viana e Vila Velha
	Abastecimento satisfatório	-	Rio Santa Maria da Vitória	Santa Maria (subsistema Carapina) - Integrado	25%	Satisfatória	Serra e Fundão

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos (ESPÍRITO SANTO, 2017).

Cabe ressaltar que um estudo mais aprofundado destes sistemas será feito na etapa M2, após a devida obtenção de dados atualizados acerca de cobertura, detalhamento e localização das estações, pontos de captação, limites de outorga, dentre outros.

Agora, considerando a análise feita anteriormente para as cargas orgânicas lançadas nas bacias, é importante que também seja detalhado a atual condição do atual Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) em operação nos municípios da RMGV. Assim sendo, a Quadro 34 adiante apresenta um retrato de alguns parâmetros deste SES com base nos últimos resultados publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2018. Cabe mencionar que os serviços de esgotamento sanitário na RMGV também são conduzidos pela CESAN, com exceção de Serra, cujas atividades de coleta e tratamento de esgoto ocorrem mediante uma Parceria Público-Privada (PPP).

Quadro 34 – Índices dos serviços de esgotamento sanitário na RMGV.

Município	População total do município – hab. (Fonte: IBGE, 2018)	População urbana do município – hab. (Fonte: IBGE, 2018)	População total atendida com esgotamento sanitário – hab. (ES001)		População urbana atendida com esgotamento sanitário – hab. (ES026)		Extensão da rede de esgotos – km (ES004)	Volume de esgotos coletado – 1.000 m³/ano (ES005)	Volume de esgotos tratado – 1.000 m³/ano (ES006)
Cariacica	378.603	366.558	130.146	34%	130.146	36%	379,81	5.059,91	4.267,24
Fundão	21.061	17.786	3.935	19%	3.935	22%	15,34	157,88	157,88
Guarapari	122.982	117.424	68.730	56%	68.730	59%	229,05	5.374,63	5.374,56
Serra	507.598	504.104	351.854	69%	351.854	70%	990,93	13.196,91	13.196,91
Viana	76.954	70.598	27.643	36%	27.643	39%	88,75	1.074,37	901,25
Vila Velha	486.208	483.850	257.067	53%	257.067	53%	406,13	15.918,45	15.913,59
Vitória	358.267	358.267	291.166	81%	291.166	81%	480,40	20.871,43	20.871,43
RMGV	1.951.673	1.918.587	1.130.541	58%	1.130.541	59%	2.590,41	61.653,58	60.682,86

Fonte: Adaptado de SNIS, 2019.

De posse dos índices destes serviços, pode-se afirmar que aproximadamente 58% da população da região metropolitana é atendida com esgotamento sanitário por meio de 2.590,41 km de rede. Os maiores índices de atendimento estão em Vitória e Serra, que possuem, respectivamente, 81% e 69% de seus habitantes contemplados pelo SES existentes. Enquanto isso, Guarapari e Vila Velha detêm uma média de 54%, ao passo que Viana e Cariacica têm um atendimento médio ainda inferior, com 35%. Os menores índices correspondem ao município de Fundão, para o qual apenas 19% de seus habitantes são contemplados com serviços de esgotamento sanitário.

Além disso, dos 61.653.580,00 m^3 coletados no ano de análise, 98% recebeu o devido tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em atividade na área de estudo, com destaque à atividade das estações de Vitória, Vila Velha e Cariacica, que juntas foram responsáveis pelo tratamento de 81% do material coletado.

Neste contexto, a Quadro 35 adiante apresenta o extrato do Plano Estadual de Recursos Hídricos no que tange a identificação das ETEs, suas tecnologias de tratamento e a eficiência para remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de cada uma delas para os municípios da RMGV.

Quadro 35 – Levantamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da RMGV.

Município	ETE	Tratamento	Eficiência
Guarapari	Meaípe	Reator anaeróbio + Biofiltro aerado submerso	80%
Guarapari	Centro*	Lodos ativados (aeração prolongada)	95%
Guarapari	Aeroporto*	Lodos ativados convencional com remoção biológica de N	95%
Guarapari	Jabaraí	Reator anaeróbio	65%
Cariacica	Jardim Botânico	Reator anaeróbio + Biofiltro aerado submerso	30%
Cariacica	Padre Gabriel	Reator anaeróbio	51%
Cariacica	Bandeirantes	Sistema UNITANK - lodo ativado com nitrificação e desnitrificação e desinfecção por ultravioleta	99%
Cariacica	Flexal II	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	88%
Cariacica	Mocambo	Tratamento primário (tanques sépticos)	65%

Município	ETE	Tratamento	Eficiência
Cariacica	Nova Rosa da Penha	Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	87%
Cariacica	Vila Oásis	Reator anaeróbio + Biofiltro aerado submerso	90%
Cariacica	Campo Verde	Reator anaeróbio	77%
Viana	Araçatiba	Fossa-Filtro	74%
Viana	Bom Pastor	Reator anaeróbio + Filtro percolador (sem decantador)	85%
Viana	Marcílio de Noronha	Lodos ativados - aeração prolongada	91%
Viana	Parque do Flamengo	Reator anaeróbio	81%
Viana	Santo Agostinho	Tanque séptico + Filtro anaeróbio	35%
Viana	Soteco	Reator anaeróbio + Filtro aerado submerso (sem decantador)	94%
Viana	Vila Bethânea	Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	85%
Vila Velha	Riviera Park*	Sem Informação	61%
Vila Velha	Ulisses Guimarães	Reator anaeróbio + Biofiltro aerado submerso + Decantador secundário + Desinfecção com UV	84%
Vila Velha	Jabaeté	Lodos ativados - aeração prolongada	85%
Vila Velha	Jacarenema	Tanque séptico + Filtro anaeróbio	52%
Vila Velha	Araçás	Sistema UNITANK - lodo ativado com nitrificação e desnitrificação e desinfecção por ultravioleta	91%
Vila Velha	Vale Encantado	Reator anaeróbio + lagoas de polimento	86%
Vitória	Nova Palestina	Tanque séptico + filtro anaeróbio	35%
Vitória	Grande Vitória	Lodo ativado	91%
Vitória	Mulembá	Lodos ativados (aeração escalonada)	98%
Vitória	Mulembá II*	Lodo ativado convencional	84%

Município	ETE	Tratamento	Eficiência
Vitória	Jardim Camburi	Lagoa aerada + Lagoa facultativa + Lagoa facultativa	77%
Fundão	Fundão	Reator anaeróbio + Filtro percolador (sem decantador)	75%
Serra	André Carloni*	Lagoa aerada + Lagoa facultativa	82%
Serra	Barcelona	Lagoa facultativa/Reator anaeróbio + Lagoa facultativa	74%
Serra	Feu Rosa	Reator anaeróbio + Lagoas de polimento	79%
Serra	Furnas	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75%
Serra	Jacaraípe	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75%
Serra	Jardim Carapina*	Reator anaeróbio + Lagoas de polimento	79%
Serra	Jardins	Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	75%
Serra	Laranjeiras	Lagoa aerada + Lagoa facultativa	82%
Serra	Maringá	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75%
Serra	Mata da Serra	Lagoa facultativa	75%
Serra	Nova Almeida	Lagoa aerada + Lagoa facultativa	82%
Serra	Nova Carapina	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75%
Serra	Porto Canoa	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75%
Serra	Serra Dourada	Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75%
Serra	Valparaíso	Lagoa aerada + Lagoa de sedimentação	82%

* Estações em que o efluente tratado é lançado no mar. Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos (ESPÍRITO SANTO, 2018).

É importante lembrar que uma análise mais substancial dos sistemas de esgotamento sanitário será conduzida na etapa M2 deste trabalho, após a devida obtenção de dados atualizados acerca de cobertura, detalhamento e localização das estações, pontos de lançamento, outorga, dentre outros parâmetros de interesse.

Interpolação dos núcleos de adensamento populacional com os eventos e principais zonas de inundações e alagamentos

No presente tópico serão brevemente discutidos os eventos de precipitação que resultaram em alagamentos e inundações na região metropolitana no ano de 2020, com ênfase nos transtornos causados e totais acumulados por município. Em seguida será conduzida uma análise que correlaciona as áreas edificadas em cada município com as zonas classificadas como de alta, média e baixa susceptibilidade a inundações e alagamentos em cada um deles. E, por fim, serão apresentadas as aspirações levantadas pelos municípios em seus Planos Municipais de Saneamento Básico para o eixo da drenagem urbana.

Salienta-se que o estudo de interpolação com base nos núcleos de adensamento populacional será realizado na etapa M2 deste trabalho, uma vez que depende de documentos que ainda estão sendo levantados, bem como está atrelado a análises e modelagens que ainda não foram definitivamente encerradas no atual estágio do trabalho. Portanto, a análise presente neste capítulo discute apenas a localização das áreas edificadas em termos dimensionais (em km^2).

Principais eventos de inundações e alagamentos em 2020

Ao longo da história, os processos de ocupação irregular, as particularidades da topografia local, o subdimensionamento de galerias de águas pluviais, o lançamento de descargas sanitárias e resíduos sólidos em canais de drenagem, a retificação de trechos de cursos d'água, a influência marinha nos corpos hídricos superficiais e diversos outros fatores têm contribuído com severos episódios de inundações e alagamentos na Região Metropolitana da Grande Vitória.

Como um exemplo notório deste processo, destacam-se as chuvas que atingiram o Estado em dezembro do ano de 2013. Com acúmulos de chuva com volumes superiores à marca dos 700,00 milímetros, foram registrados inúmeros casos de alagamentos, enchentes, deslizamentos, perdas materiais e até mortes, chegando a ser considerado o mais severo evento meteorológico do Espírito Santo.

Recentemente, entre os dias 17 e 25 de janeiro de 2020, o Espírito Santo passou por um novo evento severo de chuvas que o deixou com um prejuízo total estimado em R$ 666.811.746,91. Com 221 pontes e 639 edificações destruídas, os danos acumularam R$ 74 milhões nas edificações públicas e R$ 71 milhões nas privadas, além do valor de R$ 521 milhões referente à infraestrutura. Além do impacto econômico, estes eventos também resultaram em 10 mortes, 64 pessoas feridas, 14.230 desalojados e 2.340 desabrigados. Embora os maiores danos tenham ocorrido em

municípios fora da RMGV, salienta-se que a precipitação acumulada em Vitória neste período foi de 264,6 mm, sendo que sua média histórica é de apenas 130,9 mm (TRIBUNA, 2020).

Apesar de apresentarem uma magnitude inferior ao episódio supracitado, uma nova ocorrência de chuvas foi registrada no Estado entre os dias 1 e 2 de março, e dessa vez a região metropolitana foi a mais impactada. Com acumulados de 272,6 mm em Fundão, 199,5 mm em Vila Velha e 115,1 mm em Cariacica, houveram alagamentos e interrupções no trânsito em diversas avenidas principais das cidades, suspensão de aulas, arraste de veículos pela força das águas, perda de móveis pela entrada de água no interior de residências e o saldo de 312 desalojados e 145 desabrigados em oito municípios: Fundão, Vila Velha, Cariacica, Viana, Marechal Floriano, Pancas, Alfredo Chaves e Apiacá (A GAZETA, 2020a).

Posteriormente, entre os dias 15 e 16 de junho, novos eventos de alagamentos acometeram o Estado, com destaque novamente à RMGV, sobretudo em Vila Velha, que registrou um acumulado de precipitação de 83,5 mm em apenas 24 horas – embora os maiores valores tenham ocorrido em Anchieta (99,0 mm). Outros municípios metropolitanos afetados na região foram Viana (com 72,6 mm), Serra (60,6 mm), Cariacica (60,2 mm), Vitória (55,3 mm) e Guarapari (36,6 mm) (A GAZETA, 2020b).

Pouco depois, entre os dias 30 e 31 de julho, mais casos de transtornos ocasionados por precipitações intensas acometeram o Estado. Nesta ocasião, Viana foi o município mais afetado da RMGV, com um acumulado registrado em 143,0 mm em 24 horas, sendo seguido por Guarapari (82,2 mm), Serra (77,8 mm), Cariacica (76,7 mm), Vitória (74,61 mm), Fundão (71,0 mm) e Vila Velha (60,3 mm) (A GAZETA, 2020c).

Por fim, a chegada da primavera trouxe fortes chuvas ao Espírito Santo entre os dias 22 e 23 de setembro, com a ocorrência de alagamentos, inundações, quedas de energia, interrupções e bloqueios no trânsito, danos à infraestrutura púbica e privada e diversos outros transtornos. Nestes dias, Guarapari foi a cidade capixaba que teve um maior acúmulo de precipitação, com 146,1 mm. Dentre os municípios da RMGV afetados, Vila Velha registrou 95,4 mm, Vitória teve 85,8 mm, Serra alcançou 74,6 mm, Fundão chegou a 68,1 mm, Cariacica teve 59,2 mm) e Viana foi o menos impactado, com apenas 51,2 mm (A GAZETA, 2020).

Análise das áreas edificadas e as zonas de alta susceptibilidade a inundações

Tendo em vista todos os desdobramentos clássicos de eventos de cheias, faz-se necessário compreender a dimensão das manchas urbanas edificadas que estão inseridas nas áreas classificadas como mais frágeis em ternos de inundações e alagamentos.

Assim sendo, para o estudo das zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos nos municípios integrantes da RMGV, propõe-se a utilização do mapeamento conduzido pelo Serviço Geológico do Brasil/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em seu estudo de "Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Espírito Santo" (CPRM, 2015). Já as áreas urbanas edificadas, foi considerada a classificação proposta pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) em seu trabalho de mapeamento do uso do solo capixaba baseado na interpretação do Ortofotomosaico ES – 2012/2015 (IEMA, 2015b).

Interpolando as informações contidas em ambos os estudos, foram alcançadas dimensões (em km^2) das áreas edificadas dentro das zonas de alta, média e baixa susceptibilidade a inundações na região metropolitana. Dessa forma, a Quadro 36 apresenta um extrato destes resultados, com destaque ao percentual desta interseção em relação à área total edificada de cada município.

Quadro 36 – Áreas edificáveis presentes em zonas de baixo, médio e alto grau de susceptibilidade a alagamentos e inundações na RMGV (em km²), com destaque à sua porcentagem relativa ao total edificado no município.

Grau de Susceptibilidade de Áreas Urb. Edificadas	Vitória		Vila Velha		Cariacica		Viana		Serra		Guarapari		Fundão	
Alto	10,39	65%	8,26	24%	2,59	40%	1,78	83%	2,26	35%	1,58	82%	0,61	80%
Médio	4,61	29%	7,11	21%	0,84	13%	0,16	8%	3,18	49%	0,24	12%	0,08	10%
Baixo	0,90	6%	18,80	55%	3,04	47%	0,20	9%	1,08	17%	0,10	5%	0,07	9%
Total Edificado Susceptível	15,90	28%	34,17	64%	6,46	9%	2,15	18%	6,53	10%	1,91	11%	0,76	11%
Total Edificado Não Susceptível	41,90	72%	18,89	36%	64,47	91%	10,09	82%	61,78	90%	15,64	89%	6,18	89%
Total Edificado Geral	57,80	100%	53,06	100%	70,93	100%	12,24	100%	68,30	100%	17,55	100%	6,94	100%

Fonte: Adaptado de CPRM (2015) e IEMA (2015b).

Os resultados obtidos no processo mostram que Vila Velha é a cidade com a maior dimensão de área edificadas inseridas em zonas susceptíveis aos eventos discutidos, chegando a 34,17 km^2 (64% do total edificado no município). Suas regiões de alto e médio risco juntas contabilizam 45% dos trechos susceptíveis, enquanto as áreas de baixa susceptibilidade abrangem a porção restante (55%).

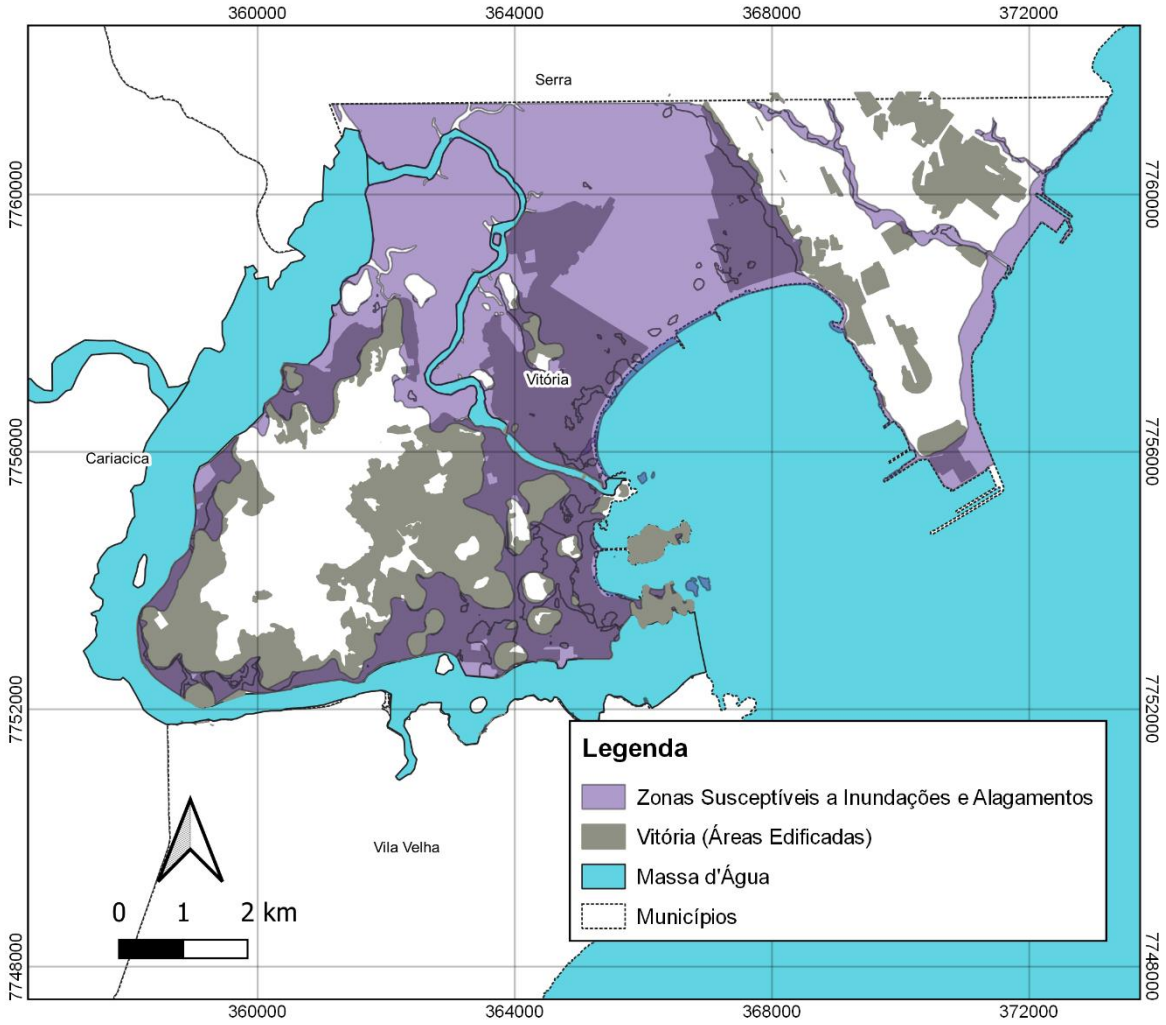
Em seguida tem-se os municípios de Vitória, com 28% de suas áreas edificadas (15,90 km^2) inseridas nestas zonas (estando 65% destas situadas em áreas de alto risco), e Viana, com 18% (isto é, 2,15 km^2, sendo 83% deste montante referente a regiões de risco alto).

Já Guarapari e Fundão tiveram uma menor incidência de suas áreas edificadas em zonas susceptíveis a inundações e alagamentos, tendo ambos registrado apenas 11%. No entanto, é importante ressaltar que 82% e 80% destas estão dentro das zonas de susceptibilidade alta, respectivamente.

Por fim, os menores percentuais de áreas edificadas em zonas risco ocorreram nos municípios de Serra (10%, isto é, 6,53 km^2) e Cariacica (9% ou 6,46 km^2). No primeiro, 83% corresponde a zonas de alto e médio risco, enquanto, no segundo, 53% destas áreas ocorrem em trechos com susceptibilidades alta e média.

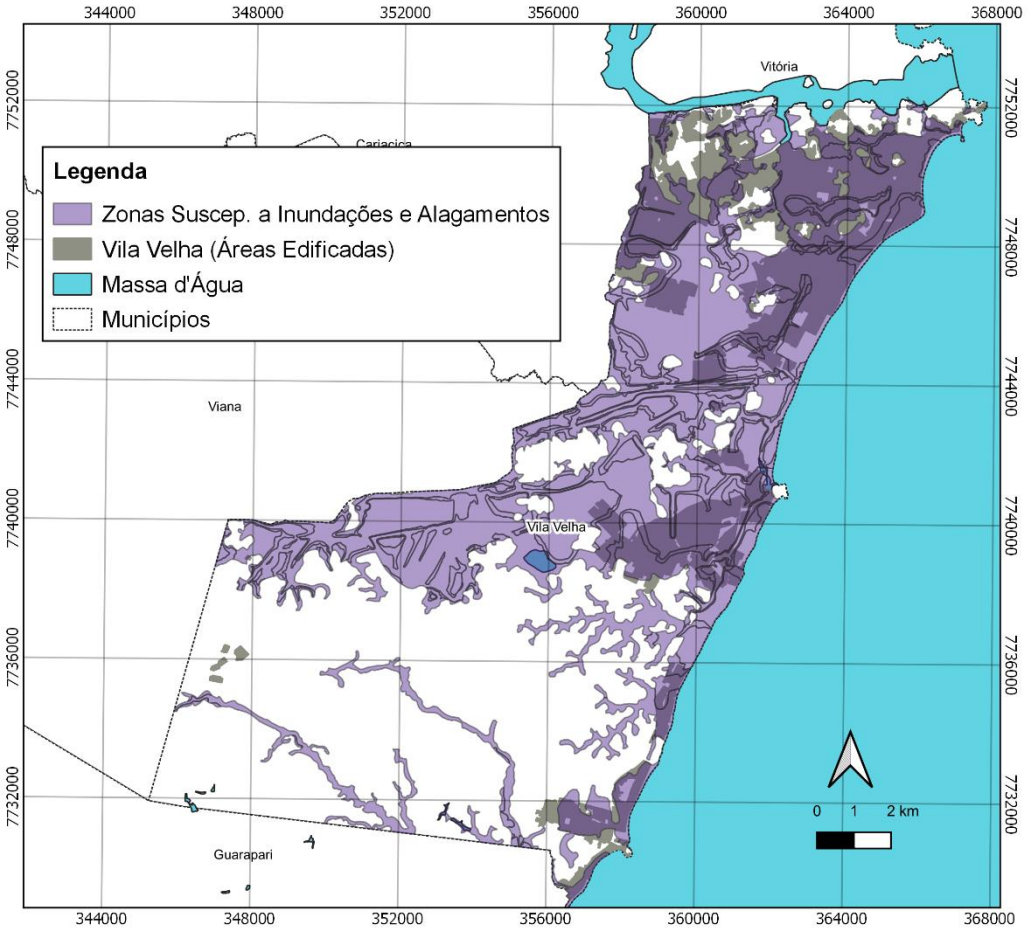
As Figuras 66 a 72 ilustram a espacialização destas áreas.

Figura 66 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Vitória.



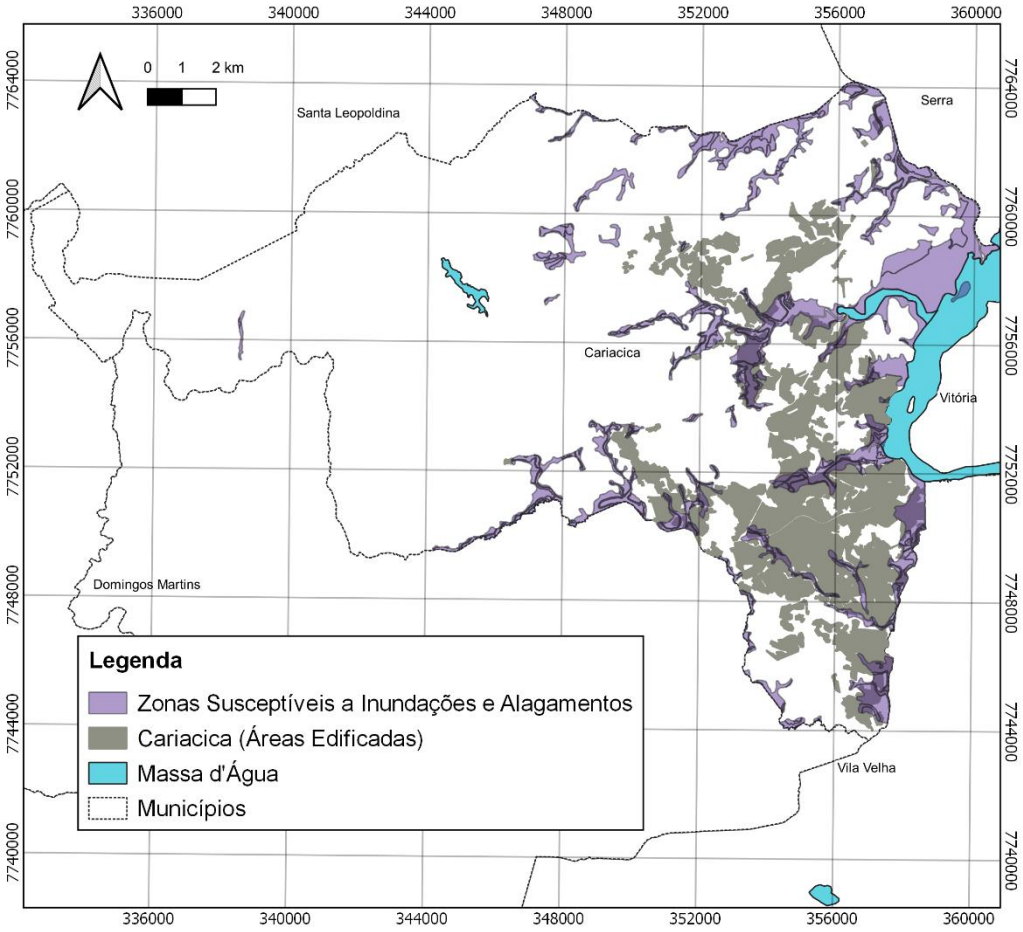
Fonte: Autoria própria.

Figura 67 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Vila Velha.



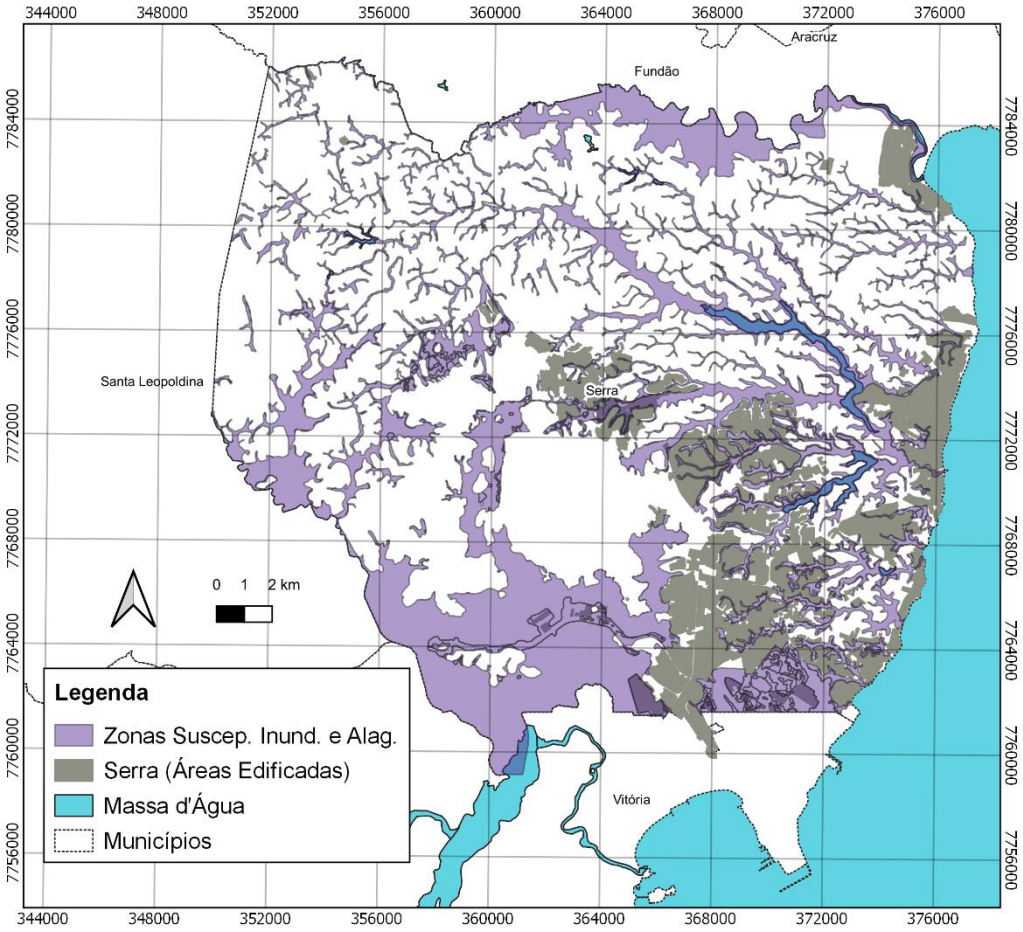
Fonte: Autoria própria.

Figura 68 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Cariacica.



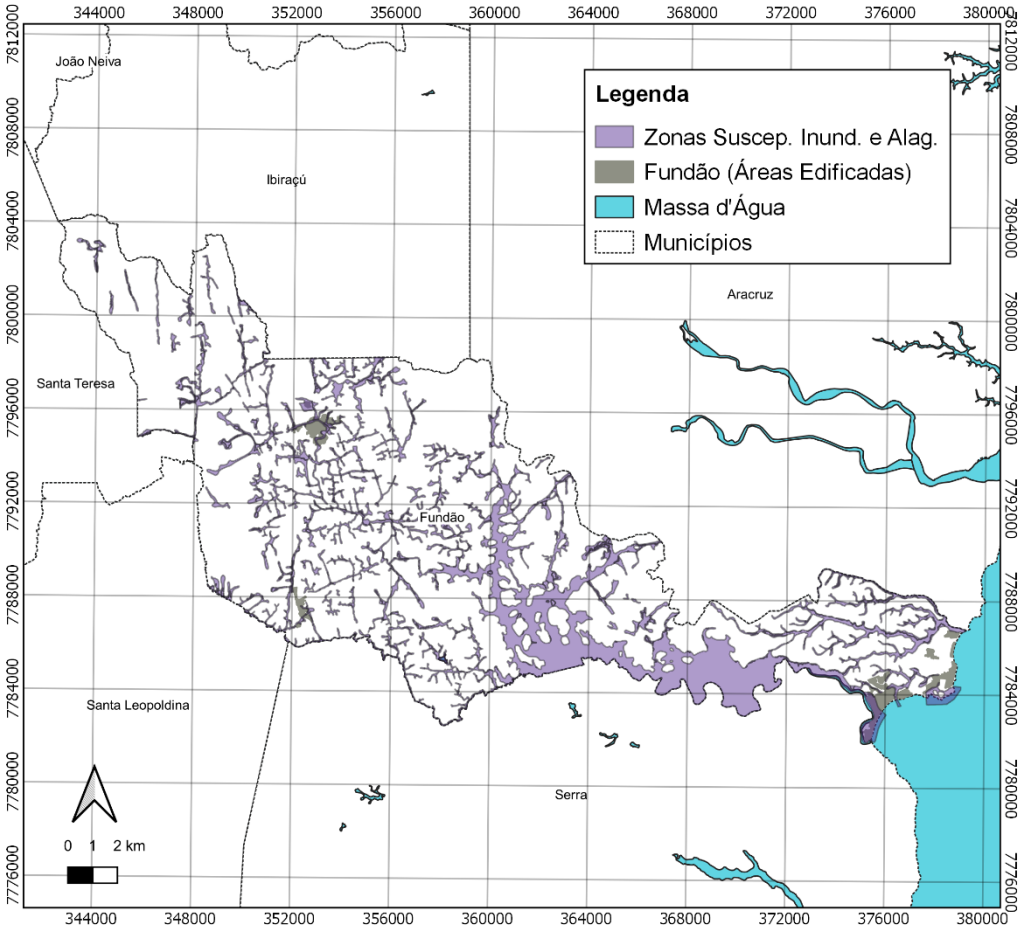
Fonte: Autoria própria.

Figura 69 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Serra.



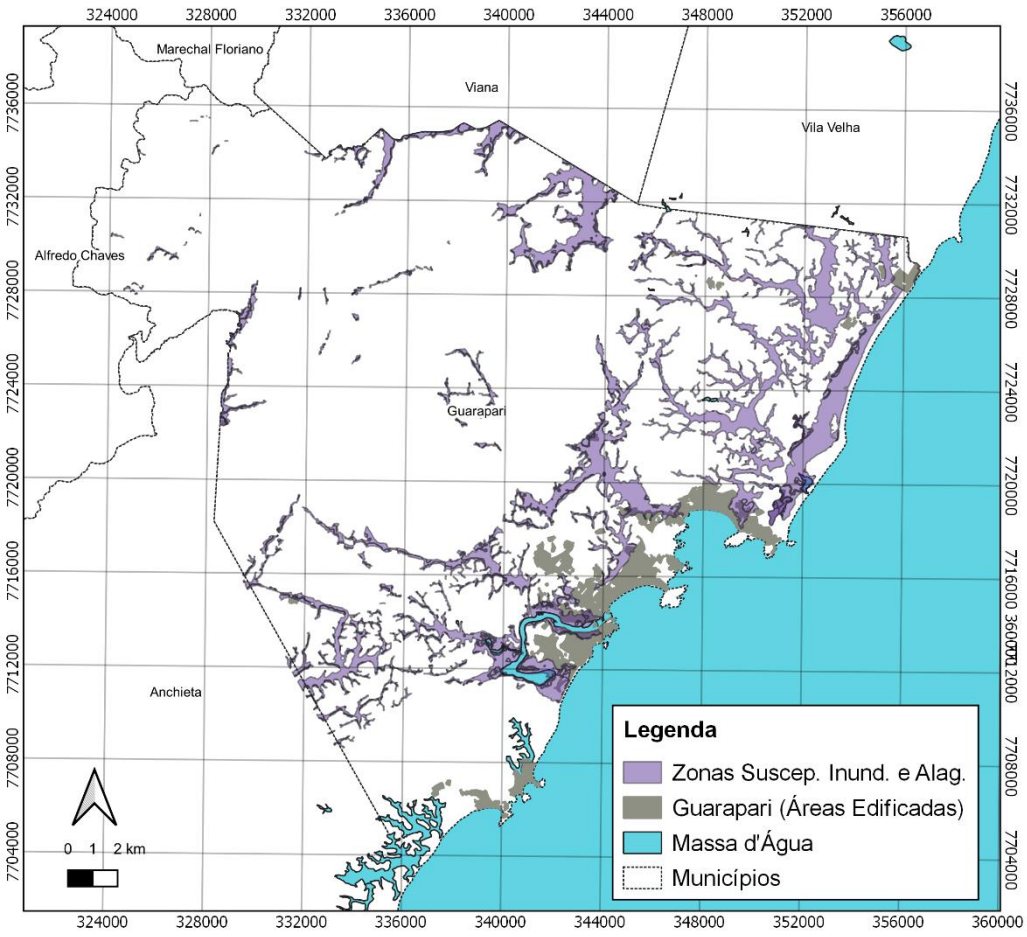
Fonte: Autoria própria.

Figura 70 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Fundão.



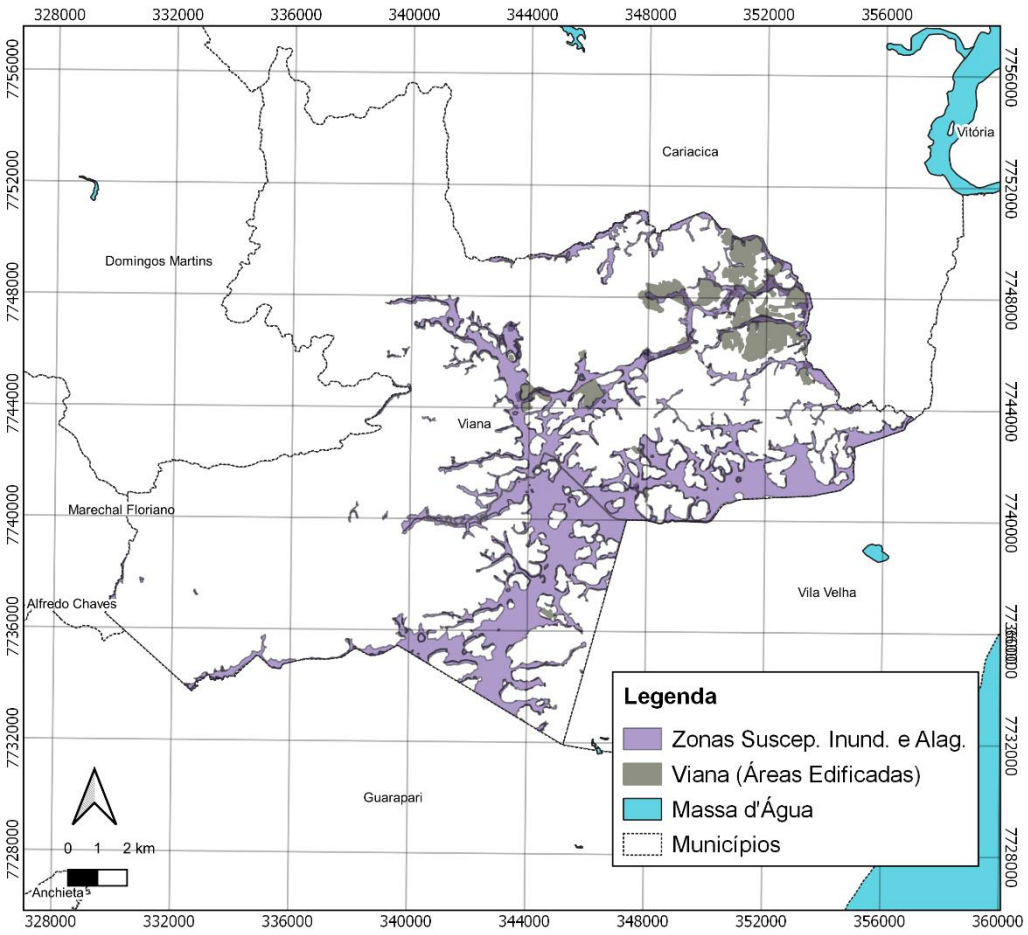
Fonte: Autoria própria.

Figura 71 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Guarapari.



Fonte: Autoria própria.

Figura 72 – Relação entre áreas edificadas e zonas de susceptibilidade a inundações e alagamentos no município de Viana.



Fonte: Autoria própria.

Uma análise mais aprofundada destas áreas pode ser melhor estudada no capítulo “Pontos de Instabilidade Geotécnica” mais adiante.

Aspirações voltadas ao campo da drenagem pluvial

Tendo em vista todos os impactos socioeconômicos atrelados aos eventos de inundações e alagamentos, os municípios identificaram e propuseram em seus Planos Municipais de Saneamento Básico um conjunto de programas, projetos e ações voltados à materialização de suas aspirações para a mitigação da problemática. Assim sendo, aqui serão apresentadas as medidas levantadas, considerando a documentação disponibilizada até então. Novas análises e

atualizações serão realizadas na etapa M2, após o devido levantamento de dados junto às prefeituras e demais órgãos de interesse ao trabalho.

Visto isso, o eixo de drenagem urbana do PMSB de Vitória constatou a necessidade de se contemplar as áreas do município não atendidas ou com sistemas subdimensionados com ações voltadas à mitigação dos recorrentes alagamentos e seus desdobramentos. Também foi discutida a necessidade de se desenvolver uma estratégia para a manutenção destes sistemas, bem como a proposição de mudanças institucionais para torna-los mais eficazes.

A partir desta análise, foram elencados quatro programas formados por diversos projetos e ações. O primeiro deles chama-se “Eliminação dos Pontos de Alagamentos do município de Vitória”, que conta com um projeto de execução de obras estruturais a partir da captação de recursos financeiros para a elaboração e execução de um projeto executivo de drenagem nas bacias de interesse.

Outro programa chama-se “Manutenção do Sistema de Drenagem Urbana”, sendo composto por projetos de manutenção e reparos nas estações de bombeamento de águas pluviais (EBAPs), elaboração de um plano de manutenção e um efetivo de reparos dos problemas identificados pelo seu Plano Diretor de Drenagem Urbana, de 2008. Também merece destaque o programa “Monitoramento Hidrológico”, que propõe uma sistemática de manutenção e reparos emergências nas EBAPs, a atualização dos cadastros de macro e microdrenagem (com a formação de uma equipe voltada à sua atualização e disponibilização) e a elaboração de um plano voltado à identificação de ligações cruzadas entre os sistemas de drenagem e coleta de esgoto.

Por fim, seu PMSB destacou o programa “Plano Institucional para Eficiência do Sistema de Drenagem”. Como suas principais ações, este tem a unificação dos serviços de drenagem urbana em uma única Secretaria, a criação de uma taxa de drenagem (com a aplicação de tarifas sociais), o reaproveitamento das águas pluviais dos reservatórios de retenção para fins não potáveis (em serviços da própria Prefeitura) e adequações legais voltadas ao reuso da água (VITÓRIA, 2015).

Tratando-se de Viana, a aspiração de se reduzir a ocorrência de eventos de alagamentos e inundações nos locais identificados em seu Plano Municipal de Saneamento Básico fez com que fossem elaboradas ações para a manutenção da capacidade de escoamento de suas galerias de macrodrenagem e de seus cursos hídricos. Neste sentido, foi proposto o programa “Manutenção Preventiva do Sistema de Drenagem”, que conta com ações de limpeza, desobstrução e desassoreamento de córregos e canais urbanos de forma rotineira e integrada com atividades de varrição.

Além deste, com o objetivo de minimizar o assoreamento e a ocupação das margens dos cursos d'água urbanos, propôs-se o programa “Revegetação das Margens nos Cursos D'água Naturais da

Área Urbana". Este conta com atividades de recuperação de margens ciliares pelo plantio de espécies nativas, fiscalizações bimestrais da ocupação das margens, desenvolvimento de ações de educação ambiental voltadas à preservação e recuperação de matas ciliares, dentre outras.

Também merecem destaques outros programas de elaboração do "Plano de Águas Pluviais", de "Reestruturação do Sistema de Drenagem" (que tem o intuito de adequar a estrutura e o funcionamento institucional do poder público local) e do "Fortalecimento da Ocupação Urbana" (que busca a reestruturação da fiscalização do ordenamento urbano municipal com o intuito de inibir infrações urbanísticas e ambientais). Salienta-se que este conjunto de programas foi elaborado para um horizonte de 20 anos desde a elaboração do PMSB (2016-2036) e, tirando os custos com as equipes internas da própria Prefeitura, estima-se que sejam necessários R$ 1,03 milhão para sua implementação (VIANA, 2017).

Em relação a Fundão, a aspiração de adequar a estrutura e o funcionamento institucional de seu poder público no que tange a realização de uma gestão eficiente do sistema de drenagem existente trouxe a proposição de diversas linhas de atuação segundo seu PMSB. Para atender esta necessidade, destaca-se a proposição do "Programa de Reestruturação Gerencial e Operacional da Drenagem Urbana", que abrange ações de melhorias na fiscalização de seu ordenamento urbano; estratégias voltadas ao combate das principais infrações urbanísticas; implementação de rotinas de vistorias na rede de drenagem municipal com o intuito de identificar e planejar intervenções necessárias; capacitação dos gestores da temática; implementação de rotinas de manutenção preventiva e corretiva; articulação com a Secretaria de Meio Ambiente para que obras e estudos relativos à drenagem sejam incorporados como condicionantes de processos de licenciamento; dentre outras.

Além destas, cabe mencionar a aspiração de ampliar os espaços de participação pública no gerenciamento do sistema de drenagem do município, requalificando os instrumentos de participação social e sensibilizando a população sobre a importância de sua participação. Esta se refletiu como um projeto integrante do Programa supracitado, tendo como principais ações a instituição de "Gabinete de crise" voltado ao gerenciamento participativo em casos de inundações decorrentes de eventos climáticos extremos; a divulgação do Plano Municipal de Saneamento Básico; a prestação de contas sobre a execução do Plano Municipal de Águas Pluviais e do Plano Municipal de Saneamento Básico, com ênfase às ações realizadas; e a implementação de mecanismos de respostas individuais às denúncias efetuadas pelos munícipes, demonstrando como este comportamento contribuiu para minimizar problemas de drenagem. Os custos estimados pelo PMSB para a execução das ações de drenagem elencadas para Fundão totalizaram R$ 1,77 milhão.

Já o município de Cariacica apontou a execução de algumas obras consideradas como prioritárias em seu Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana. Dentre elas destacam-se a implantação seis de barragens de contenção de cheias (com custos estimados em R$ 14,3 milhões), a construção, ampliação, limpeza e desobstrução de galerias e canais em diversas bacias da cidade (R$ 169,2 milhões), além de processos de desapropriação e reassentamento de famílias residentes em áreas de preservação permanente de rios e córregos (R$ 43 milhões) e de pavimentação de vias urbanas (R$ 13,8 milhões) (CARIACICA, 2008).

Inclusive, tendo em vista as aspirações municipais de redução das inundações, melhoria da circulação e segurança pública, redução das doenças transmitidas por via hídrica atreladas aos alagamentos, diminuição dos danos ao patrimônio público e privado, necessidade de incentivo à instalação de atividades econômicas e a permissão para utilização de áreas saneadas voltadas ao lazer da população, a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) coordenou um projeto de macrodrenagem que abrangeu parte do município de Cariacica e zona urbana de Vila Velha ao norte do Rio Jucu.

Este Projeto de Drenagem Urbana Sustentável contemplou as bacias do Rio Marinho, Rio Aribiri, Canal da Costa, Canal Guaranhuns e Córrego Jardim de Alah (em Vila Velha) e do Córrego Campo Grande (em Cariacica), e sua elaboração contemplou de forma integrada as fragilidades destes sistemas. Dentre suas proposições, destacam-se ações de intervenções de limpeza e desobstrução do leito, margens do rio, canais e córregos; ampliação das calhas de drenagem; implantação de reservatórios e pôlderes para detenção e contenção de cheias; construção de estações elevatórias de drenagem; adequação das pontes existentes às novas seções dos canais; além de um projeto urbanístico (SEDURB, 2014).

Correlação destas análises com as áreas impermeáveis identificadas ao longo dos municípios;

O estudo de correlação das análises feitas com as áreas impermeáveis identificadas será conduzido na etapa M2 deste trabalho, uma vez que depende de documentos que ainda estão sendo levantados, bem como de processos de modelagem que ainda estão em elaboração.

3.3. QUALIDADE DA ÁGUA

Enquadramento dos corpos hídricos da RMGV

O enquadramento dos corpos d´água é o principal instrumento de planejamento entre os usos da água e o estabelecimento de medidas 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 da 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.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2009), o processo de enquadramento dos corpos hídricos deve considerar três aspectos principais, sendo eles:

- "O rio que temos", que representa a condição atual do corpo d´água e condiciona seus usos;
- "O rio que queremos", que representa a vontade da sociedade, expressa pelos usos atuais e futuros que ela deseja para os corpos d'água, geralmente sem considerar as limitações tecnológicas e de custos;
- "O rio que podemos ter", que representa uma visão mais realista, incorporando as limitações técnicas e econômicas existentes para tentar transformar o "rio que temos" no "rio que queremos".

Diante disto, a classe do enquadramento de um corpo d'água é definida em um pacto conjunto entre os múltiplos setores usuários. Esta deve proporcionar e permitir o uso múltiplo das águas, como o abastecimento doméstico, irrigação, recreação, navegação, lançamento de efluentes, dentre outros. Como em todo processo, percebe-se que os usos dos recursos hídricos são condicionados por padrões de qualidade. Desta forma, intervenções em ações de gestão e gerenciamento mais sofisticadas são fundamentais quando se desejam usos exigentes para esse recurso natural.

Sendo assim, as águas doces podem ser classificadas em cinco classes, sendo uma especial e outras classes de 1 a 4, conforme indicam a Figura 73 e Figura 74 adiante. Pela análise destas, nota-se que os usos muito nobres voltados à preservação do equilíbrio natural de comunidades aquáticas requerem enquadramentos exigentes (como a classe especial), enquanto usos menos ilustres, como a navegação, podem empregar uma ampla faixa de classes menos restritivas.

Figura 73 – Exigência de qualidade de água quanto às classes de enquadramento.



Fonte: ANA, 2013.

Figura 74 – Classes de qualidade da água e seus diferentes usos, segundo o que preconiza a Resolução CONAMA n.º 357/2005.

USOS DAS ÁGUAS DOCES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA				
	ESPECIAL	1	2	3	4
PRESERVAÇÃO DO EQUILÍBRIO NATURAL DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS	Mandatório em UC de Proteção Integral				
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS		Mandatório em Terras Indígenas			
RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO					
AQUICULTURA					
ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento conv. ou avançado	
RECREAÇÃO DE CONTATO SECUNDÁRIO					
PESCA					
IRRIGAÇÃO		Hotaliças consumidas cruas ou frutas ingeridas com película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins e campos de esporte	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS					
NAVEGAÇÃO					
HARMONIA PAISAGÍSTICA					

Fonte: ANA, 2013.

Considerando as simulações feitas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos para o enquadramento dos corpos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jucu, Santa Maria da Vitória, Benevente e Litoral Centro-Norte que drenam a Região Metropolitana da Grande Vitória,

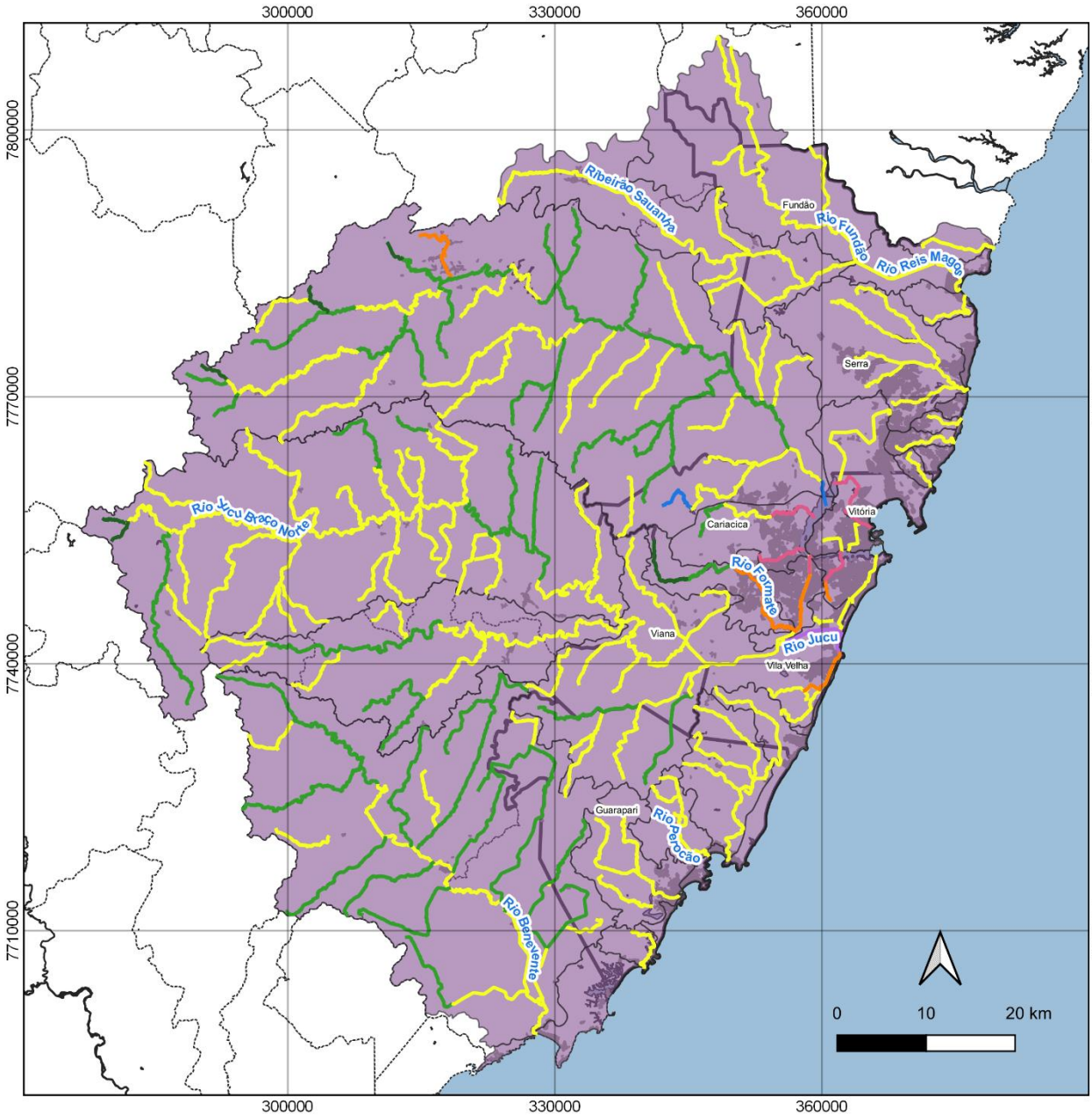
verifica-se que eles são predominantemente enquadrados nas Classe 1 ou 2. Isso se reflete como um desafio ao Estado, já que tais categorias requerem ações que garantam uma boa qualidade de suas águas, sobretudo devido aos principais usos permitidos para tais classes serem a proteção das comunidades aquáticas, irrigação, abastecimento para consumo humano, aquicultura, dentre outros.

Neste contexto, a Figura 75 ilustra o resultado deste processo de enquadramento para os corpos hídricos em estudo neste trabalho, tendo como base os Planos de Bacias das unidades em análise. Salienta-se, no entanto, que a porção do município de Guarapari que não está inserida na BH do Rio Benevente apresenta cursos hídricos que ainda não receberam um enquadramento oficial, assim como ocorre na RH Litoral Centro-Norte, cujo Plano de Bacias ainda se encontra em fase de elaboração. Deste modo, os cursos hídricos deste recorte serão aqui considerados como de Classe 2, conforme respalda o Art. 42° da Resolução CONAMA n.º 357/2005.

Sua simples análise confirma que, no momento da elaboração deste diagnóstico, a maioria dos corpos hídricos que compõem este Plano Diretor de Águas Urbanas estão enquadrados de fato nas Classes 1 e 2 para águas doces. Dito isto, cabe lembrar que, segundo o Art. 4° da Resolução supracitada, estas são entendidas como:

- 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, tais como natação, esqui aquático e mergulho, 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, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n.° 274/2000; 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 (BRASIL, 2005).

Figura 75 – Enquadramento dos corpos hídricos presentes nas BH em estudo na RMGV.



Legenda

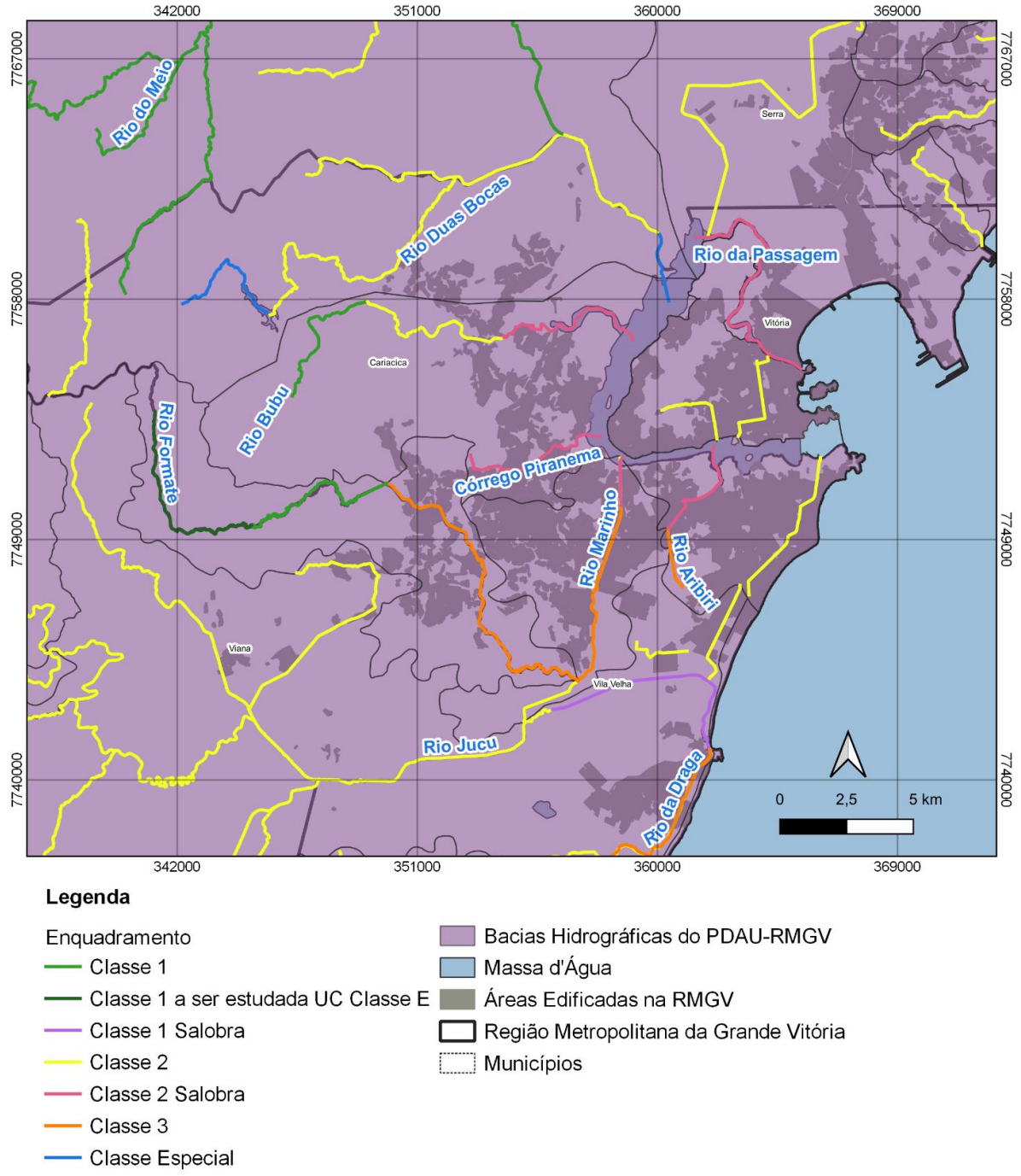
Enquadramento
- Classe 1
- Classe 1 a ser estudada UC Classe E
- Classe 1 Salobra
- Classe 2
- Classe 2 Salobra
- Classe 3
- Classe Especial

- Bacias Hidrográficas do PDAU-RMGV
- Massa d'Água
- Áreas Edificadas na RMGV
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Fonte: Adaptado de IEMA (2013, 2015a).

A Figura 76 abaixo enfatiza o enquadramento dos rios inseridos nos limites municipais da RMGV, com destaque à zona mais próxima à Baía de Vitória, onde encontram-se os exemplos de maior diferenciação de classes na área de estudo, bem como as zonas mais sensíveis deste PDAU.

Figura 76 – Enquadramento dos corpos hídricos mais próximos à região da Baía de Vitória.



Fonte: Adaptado de IEMA (2013, 2015a).

Considerando este extrato, verifica-se que o trecho a montante do Rio Duas Bocas, em Cariacica, foi enquadrado como Classe Especial, assim como ocorre com a porção do Rio Santa Maria da Vitória que deságua na Baía de Vitória. Segundo a Resolução CONAMA n.° 357/2005, tal classe engloba 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 (BRASIL, 2005).

Já em relação aos outros corpos hídricos que também chegam à Baía, como o Rio da Passagem (em Vitória), os Rios Marinho e Aribiri (em Vila Velha), e o Córrego Piranema e Rio Bubu (em Cariacica), foram tomados como Classe 2 Salobra. De acordo com o CONAMA, águas salobras desta categoria são aquelas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário. Cabe ressaltar que os Rios Marinho e Aribiri também possuem ao longo de sua extensão trechos enquadrados como de água doce Classe 3, isto é, aquelas voltadas 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 (BRASIL, 2005). Adicionalmente, a categoria de águas doces Classe 3 também ocorre no trecho a jusante do Rio Formate, em Cariacica (antes de seu encontro com o Marinho), e no Rio/Canal da Draga, no município de Vila Velha – além de um trecho do Rio São Luiz, ao noroeste da bacia do Rio Santa Maria da Vitória, perto da divisa entre Santa Maria de Jetibá e Santa Teresa (vide figura anterior).

Também ocorreu um caso de classificação de Classe 1 Salobra nesta região. Tal enquadramento abrange águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA n.° 274/2000; à proteção das comunidades aquáticas; e à aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005). Esta foi verifica no trecho a jusante do Rio Jucu, em Vila Velha.

Por fim, a porção a montante do Rio Formate (na divisa entre Cariacica e Viana) foi enquadrada como água doce Classe 1, mas com um destaque de “a ser estudada UC Classe E”. Segundo o Planos das bacias estudadas, tal classificação remete a uma deliberação feita para a recomendação de estudos para que sejam implantadas Unidades de Conservação (UC) ao longo destes trechos. Isso ainda deixa em aberto a possibilidade de um posterior enquadramento destes corpos hídricos em Classe Especial (IEMA, 2015a). Outros casos deste tipo de enquadramento ocorrem à montante das BH do Rio Jucu e do Rio Santa Maria da Vitória.

Análise do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Tendo em vista as constatações já feitas neste trabalho acerca das grandes demandas hídricas voltadas ao abastecimento público na Região Metropolitana da Grande Vitória, é importante que seja conduzida uma análise acerca da qualidade da água disponível. Para tanto, a ANA recomenda o Índice de Qualidade das Águas (IQA) como o principal indicador qualitativo no país para estudos desta natureza. Seu 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. São eles: Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Totais, Demanda bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Turbidez (ANA, 2009). Seus resultados devem ser interpretados de acordo com a Quadro 37 abaixo.

Quadro 37 – 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, 2020.

Para o levantamento desta gama de parâmetros, foram então levantadas as estações de monitoramento operadas pela AGERH no Espírito Santo, de modo que foram identificadas 41 unidades na ativas área de abrangência do PDAU. Assim sendo, no Quadro 38 encontra-se um extrato das informações referentes a cada uma destas, com destaque ao enquadramento do trecho do corpo hídrico em que se localizam. Ademais, a Figura 77 apresenta a espacialização destas.

Quadro 38 – Estações de monitoramento da qualidade da água operadas pela AGERH.

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
JUC2C015	Jucu	Rio Jucu Braço Norte	Classe 1	Domingos Martins	284834	7746726	Na ponte na BR262 próximo ao trevo da fazenda do Estado.
JUC2C001	Jucu	Rio Jucu Braço Norte	Classe 1	Domingos Martins	327063	7752627	Sob a ponte, próxima à cascata do Galo em Domingos Martins.
JUC2E010	Jucu	Rio Jucu Braço Norte	Classe 2	Viana	337254	7746195	Sob a ponte na BR-262 (Viana)
JUC2C005	Jucu	Rio Jucu Braço Sul	Classe 2	Marechal Floriano	324560	7742084	Sob a ponte da BR 262 na saída de Marechal Floriano.
JUC2C008	Jucu	Rio Jucu Braço Sul	Classe 2	Marechal Floriano	325599	7742538	Sob a ponte de estrutura metálica em Marechal Floriano.
JUC2C009	Jucu	Rio Jucu Braço Sul	Classe 2	Domingos Martins	335391	7744517	Sobre a ponte próximo à Usina Jucu em Domingos Martins.
JUC1E025	Jucu	Rio Jucu	Classe 2	Viana	347853	7739982	Calha principal, sob a ponte na BR-101.
FOR1C001	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	350789	7750414	Ponte de pedestres entre Marcílio de Noronha e Piranema.
FOR1E008	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	352573	7749322	Sob a ponte na divisa de Cariacica e Viana (BR-262)

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
FOR1C010	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	352995	7748772	Na divisa dos bairros São Francisco e Vila Betânia.
FOR1C012	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	353430	7746783	2 km a jusante do ponto FOR1C010.
FOR1C015	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	357005	7743714	No ponto final do ônibus Caçaroca.
MAR1C010	Jucu	Rio Marinho	Classe 3	Vila Velha	358216	7748705	Na ponte sobre o rio próximo ao Bairro Rio Marinho.
ARI1C001	Jucu	Rio Aribiri	Classe 3	Vila Velha	360405	7749166	No bairro Santa Rita, sobre a ponte da rua Paraíba.
MAR1C020	Jucu	Rio Marinho	Classe 2 Salobra	Vila Velha	358614	7751144	Sob a ponte do camelo em São Torquato.
ITG1C002	Jucu	Córrego Piranema	Classe 2 Salobra	Cariacica	357242	7752904	Ponte Preta na estrada da Maré
SMV1C001	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 2	Santa Maria de Jetibá	315473	7781847	Na ponte sobre o rio, próximo à antiga EMATER.
SMV1C003	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Maria de Jetibá	319119	7783324	Na ponte sobre o rio, na entrada de Santa Maria de Jetibá.

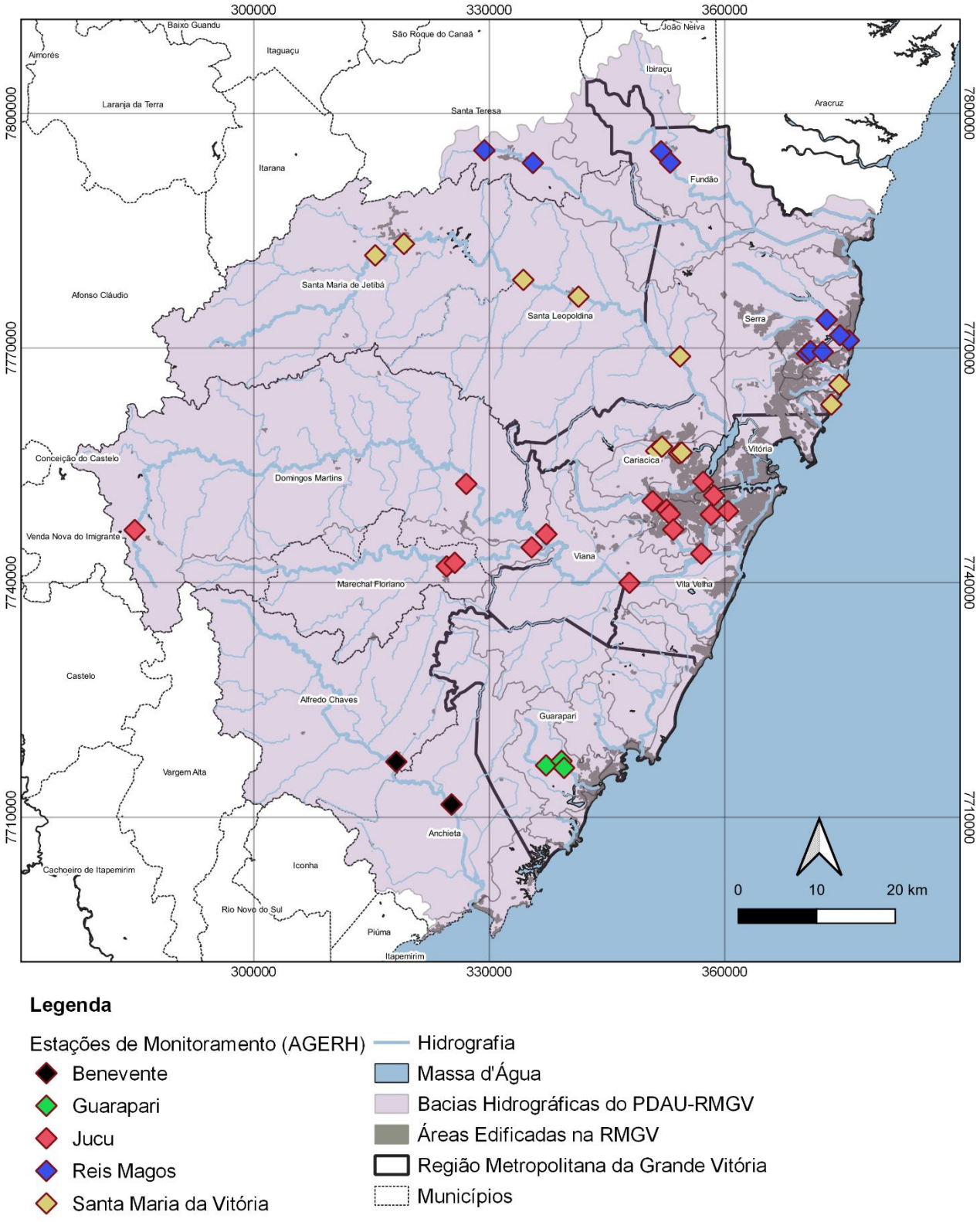
Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
SMV1C007	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Leopoldina	334334	7778715	Na ponte sobre a Represa Suíça.
SMV1D015	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Leopoldina	341361	7776566	Na entrada de Santa Leopoldina.
SMV1C020	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Leopoldina	354287	7768930	Sobre a ponte do trilho em Aroaba.
BUB1C001	Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Classe 2	Cariacica	351255	7756838	Sob a ponte acima do IESBEM Agrícola.
BUB2C005	Santa Maria da Vitória	Córrego Areinha	Classe 2	Cariacica	351982	7757398	Entre o IESBEM e a Escola Agrícola, no córrego Areinha.
BUB1C010	Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Classe 2 Salobra	Cariacica	354183	7756531	Sob a ponte na rodovia José Sette.
MAN1C001	Santa Maria da Vitória	Córrego Manguinhos	Classe 2	Serra	374590	7765325	Na ponte da Rodovia Bicanga/Manguinhos.
CAP1L006	Santa Maria da Vitória	Lagoa Carapebus	Classe 2	Serra	373564	7762772	Na saída da lagoa.

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
BEN1C005	Benevente	Rio Benevente	Classe 2	Alfredo Chaves	318146	7717106	Atrás do DPM em Alfredo Chaves.
BEN1C010	Benevente	Rio Benevente	Classe 2	Anchieta	325186	7711644	Na localidade de Jabaquara, sob a ponte velha na BR-101.
JAB1C005	Guarapari	Rio Jabuti	Classe 2	Guarapari	337224	7716636	Na estação fluviométrica da SEAMA.
JAB2E010	Guarapari	Rio Conceição	Classe 2	Guarapari	339198	7717208	Na ponte sobre o rio Conceição, BR-101.
JAB1C015	Guarapari	Rio Jabuti	Classe 2	Guarapari	339519	7716325	Na ponte sobre o rio na rod do Contorno em Guarapari.
RMA2C010	Reis Magos	Rio Fundão	Classe 2	Fundão	351870	7795144	A montante da cidade de Fundão.
RMA2D015	Reis Magos	Rio Fundão	Classe 2	Fundão	353034	7793715	A jusante da cidade de Fundão.
LJU1L001	Reis Magos	Lagoa Juara	Classe 2	Serra	372962	7773615	Margem esquerda, a 70 m para o meio da lagoa.
JAC2C005	Reis Magos	Rio Jacaraípe	Classe 2	Serra	374649	7771635	Efluente da lagoa Juara. Sob a ponte na Estrada Jacaraípe.
LJA1L001	Reis Magos	Lagoa Jacuném	Classe 2	Serra	370485	7769280	Atrás do Clube Barcelona.

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
LJA1L010	Reis Magos	Lagoa Jacuném	Classe 2	Serra	370901	7769615	Antiga captação da CESAN.
LJA1L020	Reis Magos	Lagoa Jacuném	Classe 2	Serra	372469	7769516	No cais do condomínio Ecológico Parque da Lagoa.
JAC2C001	Reis Magos	Rio Jacaraípe	Classe 2	Serra	375803	7770979	Efluente da lagoa Jacuném. Sob a ponte na Estrada Jacaraípe.
RMA2C001	Reis Magos	Rio Timbuí	Classe 2	Santa Teresa	329361	7795273	A montante da cidade de Santa Teresa, na fazenda Cachoeirinha Alta, Km 04.
RMA2C005	Reis Magos	Rio Timbuí	Classe 2	Santa Teresa	335553	7793671	Na ponte sobre o rio, a jusante da cidade de Santa Teresa.

Fonte: AGERH, 2020b.

Figura 77 – Espacialização das estações de monitoramento da qualidade de água.



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

De maneira geral, tais estações detêm informações periódicas de aferição destes parâmetros no período de 2007 a 2020. Isso contribuiu com o cálculo do IQA anual histórico de cada uma delas, conforme foi expresso na Quadro 39 abaixo.

Quadro 39 – IQA por estação entre 2007 e 2020, com destaque à média geral e seu desvio padrão.

Bacia	Estação	IQA Médio Anual															
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média	Desv.Pad.
Jucu	JUC2E001	70,5	70,3	61,0	60,5	-	54,2	59,5	63,7	69,9	71,8	62,6	68,7	72,6	57,3	64,8	6,1
	JUC2E005	61,7	64,6	62,1	61,8	-	54,2	62,1	59,8	63,4	61,0	54,9	58,3	60,3	64,3	60,6	3,2
	JUC2E008	60,7	54,2	57,5	51,0	-	47,1	56,2	56,4	53,2	54,4	53,6	53,8	57,5	45,9	54,0	4,1
	JUC2C009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,8	64,9	63,2	64,9	47,7	62,3	8,6
	JUC2E010	73,3	69,8	63,0	62,1	60,3	71,5	65,4	64,3	68,1	64,1	61,4	69,0	73,8	62,5	66,3	4,5
	JUC1E025	72,2	67,4	57,2	66,1	67,8	52,6	59,9	63,6	66,9	66,4	66,2	60,9	63,1	59,7	63,6	5,1
	JUC2C015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,7	63,6	65,1	69,1	75,3	66,3	6,2
	ITG1C002	12,5	14,1	21,6	14,7	26,0	24,0	22,3	30,7	17,5	16,1	21,1	17,4	35,0	35,0	22,0	7,4
	ARI1C001	13,6	13,9	18,3	16,2	25,7	21,1	17,2	14,8	15,9	13,5	20,2	19,2	22,1	15,0	17,6	3,6
	MAR1C010	17,8	19,9	20,8	16,4	22,8	24,3	21,5	29,4	17,3	21,8	21,9	27,9	34,6	25,7	23,0	5,0
	MAR1C020	18,7	19,4	23,5	15,1	22,9	25,3	20,4	24,1	19,3	20,6	22,1	24,7	30,9	30,9	22,7	4,4
	FOR1C001	53,2	60,3	58,8	66,0	61,9	63,3	58,7	68,9	35,7	52,1	51,8	63,4	71,1	60,5	59,0	8,9
	FOR1E008	32,7	44,6	41,9	38,4	51,3	57,1	50,1	54,5	25,4	31,4	35,4	53,3	57,7	86,0	47,1	15,2
	FOR1C010	37,9	44,3	44,0	36,7	48,6	52,3	51,9	53,8	28,6	38,7	31,2	51,8	52,1	58,7	45,0	9,2
	FOR1C012	25,1	32,7	34,2	29,0	46,7	48,3	40,1	44,6	25,4	27,6	29,3	45,3	49,2	76,7	39,6	13,9
	FOR1C015	38,7	43,0	44,5	40,3	51,2	53,5	44,8	52,5	-	35,0	35,3	50,1	52,9	65,8	46,7	8,7
Santa Maria da Vitória	SMV1C001	63,8	65,2	60,3	58,2	64,6	60,4	64,9	69,5	-	47,2	56,2	65,5	64,7	88,1	63,7	9,2
	SMV1C003	61,4	60,0	55,8	51,5	52,4	57,0	65,3	68,9	-	52,9	47,6	46,7	57,9	44,2	55,5	7,3
	SMV1C007	70,6	66,8	64,3	67,8	64,7	63,7	75,4	68,6	-	60,7	56,1	68,6	73,6	84,2	68,1	7,0
	SMV1D015	61,9	59,1	55,9	64,6	65,3	61,1	47,9	64,7	-	59,7	65,6	62,7	65,6	70,3	61,9	5,6
	SMV1C020	71,0	68,9	51,9	61,5	72,5	63,3	65,4	68,2	-	57,7	53,0	68,1	67,0	84,3	65,6	8,6
	BUB1C001	75,9	70,5	67,1	64,1	59,0	68,0	63,9	71,9	70,4	64,4	68,9	63,2	74,8	69,7	68,0	4,7
	BUB2C005	51,8	48,2	61,8	40,3	71,2	56,4	51,8	53,4	44,2	28,7	42,7	54,3	58,2	-	51,0	10,6
	BUB1C010	32,0	47,8	45,4	33,1	62,9	51,4	40,1	54,1	37,5	27,4	36,5	49,2	41,1	48,2	43,3	9,7
	MAN1C001	40,9	39,9	37,5	42,3	58,3	47,6	53,4	52,0	-	38,4	42,3	54,5	46,2	43,9	45,9	6,7
	CAP1L006	59,3	69,2	66,7	63,8	55,4	55,6	66,9	59,9	-	50,1	46,5	50,8	54,6	53,6	57,9	7,1
Benevente	BEN1C010	56,1	65,4	66,3	66,5	67,9	60,5	70,9	58,9	72,4	63,3	52,1	61,8	68,6	53,8	63,2	6,3
	BEN1C005	57,0	61,4	62,3	63,6	63,1	55,6	66,0	60,6	62,9	55,7	59,2	60,2	67,5	51,6	60,5	4,3

Bacia	Estação	IQA Médio Anual															
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média	Desv.Pad.
Guarapari	JAB2E015	61,6	71,3	70,8	64,5	76,0	63,0	69,6	68,8	62,7	66,4	66,3	65,9	69,0	68,8	67,5	3,9
	JAB2E010	67,6	74,8	70,7	73,2	73,6	73,0	74,3	73,0	69,1	76,5	77,1	69,9	75,4	71,9	72,8	2,8
	JAB1C005	69,2	73,0	71,0	67,3	76,1	69,2	76,1	71,8	71,9	74,9	62,6	66,3	75,7	66,2	70,8	4,2
Reis Magos	RMA2C001	64,8	57,7	65,6	60,9	66,1	56,6	61,8	64,9	54,7	55,5	67,5	57,7	69,1	65,3	62,0	4,8
	RMA2C005	42,4	31,2	42,8	44,2	50,4	46,2	47,0	57,1	41,6	23,4	42,4	47,5	46,3	46,1	43,5	8,1
	RMA2C010	71,7	59,4	66,9	67,5	67,4	65,7	68,6	66,9	62,9	58,0	71,1	66,2	81,2	44,1	65,5	8,3
	RMA2D015	63,9	52,2	53,1	56,6	62,6	61,4	61,6	58,5	51,4	45,4	51,6	58,9	62,5	39,9	55,7	7,1
	LJA1L001	52,9	53,6	33,9	45,4	72,5	40,9	67,4	52,7	-	-	27,8	52,7	54,3	-	50,4	13,1
	LJA1L010	70,9	61,6	66,4	52,8	59,0	41,8	64,4	54,1	-	44,5	35,2	58,5	55,6	-	55,4	10,6
	LJA1L020	65,6	67,0	72,3	62,0	71,1	69,6	75,1	78,3	-	41,5	39,4	57,7	48,5	64,3	62,5	12,4
	LJU1L001	45,5	67,5	61,4	58,1	62,9	67,0	66,1	72,9	-	47,2	42,9	45,4	34,0	43,6	54,9	12,3
	JAC2C001	56,5	50,3	53,8	56,3	58,3	61,2	58,9	66,6	-	34,8	42,6	51,8	43,5	58,2	53,3	8,7
	JAC2C005	51,9	46,5	53,1	57,1	55,4	52,0	48,6	67,1	-	55,3	48,0	53,5	49,6	55,6	53,4	5,3

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Interpretando estes resultados em termos de bacia hidrográfica, percebe-se que as bacias do Benevente e Guarapari apresentaram índices classificados como “bons” para todas as suas estações, atingindo valores médios gerais entre 60,5 e 63,2, bem como 67,5 e 72,8 no período, respectivamente.

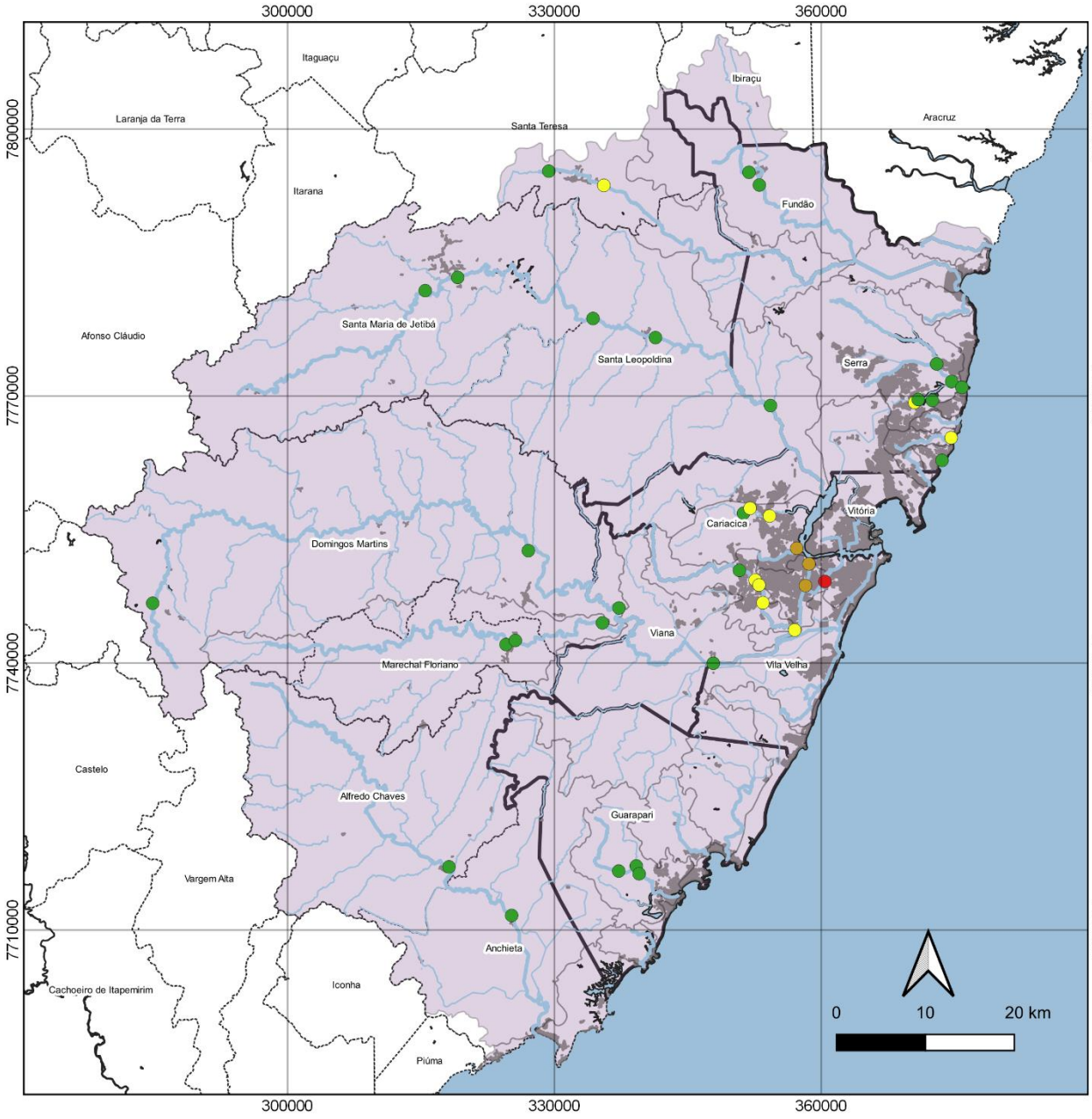
Já a BH do Rei Magos teve em média “bons” resultados, com exceção de alguns pontos “razoáveis” e “péssimos” na região das lagoas do município de Serra. No entanto, os resultados mais preocupantes desta estão no trecho da estação RMA2C005, que registrou IQAs “razoáveis” (41,6 a 50,4) e por vezes “ruins” (23,4 e 31,2) ao longo de todo o período de 2007 a 2020. Ressalta-se que esta se localiza a jusante do centro urbano de Santa Teresa, o que, por sua vez, indica uma expressiva contaminação sanitária, sobretudo considerando que a estação a montante desta cidade (RMA2C001) detém “bons” resultados para todos os anos (todos entre 54,7 a 69,1).

Na BH do Rio Santa Maria da Vitória, os IQAs calculados indicam uma condição predominante “boa” de seus corpos hídricos (55,5 a 68,1). O trecho mais frágil da bacia no quesito qualidade da água está no Rio Bubu, situado no centro urbano de Cariacica, onde foram calculados índices em média “razoáveis” (37,5 a 48,2), com a ocorrência de alguns casos “ruins” (sobretudo na estação BUB1C010, que registrou IQAs anuais entre 27,4 e 32,0 em alguns anos). Outro ponto da RMGV que merece destaque é a região do Córrego Manguinhos, na zona urbana do litoral de Serra, que apresentou aferições em média “razoáveis” (com índices de 37,5 a 47,6).

Já na BH do Rio Jucu, seus índices assumiram um comportamento avaliado como “bom” para as estações localizadas a montante, em Domingo Martins, Marechal Floriano e Viana (com valores gerais entre 54,0 a 66,3). Entretanto, as análises à RMGV revelaram seus valores mais preocupantes, estando esses variando entre “ruins” (em média 22,6) e “péssimos” (17,6). Sua zona mais delicada é a dos Rios Marinho, Aribiri, Itanguá/Córrego Piranema e Formate, todas zonas notórias por serem zonas densamente habitadas, com casos de ocupações irregulares e lançamento de esgoto *in natura* nos corpos hídricos.

Tendo em vista essa análise, a Figura 78 adiante apresenta uma espacialização dos resultados médios gerais para cada estação em estudo, enquanto a Figura 79 faz uma aproximação da região mais próxima à Baía de Vitória, onde foram calculados os IQAs mais preocupantes.

Figura 78 – Espacialização dos resultados médios gerais do IQA para o período de estudo.



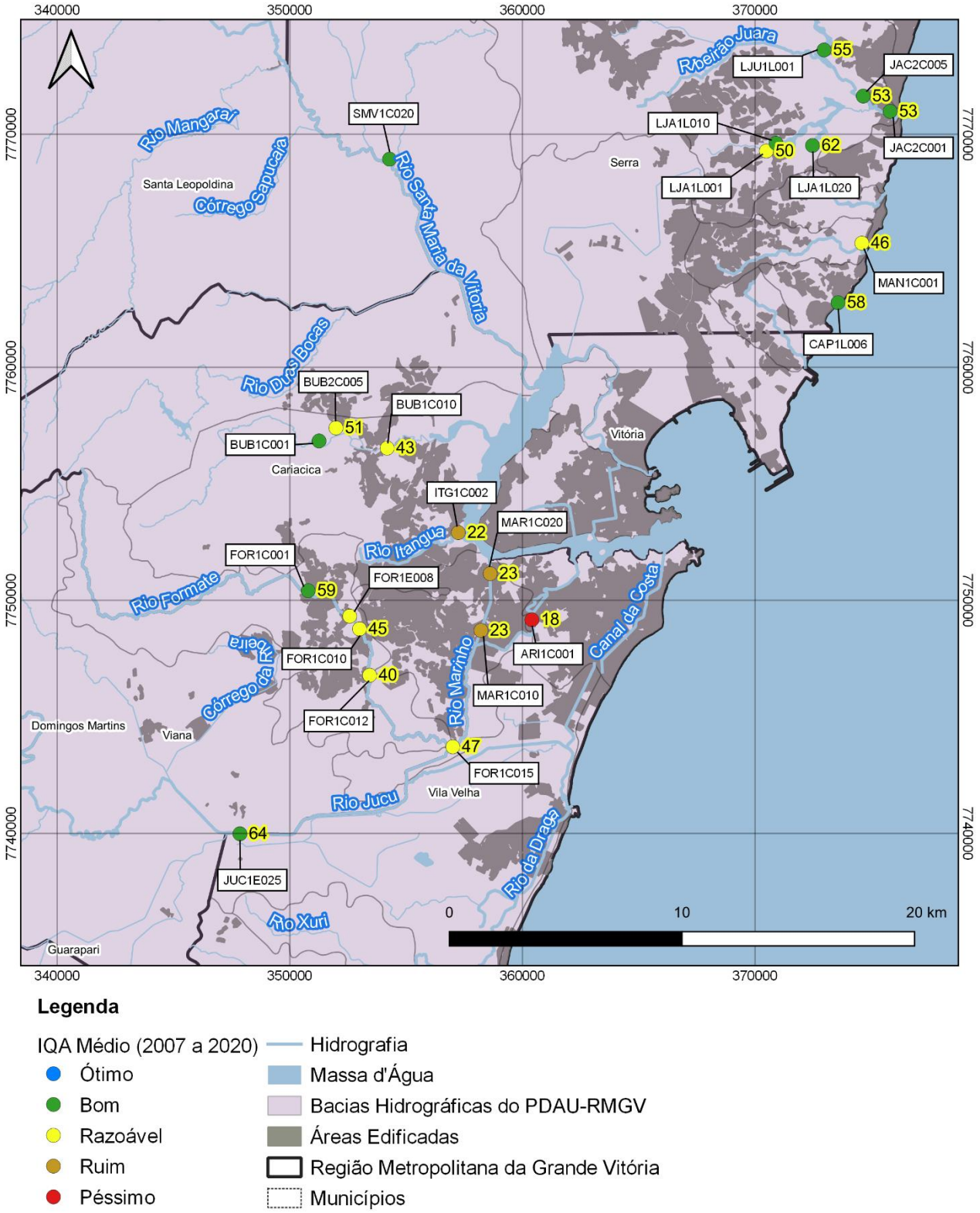
Legenda

IQA Médio (2007 a 2020)
- Ótimo
- Bom
- Razoável
- Ruim
- Péssimo

- Hidrografia
- Massa d'Água
- Bacias Hidrográficas do PDAU-RMGV
- Áreas Edificadas na RMGV
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 79 – Espacialização dos resultados médios gerais do IQA referente ao período de 2007 a 2020 para as regiões a jusante das BH dos Rios Jucu e Santa Maria da Vitória.



Legenda

IQA Médio (2007 a 2020)
- Ótimo
- Bom
- Razoável
- Ruim
- Péssimo

- Hidrografia
- Massa d'Água
- Bacias Hidrográficas do PDAU-RMGV
- Áreas Edificadas
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água

Visto a interpretação dos Índices de Qualidade da Água calculados para a RMGV, percebe-se que as zonas mais delicadas da região de abrangência deste estudo se encontram nos limites das BH dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. Diante disto, optou-se pela condução de uma análise individual de alguns dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos monitorados pela AGERH para que sejam melhor compreendidos os índices discutidos anteriormente.

Prosseguiu-se então com uma análise a nível dos parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Totais, Turbidez, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes em estudo pelas estações destas bacias. Seus dados brutos foram trabalhados a nível anual, de modo que a discussão a seguir será conduzida em termos de concentrações médias anuais para cada estação, bem como a média geral para cada uma delas no período de 2007 a 2020.

Ressalta-se, ainda, que os resultados obtidos foram analisados com base nos limites e padrões legais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), levando em consideração o enquadramento referente ao trecho representado por cada estação, conforme exposto anteriormente.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO2/L)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um parâmetro que expressa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica para uma forma inorgânica estável por meio da decomposição microbiana aeróbia. Níveis elevados desse indicador apontam para uma quantidade de matéria orgânica acima do qual o corpo d'agua pode suportar, acarretando em problemas como cor, turbidez e odor (CETESB, 2009).

Diante disto, a Quadro 40 expressa os resultados médios anuais do parâmetro DBO para estações da BH Rio Santa Maria da Vitória. Já a Figura 80 ilustra a espacialização do comportamento médio geral deste parâmetro ao longo do período de 2007 a 2020 para cada estação amostral.

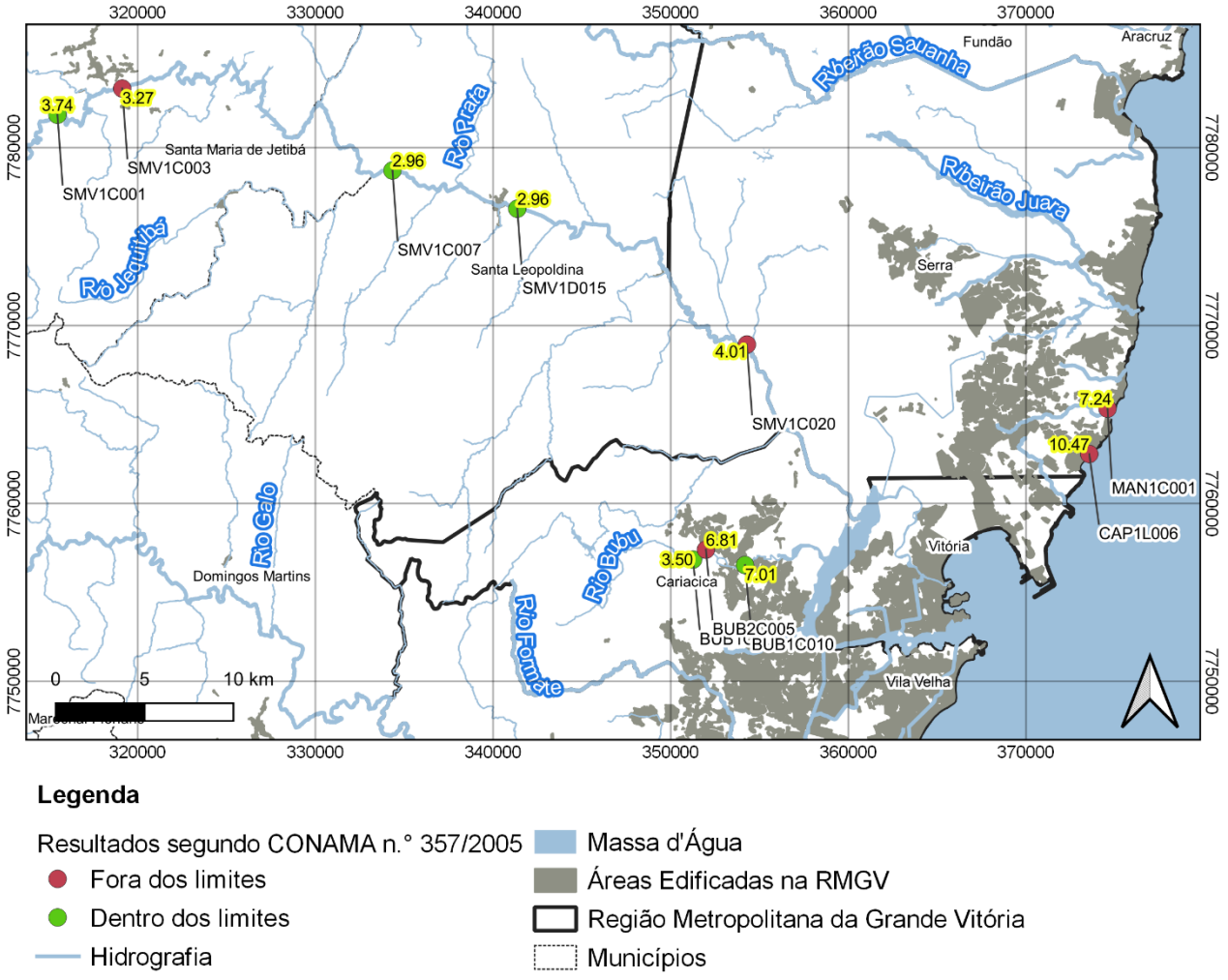
Quadro 40 – Resultados médios anuais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO2/L)

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
Enquad.	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2 Salobra	Classe 2	Classe 2
Limites	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	-	5,00	5,00
2007	2,00	2,00	3,05	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,05	5,82
2008	5,20	4,96	4,18	5,05	4,92	4,15	4,52	4,11	9,03	18,18
2009	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,97	3,90	6,03	14,76
2010	3,00	3,00	3,00	3,00	4,75	3,07	3,00	2,50	5,59	8,56
2011	5,50	5,50	5,50	3,50	4,50	3,00	4,61	6,50	6,11	15,41
2012	-	-	-	-	-	3,00	3,00	5,24	-	-
2013	3,00	4,13	3,25	3,05	3,00	3,00	3,60	3,75	3,78	20,90
2014	3,13	3,00	3,00	3,00	3,00	3,20	4,00	4,25	4,00	7,25
2015	2,75	3,13	2,84	3,00	2,89	5,03	13,75	14,86	10,09	16,10

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
2016	2,48	4,82	3,11	3,38	5,80	12,50	12,13	10,12	12,29	9,02
2017	11,55	3,38	2,62	4,03	11,80	3,94	22,86	20,20	11,12	4,89
2018	1,68	2,45	1,40	1,73	1,60	3,30	4,13	4,58	5,43	4,10
2019	2,96	2,51	1,98	1,78	2,70	3,25	4,25	5,40	10,45	4,28
2020	1,00	1,57	1,97	1,20	0,00	1,00	2,13	5,37	6,10	5,70
Média	3,74	3,27	2,96	2,96	4,01	3,50	6,81	7,01	7,24	10,47
Desv. Pad.	2,57	1,14	0,98	1,00	2,73	2,57	5,73	4,93	3,05	5,64
Méd. Seco	4,00	3,10	2,78	3,00	4,20	3,83	8,80	8,56	7,19	9,03
Méd. Úmido	3,42	3,50	3,19	2,90	3,76	2,99	3,53	4,58	7,31	12,39

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 80 – Resultados médios gerais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO_2/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Tratando-se dos resultados médios gerais ao longo da calha do Rio Santa Maria da vitória, percebe-se que as estações SMV1C003 e SMV1C020 são as que detêm os valores de DBO que geralmente estão em desacordo com os limites legais do CONAMA. Na primeira, inclusive, destaca-se a carga orgânica que esta recebe do Rio São Luiz (corpo hídrico enquadrado como de Classe 3), que drena o centro urbano de Santa Maria de Jetibá. Apesar disso, percebe-se que suas concentrações não estão tão distantes dos limites de 3,00 mgO_2/L estabelecido para águas doces de Classe 1.

Os resultados mais destoantes, no entanto, situam-se fora do traçado SMV. Estes ocorrem nas estações MAN1C001 e CAP1L006, situadas no município de Serra, especificamente no Córrego Manguinhos e na Lagoa Carapebus, respectivamente. Devido à carga orgânica que estas estão

submetidas por estarem localizadas no centro urbano com altos índices de adensamento populacional lhes garantiram valores médios de DBO de 10,47 e 7,24 mgO_2/L, sendo que o limite à qual estão submetidas é de 5,00 mgO_2/L (águas doces Classe 2).

Já na BH do Rio Jucu, o Quadro 41 expõe seus resultados a nível anual, enquanto a Figura 81 ilustra os valores médios gerais do período.

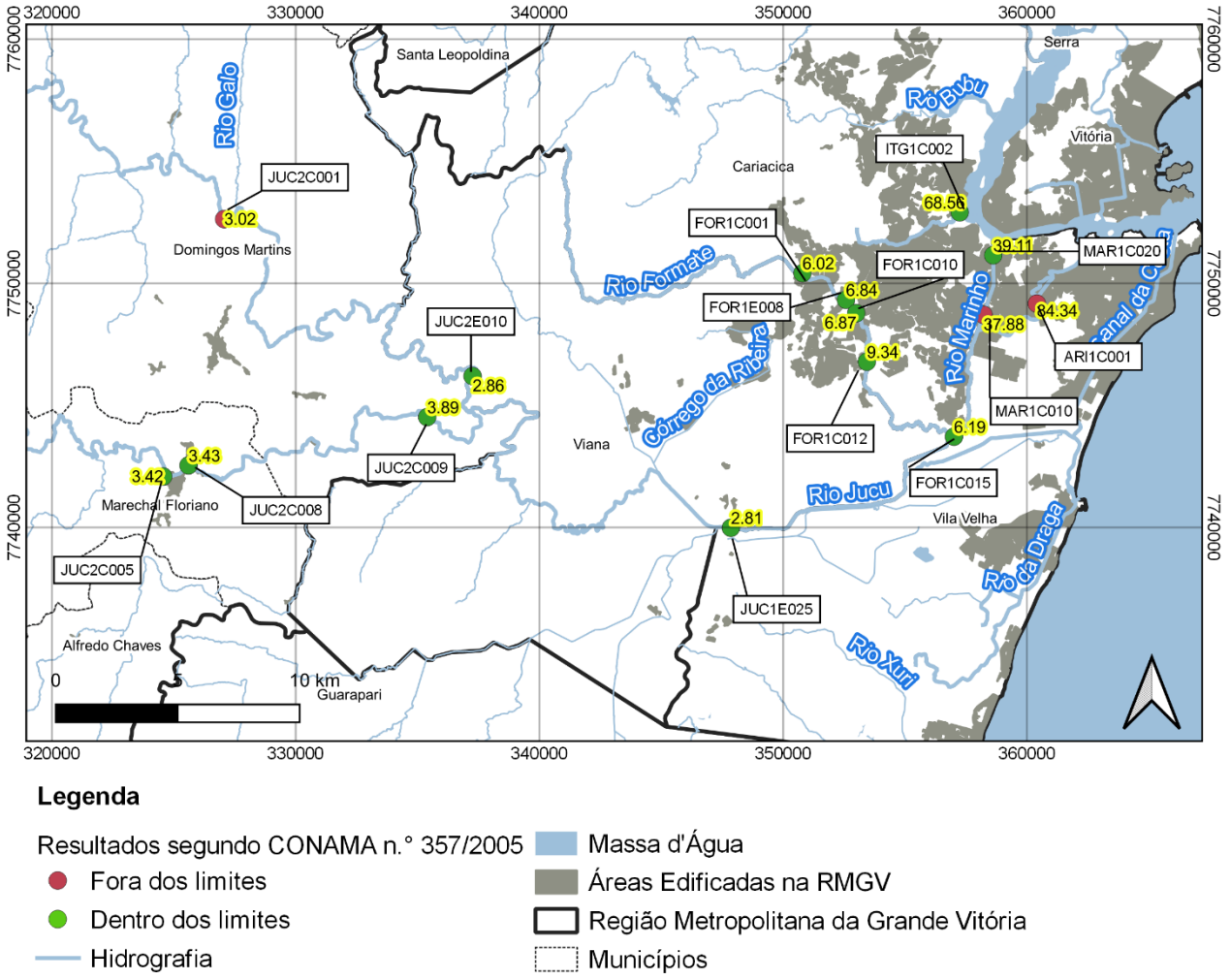
Quadro 41 – Resultados médios anuais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO2/L)

Estação	JUC2C001	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
Enquad.	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2 Salobra	Classe 2 Salobra
Limites	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	-	-
2007	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	7,54	43,63	7,58	10,14
2008	3,00	3,00	3,00	3,00	6,13	3,00	9,16	6,38	6,21	6,19	8,37	4,23	57,58	6,26	7,69
2009	3,24	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	20,32	3,73	4,32	4,74	4,00	16,90	109,37	22,31	104,75
2010	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	11,02	12,17	16,37	3,00	30,95	52,42	35,18	19,77
2011	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	9,50	10,00	5,50	14,00	8,00	21,64	66,72	29,85	55,14
2012	4,00	4,50	3,00	3,00	-	3,00	3,00	4,00	6,00	7,30	-	34,00	165,00	30,00	48,00
2013	6,15	5,35	5,90	6,78	-	5,50	3,25	4,25	6,25	5,78	5,10	17,65	96,25	18,25	21,65
2014	3,00	3,50	3,00	4,00	-	3,50	4,30	4,63	5,50	6,90	5,50	24,75	83,25	29,50	40,50

Estação	JUC2C001	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
2015	2,74	1,72	2,15	3,10	-	1,62	2,74	7,98	7,64	7,65	8,35	30,73	43,20	21,34	33,98
2016	2,50	1,83	-	-	-	1,78	1,63	3,78	3,43	3,57	3,97	90,00	47,30	141,00	44,30
2017	4,08	3,84	4,63	4,29	-	3,23	7,03	9,70	9,56	13,94	7,48	26,80	68,95	41,95	67,48
2018	0,88	1,85	1,63	2,05	-	1,90	2,50	5,28	5,40	8,50	5,00	82,57	132,00	79,33	156,57
2019	1,75	1,40	1,50	2,81	-	1,78	5,60	8,64	9,02	12,71	9,97	114,08	159,25	75,93	179,43
2020	0,82	1,65	7,67	2,10	-	1,70	3,65	13,45	9,20	23,55	6,50	27,50	53,33	33,50	101,33
Média	3,02	2,86	3,42	3,43	3,89	2,81	6,02	6,84	6,87	9,34	6,19	37,88	84,34	39,11	68,56
Desv. Pad.	1,31	1,14	1,69	1,21	1,42	1,01	4,76	3,26	2,60	5,67	2,30	31,85	40,64	34,58	51,39
Méd. Seco	2,41	2,60	2,70	3,15	3,00	2,55	5,09	8,24	8,05	10,38	6,72	50,02	105,99	42,50	87,29
Méd. Úmido	3,65	3,14	4,25	3,77	4,28	3,10	7,50	4,84	5,11	7,87	5,45	22,53	56,99	34,63	43,59

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 81 – Resultados médios gerais de DBO no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO_2/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Analisando o que foi disposto acima, percebe-se que as estações desta bacia de forma geral apresentam resultados dentro dos limites ao longo dos anos, com algumas eventuais exceções. Entretanto, as zonas mais preocupantes no quesito DBO são os trechos de Classe 3 do Rio Marinho (em MAR1C010, na divisa de Cariacica de Vila Velha) e do Rio Aribiri (em Vila Velha, na estação ARI1C001), ambos com 37,88 e 84,34 mgO_2/L, respectivamente. Conforme discutido anteriormente, este é um trecho notoriamente problemático na dinâmica urbana da RMGV, com uma gama de agravantes em termos de saneamento, ocupação e mais. Além disso, estes são cursos hídricos popularmente chamados de valões e notoriamente conhecidos por receber uma

quantidade significativa de despejos sanitários diários, o que, neste caso, contribui com tais índices de DBO.

Também merece a porção do Rio Marinho que deságua na Baía de Vitória (MAR1C020) que, embora seja enquadrada como Classe 1 Salobra, apresentou um comportamento elevado para DBO ao longo dos anos (chegando a uma média geral de 39,11 mgO_2/L). O mesmo cenário ocorre com a estação do ITG1C002, no Rio Itanguá/Córrego Piranema, em Cariacica, que registrou 68,56 mgO_2/L.

Oxigênio Dissolvido (mg O2/L)

A concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) nos corpos hídricos se trata de um dos indicadores mais importantes na análise qualitativa de águas superficiais, visto sua essencial importância para a sobrevivência de seres aeróbios, além da manutenção dos processos de degradação e ciclagem de materiais (BRASIL, 2014).

Analogamente ao estudo da DBO, o Quadro 42 contém um levantamento anual dos resultados de Oxigênio Dissolvido na BH do Rio Santa Maria da Vitória, enquanto a Figura 82 ilustra seus resultados médios geral nas estações contempladas.

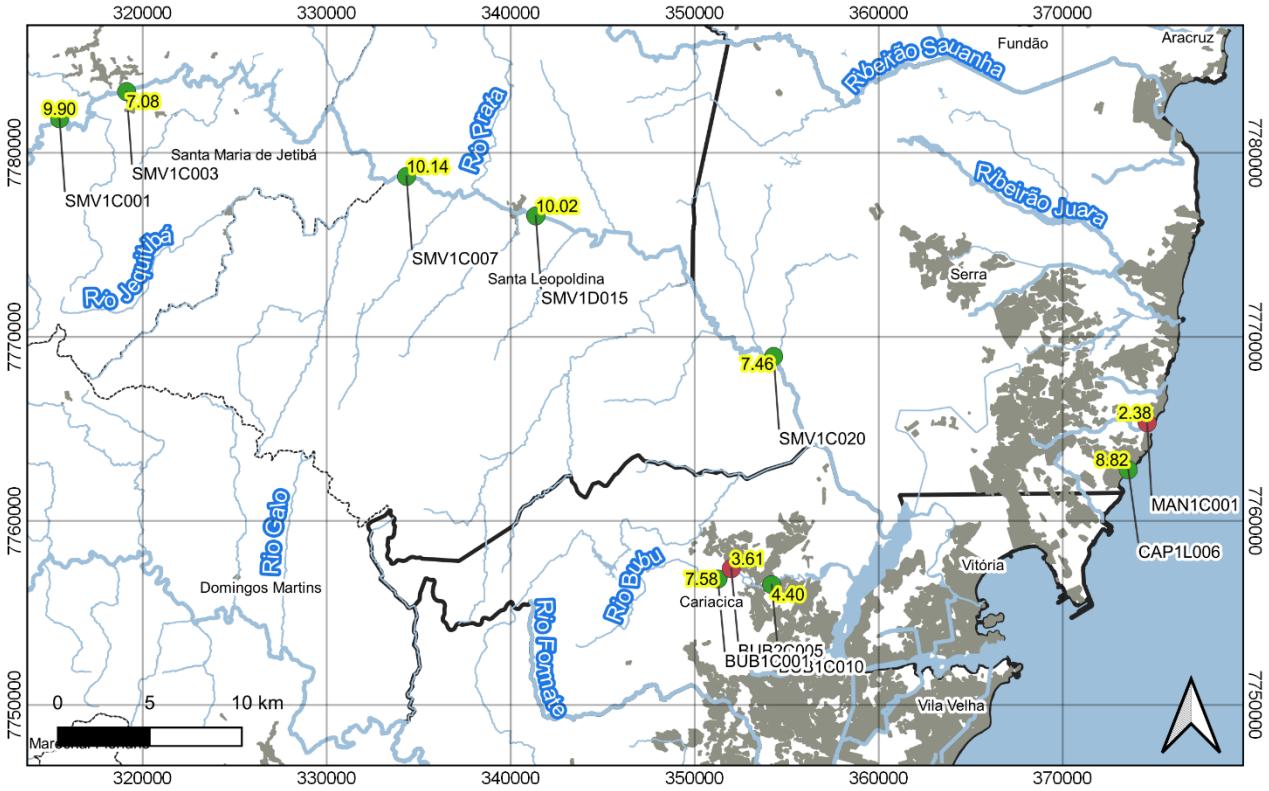
Quadro 42 – Resultados médios anuais de OD no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO2/L)

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
Enquad.	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2 Salobra	Classe 2	Classe 2
Limites	> 5,00	> 6,00	> 6,00	> 6,00	> 6,00	> 5,00	> 5,00	> 4,00	> 5,00	> 5,00
2007	7,85	7,51	8,51	8,31	7,68	8,47	5,40	6,61	1,84	13,89
2008	8,02	5,63	8,07	8,26	7,52	8,01	4,24	4,03	2,82	10,26
2009	8,08	6,90	8,08	8,53	7,08	7,73	3,85	5,02	3,54	8,87
2010	8,05	6,10	7,93	8,10	7,22	7,31	2,30	2,40	3,54	10,96
2011	7,91	5,48	8,37	7,64	7,50	5,54	2,78	2,07	3,88	10,96
2012	-	-	-	-	-	7,46	4,20	3,90	-	-
2013	8,08	7,38	8,18	8,55	7,78	8,45	3,75	5,78	2,45	9,90
2014	8,20	7,53	8,13	8,63	7,68	7,92	5,03	5,13	2,63	10,13
2015	8,38	8,05	8,60	8,95	7,70	8,15	3,30	5,48	1,73	9,80
2016	8,43	5,23	34,63	30,73	6,10	7,60	7,13	6,70	3,93	2,07

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
2017	28,60	7,95	8,38	7,98	7,80	7,58	1,84	2,71	1,38	7,30
2018	7,76	7,57	8,60	8,71	7,35	6,26	3,92	4,51	0,77	7,71
2019	7,65	7,28	7,93	7,50	7,03	7,37	2,06	4,53	0,90	7,64
2020	8,40	7,91	8,83	8,77	8,80	7,73	1,83	2,20	1,47	8,10
Média	9,90	7,08	10,14	10,02	7,46	7,58	3,61	4,40	2,38	8,82
Desv. Pad.	5,70	1,00	7,31	6,23	0,61	0,80	1,51	1,56	1,11	2,76
Méd. Seco	11,61	7,19	11,94	11,77	7,71	7,69	3,79	4,63	2,40	9,21
Méd. Úmido	7,75	6,93	7,96	7,88	7,13	7,42	3,31	4,03	2,35	8,34

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 82 – Resultados médios gerais de Oxigênio Dissolvido no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mgO_2/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

As informações acima mostram que o comportamento do OD nesta bacia está predominantemente em concordância com os limites legais estabelecidos. As únicas exceções ocorrem no Córrego Areinha (BUB2C005) e no Córrego Manguinhos (MAN1C001), onde foram calculadas as concentrações médias de 3,61 e 2,38 mgO_2/L, respectivamente.

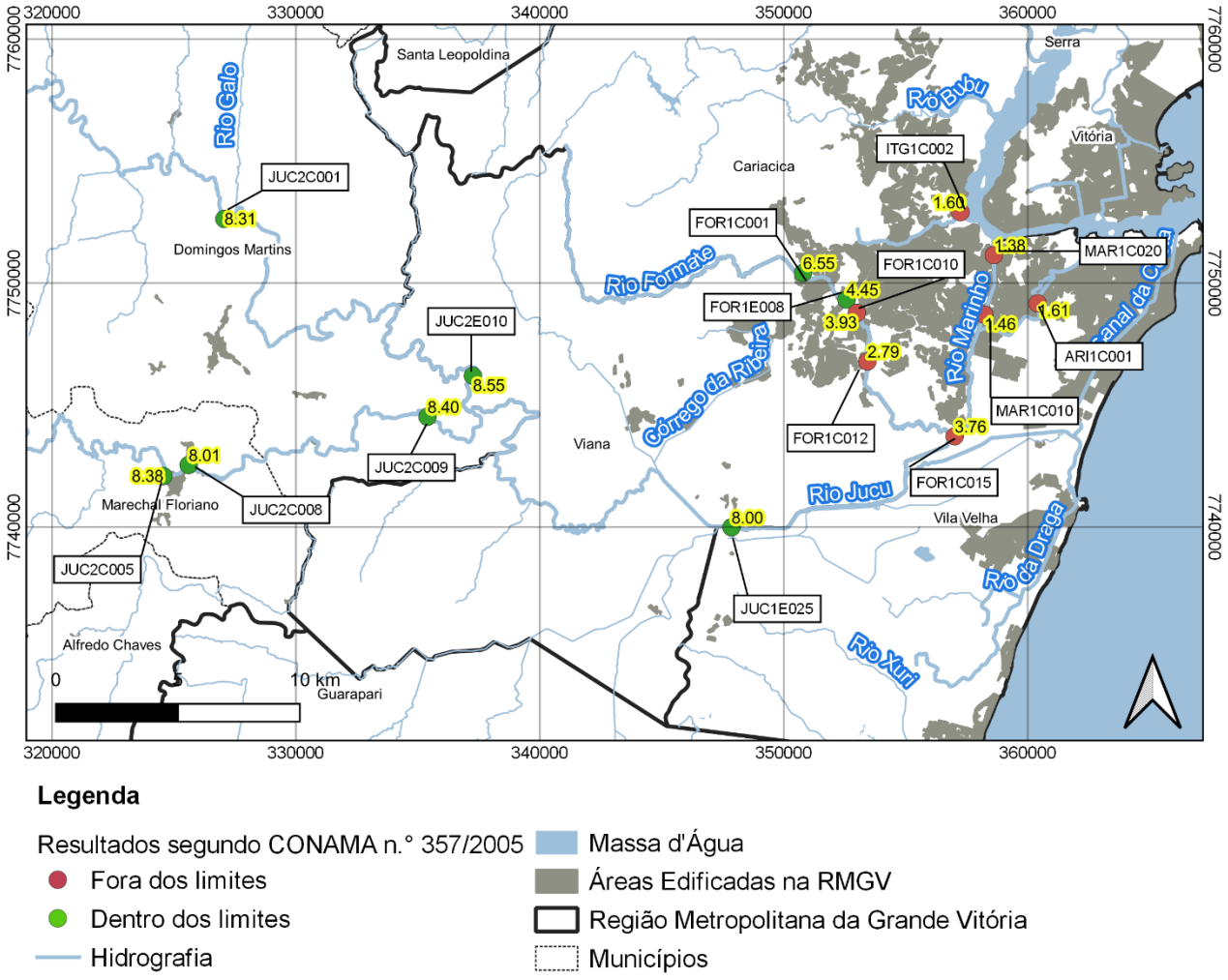
Adiante, o Quadro 43 e a Figura 83 trazem um retrato semelhante ao que foi apresentado acima, porém para as estações situadas na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.

Quadro 43 – Resultados médios anuais de OD no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO2/L)

Estação	JUC2C001	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
Enquad.	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2 Salobra	Classe 2 Salobra
Limites	> 6,00	> 5,00	> 5,00	> 5,00	> 5,00	> 5,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00	> 4,00
2007	8,47	8,83	8,32	8,14	8,51	7,22	7,33	6,43	5,42	4,71	5,15	1,97	0,66	1,83	1,61
2008	8,23	8,55	8,50	8,23	8,13	7,77	6,95	5,08	4,29	4,26	4,59	2,89	1,57	2,20	2,77
2009	8,40	8,65	8,40	8,13	8,50	7,93	6,50	5,38	4,95	3,85	4,70	1,95	1,63	2,00	1,25
2010	8,38	8,74	8,57	8,20	8,59	8,03	5,93	4,38	3,90	2,53	3,30	1,34	1,04	1,60	0,84
2011	8,58	8,81	8,28	7,79	8,40	8,04	4,06	3,46	3,75	2,67	2,72	1,81	1,15	2,13	1,63
2012	8,44	8,68	8,18	7,60	-	8,16	1,30	0,87	1,63	0,71	-	1,10	1,40	1,00	1,20
2013	8,63	8,98	8,58	8,30	-	8,43	7,40	4,68	4,50	2,80	4,13	1,70	0,78	1,43	2,35
2014	8,43	8,53	8,45	8,20	-	8,18	7,18	5,65	5,30	3,60	4,30	1,88	2,70	1,38	2,23
2015	8,15	8,43	8,03	7,87	-	8,00	7,58	5,75	4,60	3,28	4,60	1,47	2,75	1,50	3,15
2016	8,10	9,00	-	-	-	8,17	7,43	5,28	4,90	3,73	4,60	1,45	0,30	1,85	0,60
2017	8,03	8,58	8,38	7,73	-	8,17	7,13	3,07	1,80	1,06	2,10	1,15	0,35	0,38	0,23
2018	7,93	8,15	8,43	7,98	-	8,03	6,40	4,00	3,35	2,33	2,90	0,45	0,45	1,23	1,50
2019	8,23	7,65	7,98	7,40	-	7,30	5,88	3,84	3,23	1,75	3,10	0,20	0,40	0,43	-
2020	8,80	8,93	8,57	8,30	-	8,37	5,90	2,17	2,30	1,23	1,30	0,10	5,30	0,53	0,00
Média	8,31	8,55	8,38	8,01	8,40	8,00	6,55	4,45	3,93	2,79	3,76	1,46	1,61	1,38	1,60
Desv. Pad.	0,24	0,36	0,20	0,29	0,18	0,35	1,70	1,52	1,25	1,24	1,17	0,76	1,36	0,61	0,95
Méd. Seco	8,42	8,74	8,64	8,17	8,48	8,34	6,81	4,28	3,67	2,51	3,58	1,83	1,63	1,47	1,91
Méd. Úmido	8,21	8,36	8,08	7,82	8,36	7,65	6,15	4,68	4,28	3,16	3,99	0,98	1,59	1,26	1,22

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 83 – Resultados médios gerais de Oxigênio Dissolvido no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mgO_2/L).



Legenda

Resultados segundo CONAMA n.° 357/2005
- Fora dos limites
- Dentro dos limites
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Áreas Edificadas na RMGV
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Seguindo os mesmos padrões da DBO, as análises de Oxigênio Dissolvido nesta bacia confirmaram a fragilidade da região metropolitana na altura de Vila Velha e Cariacica, sobretudo nos Rios Marinho, Aribiri, Formate e Itanguá/Córrego Piranema. As estações aqui situadas apresentaram os menores valores médios de OD, chegando inclusive a 1,38 mgO_2/L no ponto de deságue do Rio Marinho na Baía de Vitória (MAR1C020). Segundo Rosso *et al*. (2006), as águas apresentam baixas concentrações de oxigênio dissolvido quando há um consumo excessivo por parte de peixes e fitoplâncton, o que serve como um indicativo de excessiva atividade biológica, processos de eutrofização e lançamento de efluentes. Salienta-se que tais exemplos são situações frequentes na área em estudo.

Sólidos Totais (mg/L)

A concentração de Sólidos Totais refere-se ao montante das concentrações de sólidos em suspensão, coloidais e dissolvidos. Naturalmente, cursos d'água cujas áreas de drenagem possuem solos com susceptibilidade à erosão em nível moderado a elevado, bem como águas com presença de microrganismos, apresentam concentrações elevadas deste parâmetro. Em termos antrópicos, o lançamento de esgotamento sanitário urbano e industrial também resulta no aumento de sólidos num determinado corpo hídrico (BRASIL, 2014).

Tendo isso em vista, o Quadro 44 identifica os levantamentos anuais deste parâmetro nas estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória, ao passo que a Figura 84 ilustra tal comportamento de forma geral.

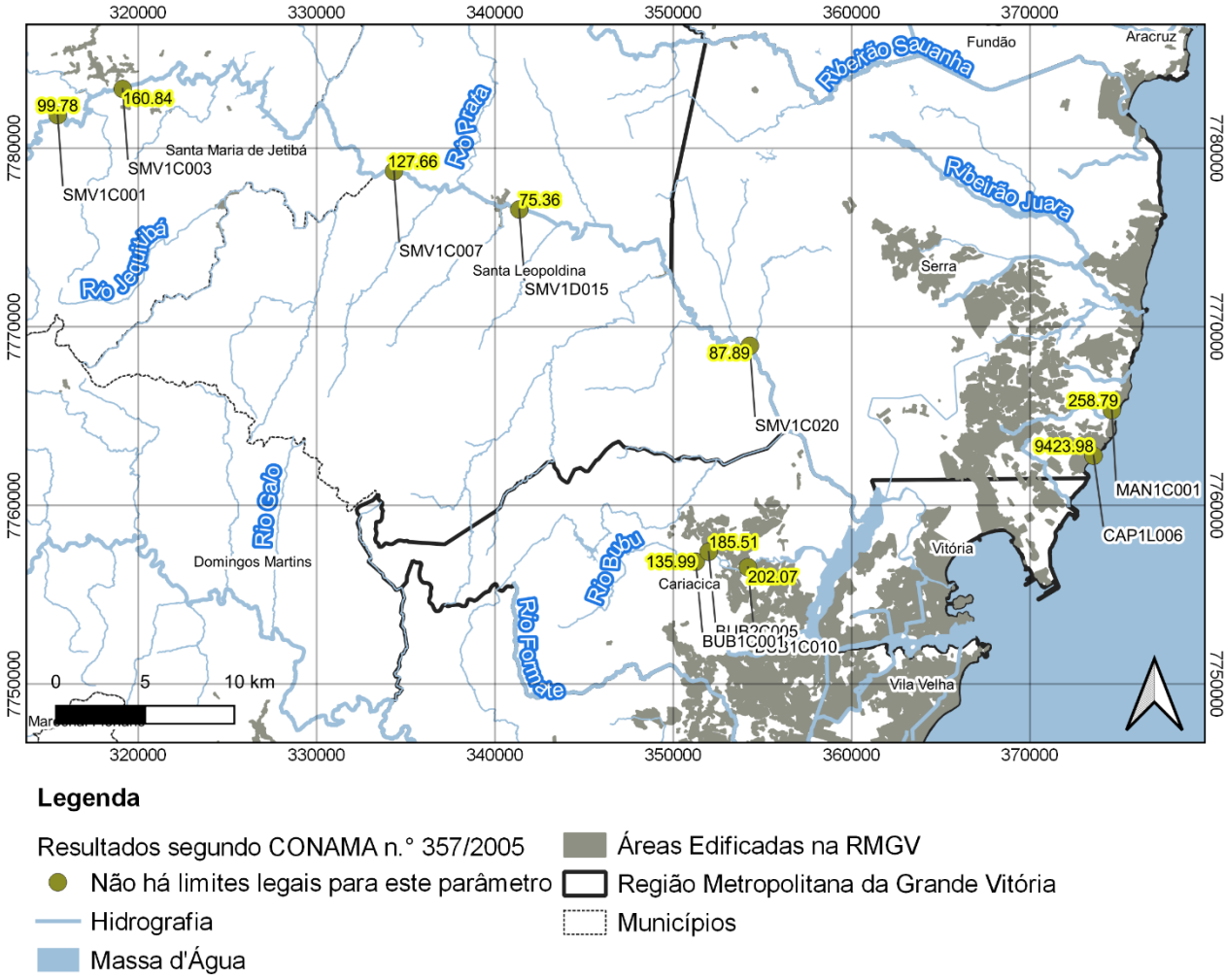
Quadro 44 – Resultados médios anuais de ST no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L)

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
Enquad.	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2 Salobra	Classe 2	Classe 2
Limites	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	68,00	76,00	66,00	88,00	76,00	60,00	138,00	116,00	242,00	24.176,00
2008	97,00	273,33	104,50	125,50	143,00	121,00	169,00	288,00	643,50	17.342,50
2009	180,50	180,50	195,00	144,00	204,00	94,40	208,00	174,40	164,00	4.196,00
2010	87,50	84,00	69,50	80,00	78,50	95,33	265,00	440,00	194,50	10.218,50
2011	180,00	206,00	97,00	67,00	104,00	133,00	185,00	145,00	190,00	11.381,00
2012	-	-	-	-	-	96,00	222,00	212,00	-	-
2013	82,00	83,50	86,00	87,00	61,50	61,00	142,50	125,00	197,00	12.235,50
2014	73,50	80,00	66,00	68,50	74,00	75,60	149,00	172,00	146,00	10.027,00
2015	87,50	52,50	45,00	35,00	40,00	117,50	122,50	122,50	125,00	2.530,00
2016	33,33	50,00	33,33	36,67	120,00	190,00	143,33	136,67	150,00	136,67
2017	60,00	72,50	62,50	72,50	40,00	57,50	142,50	157,50	297,50	3.016,67
2018	60,00	80,00	65,00	55,00	70,00	75,00	120,00	117,50	285,00	6.375,00

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
2019	222,50	725,00	560,00	55,00	50,00	592,50	462,50	347,50	292,50	18.570,00
2020	53,33	67,75	61,23	34,12	72,00	91,11	128,67	251,78	308,67	6.163,67
Média	99,78	160,84	127,66	75,36	87,89	135,99	185,51	202,07	258,79	9.423,98
Desv. Pad.	57,78	183,88	139,13	33,23	46,11	136,91	90,18	98,33	134,46	7.057,22
Méd. Seco	88,36	179,36	152,40	57,35	67,36	161,33	194,96	202,75	227,80	6.634,00
Méd. Úmido	114,05	136,47	97,71	97,37	116,13	97,96	169,94	201,02	301,83	13.143,94

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 84 – Resultados médios gerais de Sólidos Totais no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Apesar deste parâmetro não contar com um limite legal estabelecido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, é possível tirar algumas conclusões com base em seus resultados. Sendo assim, percebe-se que, na calha do rio SMV, as concentrações dos Sólidos Totais tendem a sofrer um acréscimo após passar por centros urbanos, embora ocorra uma redução logo depois, indicando a diluição/deposição ao longo do percurso. Nesta, os resultados médios passam de 99,78 mg/L (SMV1C001) para 160,84 mg/L (SMV1C003) após as contribuições advindas do Rio São Luiz, na zona urbana de Santa Maria de Jetibá. Os resultados então se reduzem até 75,36 mg/L (SMV1D015), na saída da sede de Santa Leopoldina, antes de voltarem a se elevar nas

proximidades da Baía de Vitória (SMV1C020), onde calculou-se um valor médio de 87,89 mg/L para o período.

Já no trecho do Rio Bubu, situado na zona urbana de Cariacica, as concentrações são mais preocupantes. Em sua estação mais a montante (BUB1C001), os resultados médios dos Sólidos Totais alcançaram a marca média de 135,99 mg/L e, após receber as contribuições de 185,51 mg/L do Córrego Areinha (BUB2C005), chegam à Baía de Vitória com 202,07 mg/L (BUB1C010).

Apesar disso, os maiores índices ocorrem na zona urbana do município de Serra, onde habita a maior parte da população capixaba (527.240 habitantes, conforme estimativa do IBGE para o ano de 2020). Em seu Córrego Manguinhos (MAN1C001), as concentrações médias de Sólidos Totais atingiram a concentração média 258,79 mg/L, enquanto os valores da Lagoa Carapebus (CAP1L006), chegaram ao despejo médio de 9.423,98 mg/L. Cabe lembrar que na proximidade destes cursos hídricos estão localizados tanto um expressivo adensamento populacional quanto grandes empresas mineradoras do Estado, cuja atividade tem grande influência com as frequentes concentrações de sólidos em seu entorno.

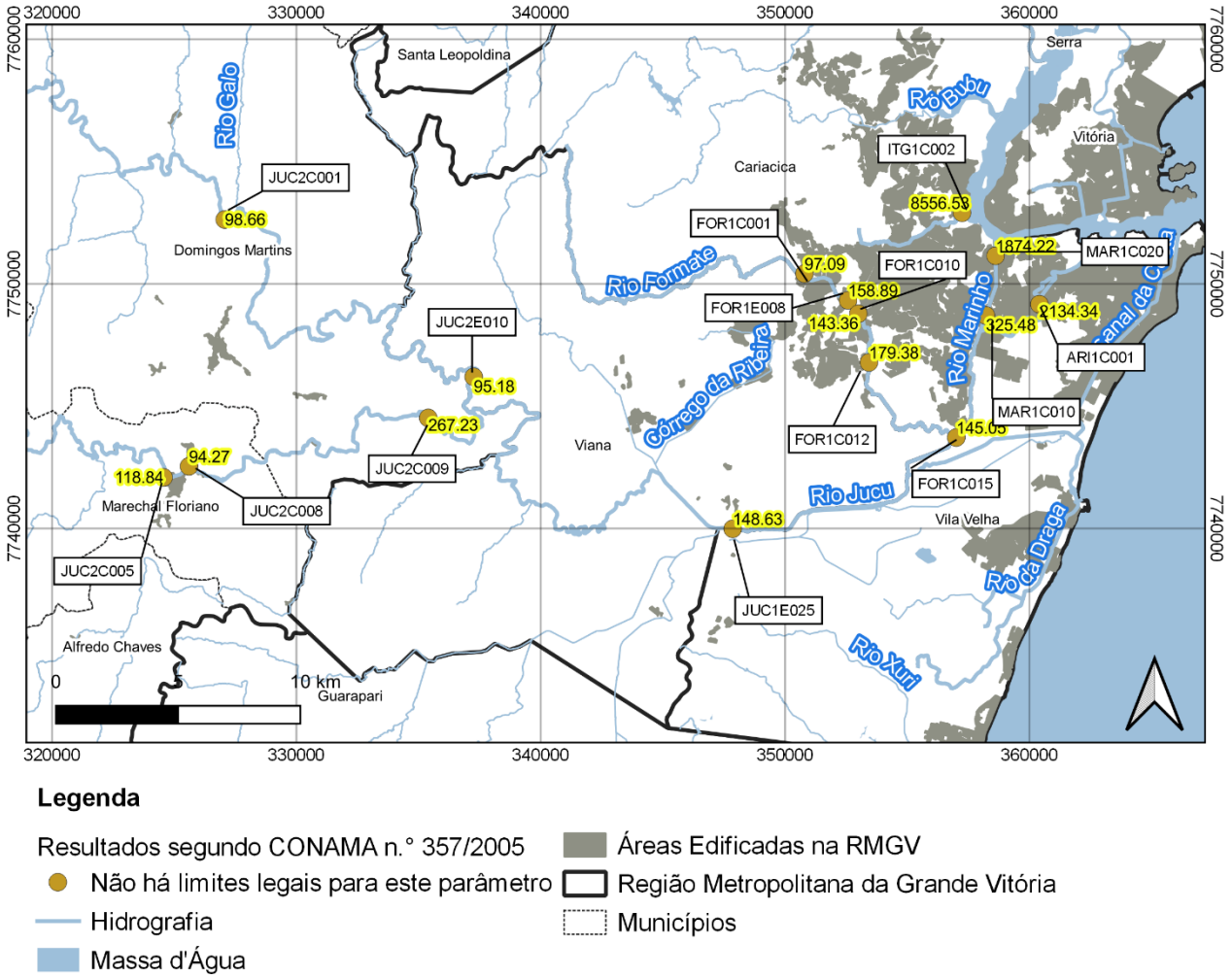
Feita esta análise, o Quadro 45 e a Figura 85 adiante fornecem as informações do monitoramento de Sólidos Totais, porém para as estações da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.

Quadro 45 – Resultados médios anuais de ST no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L)

Estação	JUC2C001	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
Enquad.	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2 Salobra	Classe 2 Salobra
Limites	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	76,00	96,00	38,00	16,00	150,00	108,00	92,00	122,00	92,00	114,00	162,00	230,00	1.728,00	4.136,00	22.350,00
2008	64,00	108,50	94,67	120,00	438,50	71,00	85,00	166,00	141,75	255,50	102,50	589,50	5.670,50	3.307,00	21.273,33
2009	206,00	191,00	143,00	150,50	239,00	204,00	209,00	253,50	264,00	237,50	222,50	327,50	522,50	932,00	12.499,50
2010	139,33	230,67	51,50	75,50	191,33	129,33	46,67	126,00	140,00	167,00	132,00	342,50	2.539,50	1.318,99	6.576,00
2011	44,00	46,00	42,00	60,00	40,00	48,00	143,00	316,00	122,50	451,00	290,00	216,00	987,00	1.080,00	4.844,00
2012	124,00	164,00	118,00	96,00	-	118,00	128,00	314,00	300,00	280,00	-	310,00	1.022,00	3.578,00	12.906,00
2013	181,00	61,50	122,50	121,30	-	64,50	67,50	108,50	110,00	140,00	143,50	300,75	7.397,00	3.732,75	21.108,50
2014	81,00	85,50	100,50	96,50	-	86,00	108,50	149,00	168,50	184,50	164,00	307,50	1.820,50	2.172,00	12.489,00
2015	20,00	40,00	43,33	50,00	-	56,67	52,50	95,00	97,50	110,00	90,00	320,00	832,50	597,50	9.730,00
2016	30,00	15,00	-	-	-	36,67	60,00	95,00	90,00	87,50	97,50	175,00	400,00	7.345,00	3.850,00
2017	75,00	42,50	60,00	62,50	-	33,33	70,00	127,50	120,00	127,50	116,67	275,00	720,00	1.285,00	390,00
2018	75,00	72,50	442,50	80,00	-	725,00	90,00	112,50	112,50	135,00	125,00	462,50	455,00	792,50	460,00
2019	93,63	107,50	87,50	147,50	-	130,00	132,50	217,50	155,00	165,00	160,00	232,50	1.475,00	547,50	307,50
2020	51,00	92,67	62,83	62,67	-	59,75	94,33	199,33	168,00	232,33	158,00	229,33	1.019,00	345,00	358,33
Média	98,66	95,18	118,84	94,27	267,23	148,63	97,09	158,89	143,36	179,38	145,05	325,48	2.134,34	1.874,22	8.556,53
Desv. Pad.	54,69	61,39	106,09	39,41	146,53	176,45	43,58	76,94	62,46	95,19	54,82	107,45	2.079,34	1.978,35	8.142,71
Méd. Seco	73,08	56,77	127,59	70,33	200,00	178,18	83,11	156,15	130,26	186,85	138,33	355,96	2.870,17	2.552,28	9.726,96
Méd. Úmido	124,25	133,59	108,71	122,00	297,11	117,68	118,06	162,60	161,05	169,30	154,00	288,90	1.251,35	1.026,65	7.078,11

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 85 – Resultados médios gerais de Sólidos Totais no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Assim como discutiu-se na bacia anterior, as concentrações dos Sólidos Totais na BH do Rio Jucu apresentam algumas variações em seu percurso, embora exista um certo padrão em sua faixa de ocorrência de montante a jusante. Nos trechos do Rio Jucu de Domingos Martins e Marechal Floriano, sua concentração geral média mostrou-se estar em torno de 137,14 mg/L, até sua entrada em Viana, quando ela sofre um aumento para 148,63 mg/L (JUC1E025).

Situação semelhante ocorre no Rio Formate, corpo hídrico fronteiriço entre Viana e Cariacica. Em sua porção a montante do trecho urbano de Cariacica (FOR1C001), sua concentração média de Sólidos Totais no período de 2007 a 2020 foi calculada em 97,09 mg/L. Já no ponto a jusante desta zona (FOR1C012), seus resultados quase duplicam, saltando para 179,38 mg/L.

No entanto, maiores concentrações novamente ocorrem na confluência deste com o Rio Marinho. Em sua estação a montante (FOR1C015), os valores do parâmetro em estudo costumam atingir a média de apenas 145,05 mg/L. Cerca de cinco quilômetros adiante, já são 325,48 mg/L (MAR1C010). Pouco depois, a jusante, os sólidos assumem a marca de 1.874,52 quando deságuam na Baía de Vitória (MAR1C020). Apesar disso, a maior concentração de sólidos na região é advinda do Rio Itanguá/Córrego Piranema, em Cariacica, que deságua na Baía em média com 8.556,63 mg/L (ITG1C002).

Turbidez (UNT)

A Turbidez corresponde ao grau de atenuação que um feixe de luz estará sujeito ao atravessar uma amostra d'água, sendo expressa em Unidade de Turbidez (UNT), também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas. Diferentemente da cor, ocasionada pela presença de materiais dissolvidos, este indicador está relacionado à presença de compostos em suspensão, como partículas inorgânicas e detritos orgânicos (CETESB, 2009).

Naturalmente, águas de bacias com altos índices de susceptibilidade à erosão possuem elevados índices de turbidez devido à presença de partículas de areia, silte e argila em suspensão. Cita-se também a ação antropogênica como fator agravante de aumento da turbidez, em virtude de práticas agrícolas desordenadas, lançamento de resíduos industriais e residenciais, dentre outras (BRASIL, 2014).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, os resultados anuais obtidos com base nas aferições feitas pelas estações de monitoramento operadas pela AGERH encontram-se dispostos no Quadro 46 abaixo. Adicionalmente, a Figura 86 apresenta uma espacialização das concentrações médias de Turbidez referentes ao período de 2007 a 2020 no local.

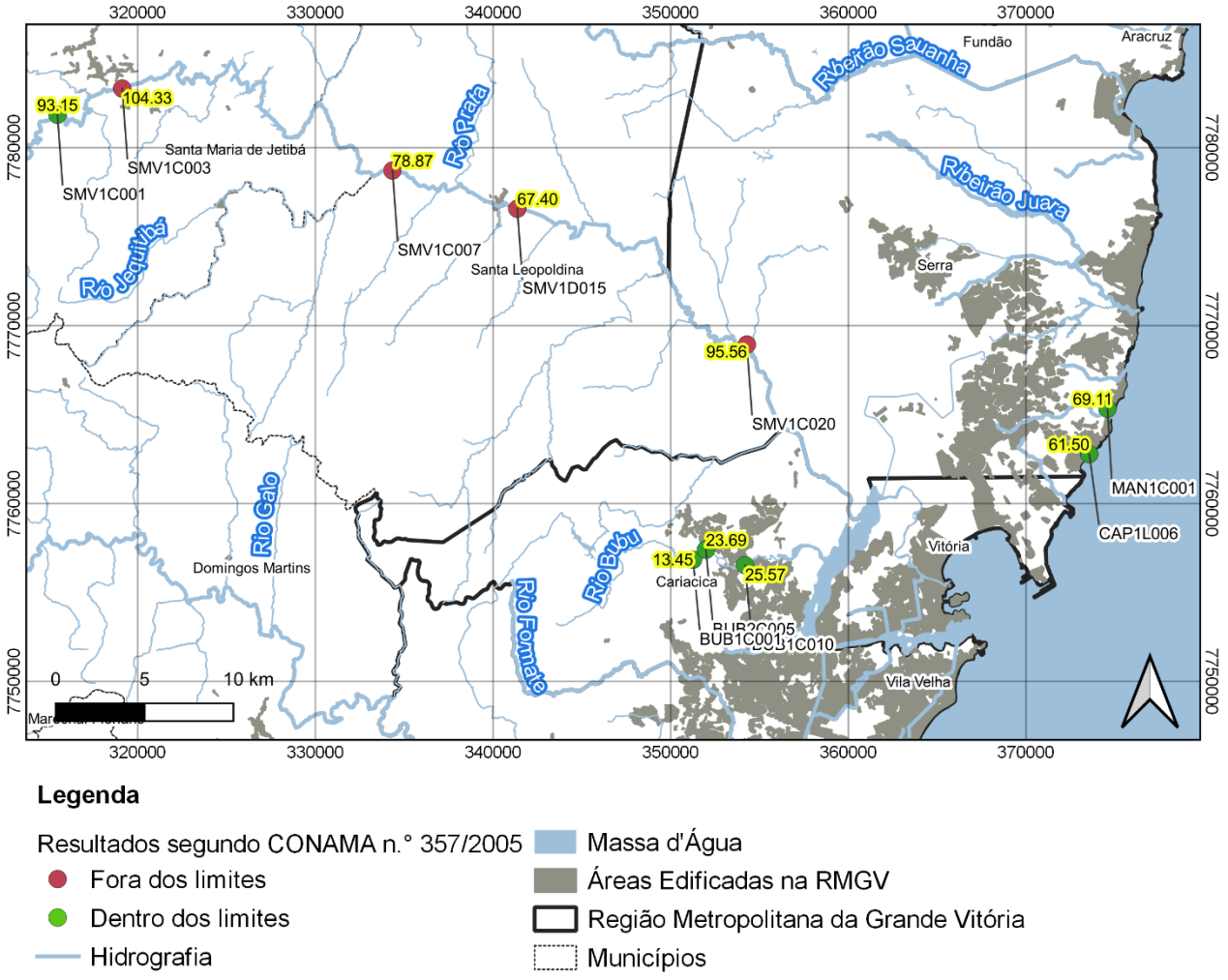
Quadro 46 – Resultados médios anuais de turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em UNT)

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
Enquad.	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2 Salobra	Classe 2	Classe 2
Limites	100,00	40,00	40,00	40,00	40,00	100,00	100,00	-	100,00	100,00
2007	9,21	11,31	31,30	30,08	25,75	26,95	8,58	33,75	0,57	4,93
2008	46,52	96,24	10,26	30,03	22,89	3,88	9,60	15,03	2,60	7,94
2009	21,73	192,23	9,38	10,18	8,60	9,82	15,30	16,50	12,66	8,64
2010	268,87	416,43	352,41	1.111,80	409,80	10,19	51,52	43,60	423,10	366,43
2011	639,95	588,70	548,03	312,84	568,22	11,88	79,10	39,33	431,21	288,61
2012	-	-	-	-	-	6,24	22,40	16,60	-	-
2013	76,43	31,55	41,46	60,28	13,98	5,77	14,35	10,36	3,73	6,21
2014	35,38	28,53	19,74	18,35	56,03	7,97	14,16	16,29	3,17	4,86
2015	107,75	32,75	27,75	22,00	39,25	22,00	17,75	28,50	14,00	22,67
2016	11,67	17,33	15,33	16,33	23,00	81,00	44,67	39,67	38,67	31,33
2017	47,00	56,50	33,75	33,25	26,00	12,75	17,00	34,25	17,25	22,33

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
2018	61,75	39,25	12,50	17,00	16,00	16,00	19,75	24,50	14,25	16,25
2019	31,75	45,00	21,75	23,00	31,00	18,75	31,50	30,75	13,75	12,75
2020	26,33	27,13	22,67	22,33	10,00	10,33	22,33	25,33	19,33	47,00
Média	93,15	104,33	78,87	67,40	95,56	13,45	23,69	25,57	69,11	61,50
Desv. Pad.	174,09	178,94	165,83	305,34	177,76	19,42	19,66	10,61	155,95	118,37
Méd. Seco	31,65	85,32	12,60	13,73	57,72	12,79	24,01	22,92	38,47	44,12
Méd. Úmido	170,03	129,34	159,09	132,99	147,60	14,43	23,17	29,69	109,43	83,45

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 86 – Resultados médios gerais de Turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em UNT).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Na calha principal do Rio Santa Maria da Vitória, a conduta da Turbidez segue um padrão semelhante ao discutido anteriormente para Sólidos Totais. Suas concentrações médias aumentam de 93,15 UNT (SMV1C001) para 104,33 UNT (SMV1C003) após a passagem por Santa Maria de Jetibá. Em seguida, os resultados se reduzem até 67,40 UNT (SMV1D015), na saída da sede de Santa Leopoldina, embora se intensifiquem para 95,56 UNT em sua estação mais próxima à Baía de Vitória (SMV1C020).

Apesar de estarem de forma geral dentro do limite de 100,00 UNT voltado à Classe 2, as estações situadas neste trecho estão inseridas numa zona mais restritiva, uma vez que tal porção do rio foi enquadrada como água doce Classe 1 (tendo como seu limite máximo a marca de 40 UNT). No

entanto, cabe ressaltar que os valores aqui registrados foram maiores que aqueles dos corpos hídricos monitorados em outras zonas da bacia (Rio Bubu, Córrego Manguinhos e Lagoa Carapebus, todos classificados como Classe 2), que, por sua vez, estão em concordância com o CONAMA.

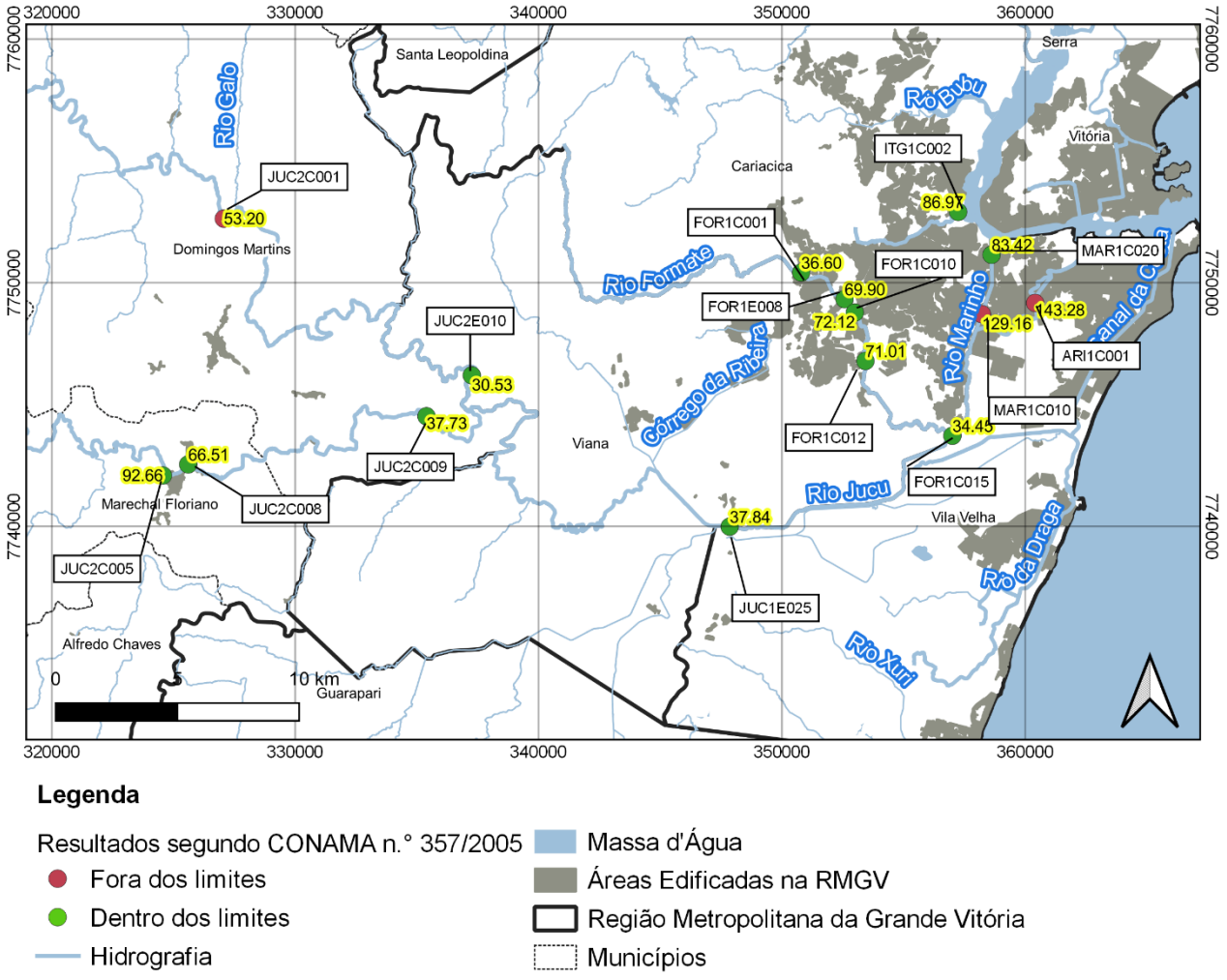
Adiante, o Quadro 47 e a Figura 87 apresentam os resultados de Turbidez para a BH do Rio Jucu.

Quadro 47 – Resultados médios anuais de turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em NTU)

Estação	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
Enquad.	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2 Salobra	Classe 2 Salobra
Limites	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-
2007	69,54	17,07	25,16	71,97	70,40	0,78	1,85	1,07	3,71	8,46	20,96	27,80	19,32	21,69
2008	39,61	19,13	21,17	23,87	84,92	13,32	35,86	43,70	129,33	28,55	246,07	42,30	46,90	30,45
2009	13,28	45,15	50,50	18,30	12,38	22,03	24,40	22,23	27,08	43,45	40,80	54,83	21,70	25,53
2010	69,98	285,86	233,93	73,97	74,92	228,47	419,78	441,38	281,53	15,45	345,38	483,25	229,62	166,97
2011	43,22	511,35	25,04	27,93	18,28	12,11	16,90	29,97	20,15	16,75	551,20	452,44	406,33	439,50
2012	17,20	38,10	34,20	-	19,30	12,60	8,25	8,12	32,90	-	88,00	62,70	37,70	17,10
2013	61,67	173,68	177,69	-	55,50	21,19	15,13	14,72	19,15	22,08	46,05	37,58	44,03	18,24
2014	39,73	36,48	41,65	-	45,00	79,43	79,95	83,60	89,55	64,45	82,08	64,05	36,28	22,56
2015	11,00	30,67	39,67	-	50,33	11,50	34,00	32,75	34,50	39,75	124,00	87,50	80,75	87,25
2016	10,50	-	-	-	19,67	17,67	29,25	29,25	28,75	34,25	40,00	62,00	33,00	55,00
2017	25,50	53,25	56,00	-	18,67	10,50	38,75	37,75	42,75	33,67	76,75	102,00	95,75	83,75
2018	22,25	22,75	20,00	-	28,50	14,50	27,00	27,25	33,50	33,00	58,50	83,75	48,25	72,50
2019	11,75	15,50	18,00	-	15,50	15,25	38,00	38,75	40,25	34,25	56,00	172,75	52,25	123,25
2020	13,33	13,67	14,67	-	14,33	32,33	91,00	78,33	118,33	37,00	71,00	245,00	65,33	110,67
Média	30,53	92,66	66,51	37,73	37,84	36,60	69,90	72,12	71,01	34,45	129,16	143,28	83,42	86,97
Desv. Pad.	22,09	147,46	67,67	27,39	25,39	58,64	106,05	111,18	72,93	14,30	150,18	150,02	105,91	110,44
Méd. Seco	19,10	68,84	24,87	71,30	22,82	40,08	68,88	65,58	92,42	32,00	138,82	115,65	86,89	96,03
Méd. Úmido	41,96	120,24	114,73	22,81	53,57	31,09	71,29	80,94	42,11	37,71	117,56	176,44	79,08	76,10

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 87 – Resultados médios gerais de Turbidez no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em UNT).



Legenda

Resultados segundo CONAMA n.° 357/2005
- Fora dos limites
- Dentro dos limites
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Áreas Edificadas na RMGV
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

De maneira geral, os resultados médios de Turbidez ao longo desta bacia apresentaram concentrações conformidade com o limite legal estabelecido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente para as águas doces Classe 2 (100 UNT). Seus maiores registros foram novamente calculados para as estações do Rio Aribiri (ARI1C001) e Marinho (MAR1C010), que chegaram a 143,28 UNT e 129,016 UNT, respectivamente, desrespeitando, portanto, os limites.

Também merece destaque os valores elevados deste parâmetro nas estações mais próximas à Baía de Vitória, tanto no Rio Itanguá/Córrego Piranema (86,97 UNT em ITG1C002) quanto no próprio Rio Marinho (83,42 UNT, em MAR1C020). Apesar disso, todos estes estão dentro das fronteiras legais permitidas.

Ademais, embora esteja em desacordo com a legislação, o resultado médio de 53,20 UNT num trecho de Classe 1 do braço norte do Rio Jucu (JUC2C001), na altura de Domingos Martins, não se distancia substancialmente do limite de 40 UNT, ou do valor de 100 UNT referente à Classe 2.

Fósforo Total (mg/L)

Em relação ao parâmetro Fósforo Total, sua presença em águas naturais ocorre principalmente devido às descargas de esgotos sanitários, nos quais a própria matéria fecal e os detergentes superfosfatados empregados domesticamente em larga escala constituem sua principal fonte (CETESB, 2009). Além disso, as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais, principalmente por conta da aplicação no solo de fertilizantes e defensivos agrícolas ricos em compostos fosforados (PIVELI e KATO, 2006).

Por ser um nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em corpos hídricos favorece a ocorrência de processos de eutrofização das águas naturais (CETESB, 2009). Tal condição pode ocasionar em um grande aporte de algas e uma elevação na toxicidade das águas, além da mortandade de peixes, a redução do valor comercial da água e o maior custo para o tratamento da mesma (VON SPERLING e MOTA, 2009).

Para o seu estudo, o Quadro 48 e a Figura 88 apresentam os resultados calculados para a BH do Rio Santa Maria no período de 2007 a 2020.

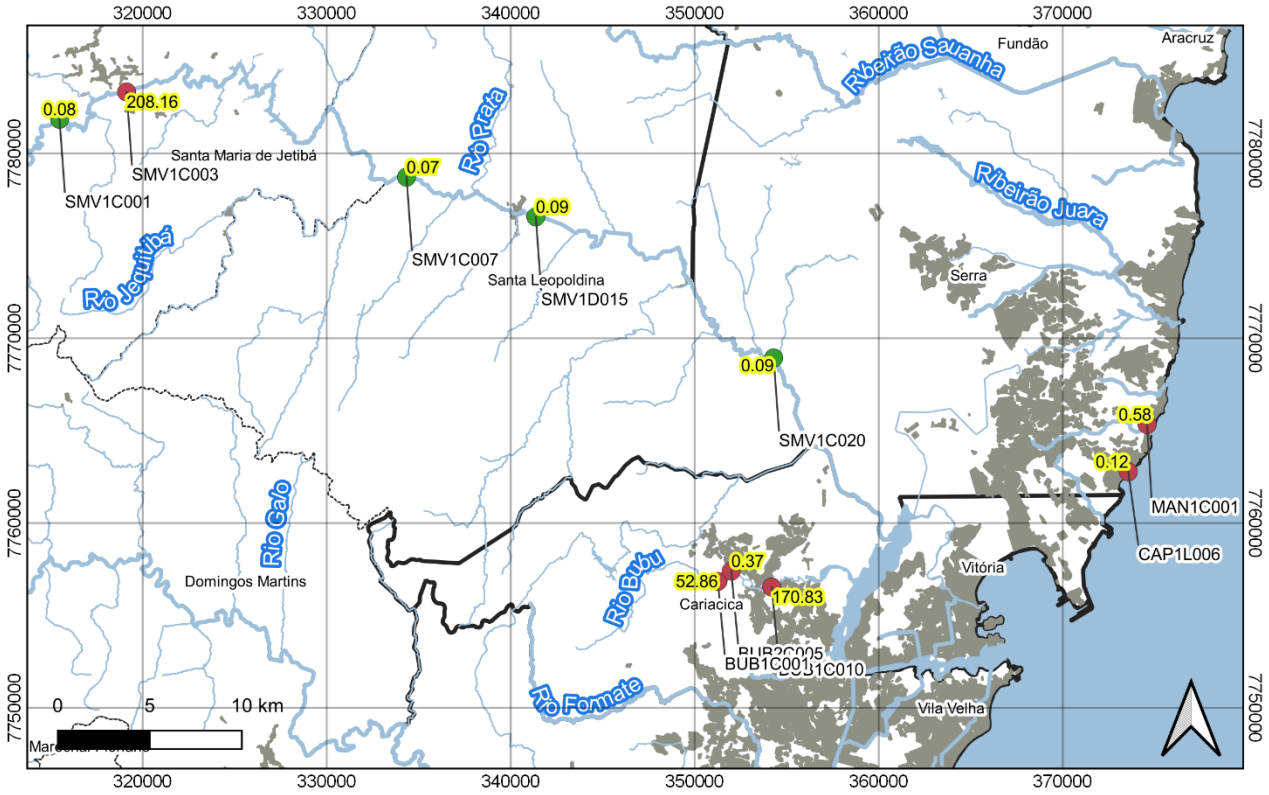
Quadro 48 – Resultados médios anuais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L)

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
Enquad.	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2 Salobra	Classe 2	Classe 2
Limites	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,186	0,100	0,100
2007	0,050	0,090	0,080	0,080	0,140	0,140	0,230	0,580	1,170	0,140
2008	0,063	0,093	0,063	0,063	0,065	0,053	0,275	0,543	0,590	0,070
2009	0,060	0,050	0,055	0,053	0,055	0,052	0,076	0,204	0,050	0,375
2010	0,083	0,083	0,060	0,050	0,075	0,063	0,565	1,727	0,785	0,083
2011	0,275	0,495	0,135	0,125	0,110	0,150	1,750	2,050	2,235	0,110
2012	-	-	-	-	-	0,300	0,390	0,580	-	-
2013	0,108	0,125	0,108	0,203	0,115	0,143	0,298	0,503	0,968	0,203
2014	0,140	0,205	0,160	0,313	0,185	0,456	1,450	1,815	0,723	0,165
2015	0,039	0,022	0,005	0,010	0,009	0,027	0,066	0,255	0,104	0,019
2016	0,010	0,061	0,024	0,026	0,032	0,242	0,112	0,043	0,069	0,120
2017	0,181	2.288,307	0,141	0,055	0,089	593,392	0,189	1.957,342	0,415	0,136

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
2018	0,040	0,428	0,020	0,040	0,025	0,030	0,075	0,350	0,578	0,070
2019	0,020	0,119	0,067	0,073	0,128	0,058	0,177	0,168	0,385	0,030
2020	0,038	0,109	0,020	0,023	0,001	0,021	0,185	0,837	0,429	0,049
Média	0,082	208,165	0,071	0,093	0,085	52,857	0,370	170,826	0,578	0,124
Desv. Pad.	0,075	634,619	0,050	0,085	0,055	158,555	0,522	522,924	0,584	0,093
Méd. Seco	0,080	366,278	0,058	0,051	0,052	87,977	0,438	280,266	0,633	0,096
Méd. Úmido	0,084	0,121	0,087	0,145	0,131	0,178	0,258	0,586	0,504	0,158

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 88 – Resultados médios gerais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Tratando-se do trecho do rio SMV, a montante percebe-se o registro histórico médio de 0,08 mg/L na estação SMV1C001, sendo este substancialmente incrementado para 208,16 mg/L (SMBV1C003) após a contaminação ocorrida em virtude das contribuições sanitárias oriundas da zona urbana de Santa Maria de Jetibá pelo rio que a drena (Rio São Luiz). Apesar disso, os resultados posteriores ao longo do percurso do rio SMV mostraram-se em concordância com os limites legais, variando de 0,07 mg/L (SMV1C007) a 0,09 mg/L (SMV1C020).

Seus valores em discordância com o CONAMA ocorrem em Serra, na Lagoa Carapebus (0,12 mg/L em CAP1L006) e no Córrego Manguinhos (0,58 mg/L em MAN1C001). No entanto, o trecho que merece maior atenção é o do Rio Bubu, na zona urbana de Cariacica, que passa de 52,86 mg/L

(BUB1C001) à elevada concentração de 170,83 mg/L antes de desaguar na Baía de Vitória (BUB1C010), evidenciando uma significativa contaminação sanitária advinda desta região.

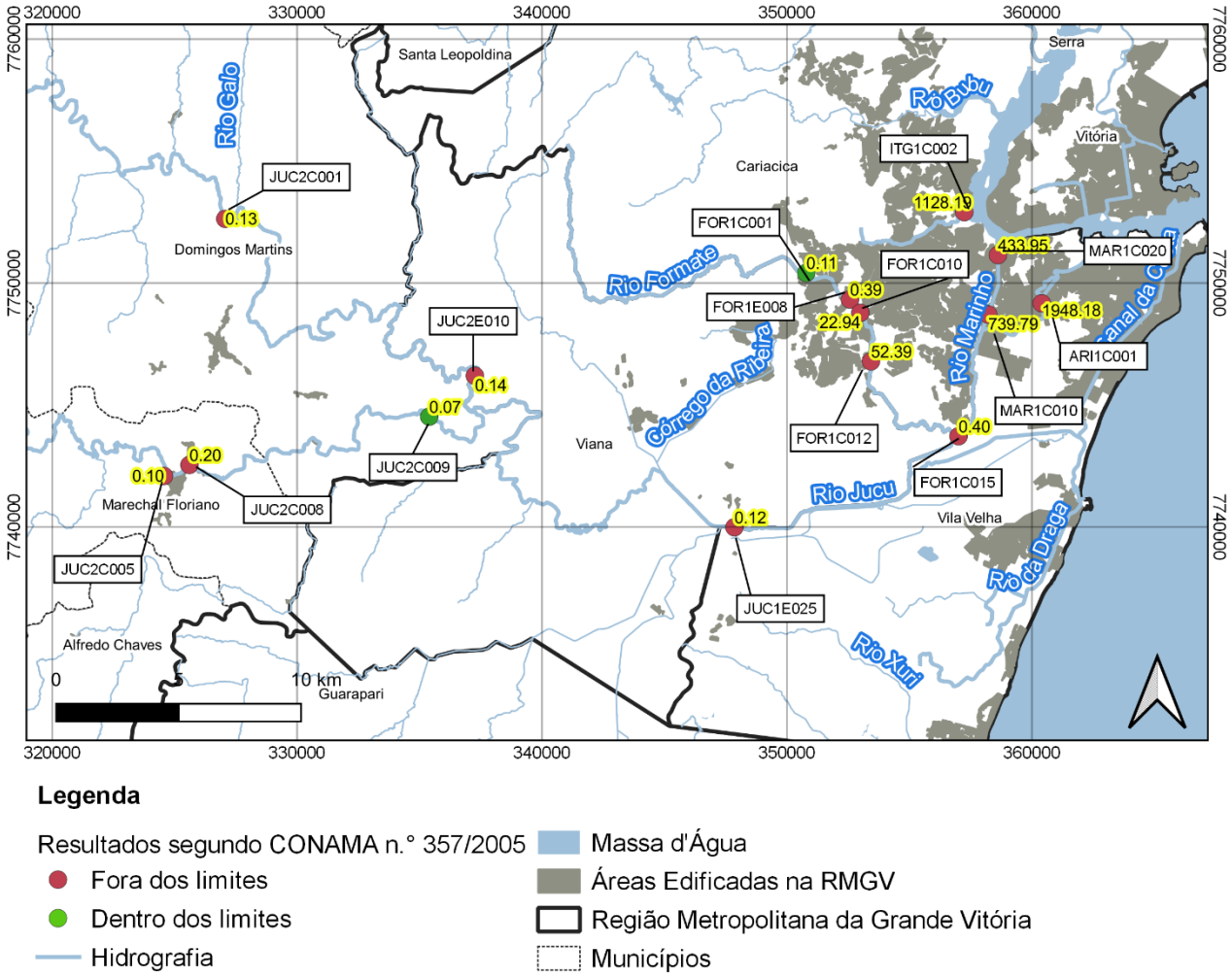
Por fim, o Quadro 49 apresenta os resultados anuais referentes ao parâmetro Fósforo Total nas estações operadas pela AGERH na BH do Rio Jucu. Já a Figura 89 ilustra a distribuição dos resultados médios gerais para o período nesta bacia.

Quadro 49 – Resultados médios anuais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L)

Estação	JUC2C015	JUC2C001	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
Enquad.	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2 Salobra	Classe 2 Salobra
Limites	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,186	0,186
2007	0,050	0,100	0,070	0,050	0,050	0,110	0,140	0,080	0,180	0,170	0,280	0,260	0,710	3,020	0,370	0,780
2008	0,050	0,050	0,050	0,050	0,057	0,080	0,063	0,055	0,133	0,133	0,178	0,185	1,688	1,463	0,930	0,760
2009	0,055	0,063	0,050	0,060	0,050	0,055	0,063	0,055	0,050	0,063	0,060	0,075	0,338	1,330	0,245	0,513
2010	0,068	0,340	0,248	0,073	0,828	0,083	0,063	0,063	0,328	8,350	0,755	0,385	1,638	2,498	0,910	1,713
2011	0,070	0,065	0,080	0,080	0,095	0,050	0,060	0,190	1,585	1,400	2,150	2,100	3,200	5,950	3,050	3,550
2012	-	0,210	0,200	0,190	0,220	-	0,200	0,340	1,900	1,950	1,150	-	1,100	3,500	1,000	2,000
2013	-	0,145	0,125	0,130	0,148	-	0,123	0,138	0,353	0,338	0,503	0,448	1,703	2,948	1,675	1,135
2014	-	0,228	0,200	0,260	0,198	-	0,233	0,175	0,388	0,415	0,465	0,490	2,085	3,335	1,863	2,310
2015	-	0,239	0,183	0,187	0,251	-	0,031	0,016	0,089	0,071	0,123	0,125	0,400	272,224	0,343	0,229
2016	-	0,057	0,048	-	-	-	0,029	0,074	0,116	0,106	0,118	0,109	0,274	0,220	0,197	0,170
2017	-	0,117	0,347	0,077	0,201	-	0,076	0,087	0,505	257,544	610,303	0,397	7.754,793	16.919,659	3.945,332	8.623,955
2018	-	0,115	0,218	0,110	0,126	-	0,340	0,093	0,423	0,435	0,560	0,413	1,893	0,953	1,060	0,645
2019	-	0,041	0,072	0,065	0,102	-	0,210	0,196	0,411	0,401	0,580	0,467	369,862	1.228,388	288,195	1.167,923
2020	-	0,014	0,026	0,020	0,049	-	0,042	0,102	0,692	0,583	0,670	0,537	1,590	3.990,000	852,494	3.102,000
Média	0,058	0,126	0,144	0,104	0,198	0,073	0,123	0,106	0,394	22,938	52,390	0,398	739,789	1.948,178	433,946	1.128,186
Desv. Pad.	0,010	0,094	0,096	0,069	0,206	0,024	0,093	0,084	0,555	68,569	162,955	0,517	2.066,944	4.538,929	1.056,821	2.377,110
Méd. Seco	0,052	0,156	0,131	0,095	0,119	0,075	0,097	0,104	0,428	38,496	90,919	0,465	1.077,336	2.865,988	735,341	1.475,641
Méd. Úmido	0,063	0,097	0,157	0,115	0,291	0,072	0,151	0,109	0,347	1,935	0,375	0,310	334,732	846,805	57,201	689,297

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 89 – Resultados médios gerais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Em seu braço norte, os resultados deste parâmetro mantêm uma média geral variando próxima ao limite legal de 0,10 mg/L. Já no braço sul do Rio Jucu, percebe-se um incremento na concentração de Fósforo Total na altura de Marechal de Floriano, onde os resultados passam de 0,10 mg/L (JUC2C005) para 0,20 mg/L (JUC2C006) após receber os efluentes do centro urbano deste município. No entanto tais resultados voltam a uma condição de proximidade com os limites legais, aumentando apenas na confluência do Rio Marinho com o Rio Formate (FOR1C015), onde atingem 0,40 mg/L.

Em termos do Rio Formate, cabe apontar que em seu trecho mais a montante (FOR1C001), este detém 0,10 mg/L, estando em conformidade com o CONAMA. Entretanto, poucos quilômetros

adentro da zona urbana de Cariacica, ele sofre um incremente significativo, alcançando a marca de 52,39 mg/L (FOR1C012).

Já no Rio Marinho, após seu encontro com o Formate, verificam-se taxas expressivamente maiores, chegando a 739,79 mg/L (MAR1C010). Apesar disso, os maiores valores ocorrem alguns quilômetros adiante, no Rio Aribiri, em Vila Velha, onde as concentrações médias de Fósforo Total chegam a 1.945,18 mg/L (AR1C001).

Também merece destaque o Rio Itanguá/Córrego Piranema, em Cariacica, que registrou uma concentração média de 1.128,19 mg/L em seu ponto de encontro com a Baía de Vitória (ITG1C002).

Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)

Segundo a redação da Resolução CONAMA nº 357/2005, os Coliformes Termotolerantes são caracterizados como:

"Bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β-galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44º-45ºC, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal" (BRASIL, 2005).

O principal representante deste grupo de microrganismos é a *Escherichia coli*, que corresponde à única bactéria de origem exclusivamente fecal presente nos coliformes termotolerantes, estando sempre evidente em grandes concentrações nas fezes de mamíferos e pássaros. Além desta, também se destacam outros gêneros, como *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, que, embora não indiquem contaminação fecal, podem ser verificados em águas com elevados índices de matéria orgânica (CETESB, 2009).

Sendo assim, o Quadro 50 expõe as concentrações anuais referentes a este parâmetro para cada estação operada pela AGERH na BH do Rio SMV. Já a Figura 90 faz a espacialização dos resultados médios gerais referentes ao período em estudo.

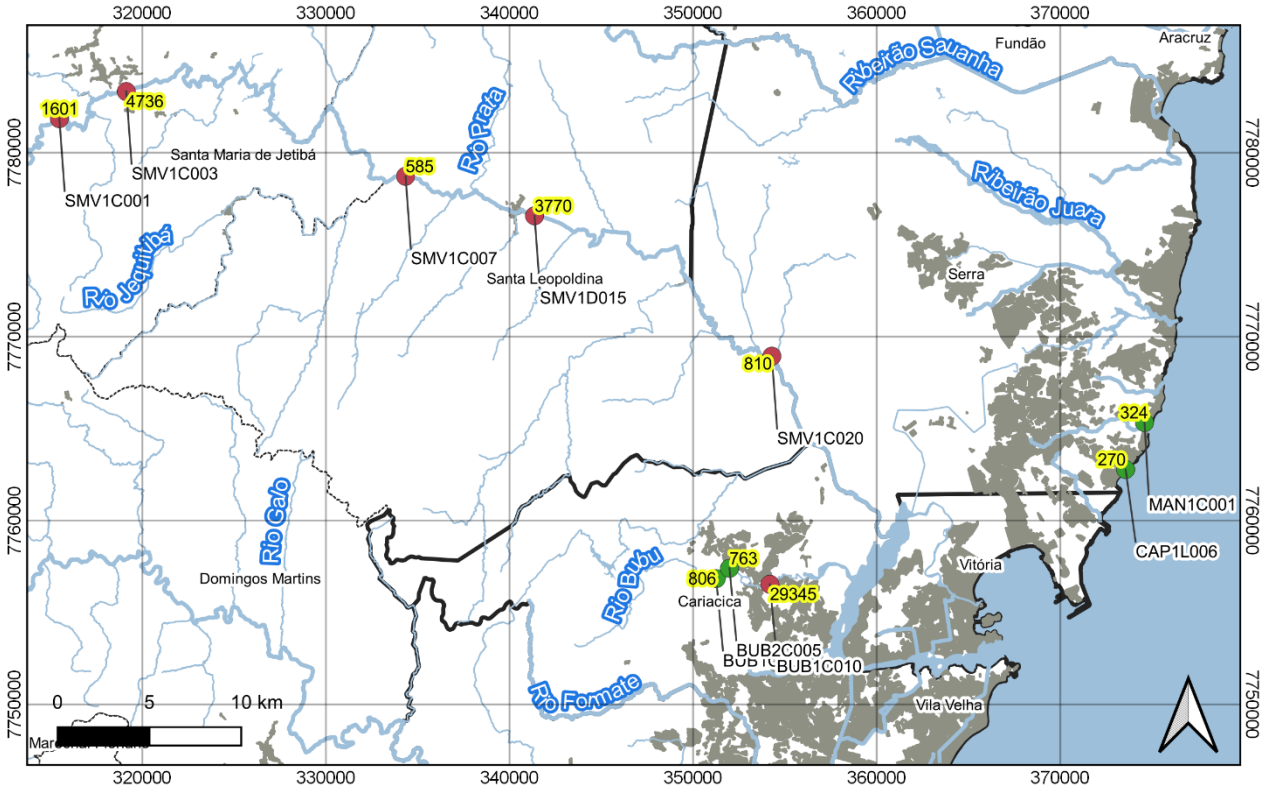
Quadro 50 – Resultados médios anuais de Coliformes Termotolerantes no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em NMP/100 mL)

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
Enquad.	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2 Salobra	Classe 2	Classe 2
Limites	1.000	200	200	200	200	1.000	1.000	2.500	1.000	1.000
2007	2	2	2	92.000	2	270	1.100	14.000	330	490
2008	753	1.510	215	2.272	779	180	728	78.350	746	91
2009	4.045	20.449	685	7.657	592	4.505	5.647	29.092	169	1.467
2010	1.084	7.069	1.579	16.000	1.684	1.136	7.457	68.866	613	811
2011	3.030	17.944	1.766	11.068	6.197	727	29.394	748.331	2.123	743
2012	-	-	-	-	-	230	1.300	92.000	-	-
2013	1.090	577	231	2.122	547	504	917	3.260	48	25
2014	226	150	47	342	413	1.214	572	60.736	48	23
2015	9.722	12.158	5.633	16.492	3.705	1.586	317	8.738	7.000	5.038
2016	4.759	92.633	3.334	2.851	220	1.100	19	259	714	87
2017	1.086	11.208	747	3.948	752	804	471	46.900	142	887

Estação	SMV1C001	SMV1C003	SMV1C007	SMV1D015	SMV1C020	BUB1C001	BUB2C005	BUB1C010	MAN1C001	CAP1L006
Corpo Hídrico	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Córrego Areinha	Rio Bubu	Córrego Manguinhos	Lagoa Carapebus
2018	5.668	10.512		7.464	1.397			38.492		
2019	1.677	7.555	613	3.322	545			28.150		
2020	2.714	9.136	838	3.497	1.700			199.465	1.306	1.228
Média	1.601	4.736	585	3.770	810	806	763	29.345	324	270
Desv. Pad.	2.743	24.315	1.615	24.303	1.725	1.096	7.767	193.167	1.878	1.337

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 90 – Resultados médios gerais de Coliformes Termotolerantes no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em NMP/100 mL).



Legenda

Resultados segundo CONAMA n.° 357/2005
- Fora dos limites
- Dentro dos limites
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Áreas Edificadas na RMGV
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Analisando a figura acima, nota-se que os padrões de contaminação verificados ao longo da bacia seguem a mesma conduta que a de outros parâmetros já estudados. Apesar da calha do Rio Santa Maria da Vitória ter apresentado concentrações em discordância com o CONAMA, cabe apontar que se trata de um trecho de Classe 1, portanto, bastante restritivo, tendo seu limite fixado em 100 NMP/100 mL. No entanto, percebe-se que suas concentrações gerais mais expressivas foram na saída dos centros urbanos de Santa Maria de Jetibá (SMV1C003, com 4.736 NMP/100 mL) e Santa Leopoldina (SMV1D015, com 3.770 NMP/100 mL) e em seu ponto mais próximo da Baía de Vitória (SMV1C020, com 810 NMP/100 mL), indicando uma forte concentração sanitária nestas.

Apesar disso, sua maior concentração geral foi aferida a jusante do Rio Bubu, em Cariacica (BUB1C010), onde se obteve uma média geométrica geral de 29.345 NMP/100 mL para o período de 2007 a 2020. Cabe ressaltar que os pontos a montante deste mesmo corpo hídrico apresentam uma conduta em concordância com os limites legais, constatando um significativo despejo de cargas orgânicas neste trecho.

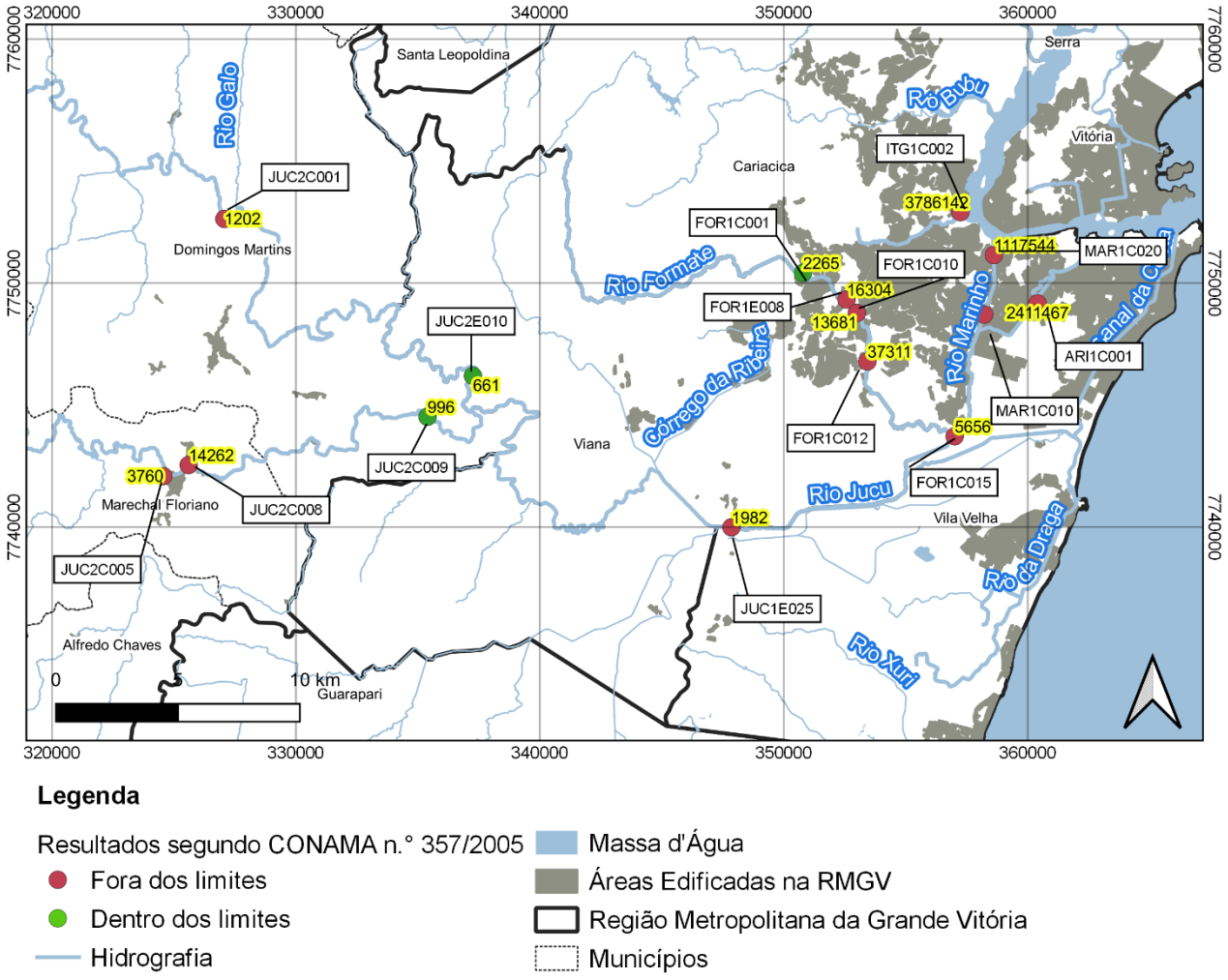
Finalmente, o Quadro 51 apresenta os resultados anuais obtidos para o grupo de Coliformes Termotolerantes na BH do Rio Jucu, enquanto a Figura 91 ilustra a distribuição espacial das concentrações gerais do período de 2017 a 2020 na bacia.

Quadro 51 – Resultados médios anuais de Fósforo Total no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em mg/L)

Estação	JUC2C001	JUC2E010	JUC2C005	JUC2C008	JUC2C009	JUC1E025	FOR1C001	FOR1E008	FOR1C010	FOR1C012	FOR1C015	MAR1C010	ARI1C001	MAR1C020	ITG1C002
Corpo Hídrico	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Norte	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu Braço Sul	Rio Jucu	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Formate	Rio Marinho	Rio Aribiri	Rio Marinho	Córrego Piranema
Enquad.	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2 Salobra	Classe 2 Salobra
Limites	200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
2007	700	45	5.400	140	3.500	490	2	2	9.200	2	110	1.100	1.600.000	170.000	5.400
2008	463	121	10.604	17.271	559	921	1.435	1.429	2.697	3.773	1.561	4.947	324.794	182.645	160.000
2009	395	616	5.630	14.422	2.704	5.115	518	7.543	8.743	21.220	7.694	220.176	440.592	2.168.645	783.496
2010	567	777	3.877	2.034	473	447	4.909	69.749	88.992	286.885	10.936	213.416	734.036	333.398	1.845.642
2011	586	2.065	1.691	62.217	490	2.298	2.065	92.952	29.394	195.959	17.944	1.649.242	920.000	7.048.404	3.836.665
2012	330	330	2.400	35.000	-	1.300	49.000	1.100.000	160.000	1.400.000	-	3.500.000	16.000.000	5.400.000	9.200.000
2013	530	526	1.883	3.566	-	698	408	2.235	1.853	7.261	1.337	6.377	1.342.844	36.380	179.231
2014	2.718	542	1.309	12.028	-	2.339	2.803	8.735	3.778	23.929	7.952	1.625.926	2.795.269	1.485.765	485.680
2015	2.608	685	5.878	58.088	-	17.434	9.068	10.024	21.970	12.634	9.132	5.454.052	1.568.205	2.165.638	17.075.167
2016	-	481	-	-	-	2.425	717	39.798	58.023	30.132	19.107	748.331	920.000.000	521.536	210.000.000
2017	4.226	1.196	2.679	30.334	-	1.204	1.834	85.498	20.125	91.937	8.958	1.531.390	4.558.935	1.907.878	65.165.932
2018	5.403	3.217	5.141	24.968	-	9.107	7.250	68.142	14.244	65.401	5.284	4.357.908	3.531.397	1.956.357	22.786.289
2019	1.073	1.188	5.910	41.467	-	1.732	4.425	23.627	13.999	122.672	7.304	6.130.475	12.722.025	13.618.626	43.325.775
2020	1.528	457	4.870	16.495	-	885	23.870	50.860	18.331	789.872	4.919	2.451.991	23.450.477	3.155.370	31.641.840
Média	1.202	661	3.760	14.262	996	1.982	2.265	16.304	13.681	37.311	5.656	432.215	2.411.467	1.117.544	3.786.142
Desv. Pad.	1.641	847	2.528	20.193	1.449	4.679	13.387	286.419	43.860	398.974	5.762	2.100.619	244.542.245	3.706.852	55.703.111

Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

Figura 91 – Resultados médios gerais de Coliformes Termotolerantes no período de 2007 a 2020 para as estações da BH do Rio Jucu (em NMP/100 mL).



Fonte: Adaptado de AGERH, 2020b.

A análise dos Coliformes Termotolerantes na BH do Rio Jucu demonstra um comportamento semelhante aos demais parâmetros, sobretudo dos Sólidos. De forma geral, verificou-se um considerável incremento em suas concentrações a jusante do centro urbano de Marechal Floriano, onde seus resultados gerais passaram de 3.760 NMP/100 mL (JUC2C005) para 14.262 NMP/100 mL (JUC2C008), assim como na altura de Domingos Martins (JUC2C001), com 1.202 NMP/100 mL.

Apesar disso, as aferições feitas mais adiante nos braços norte e sul do Rio Jucu indicam uma depuração desta contaminação, visto que as concentrações dos Coliformes apresentaram uma

melhora, inclusive entrando em concordância com o limite para as águas Classe 2 de 1.000 NMP/100 mL.

Entretanto, a concentrações gerais de Coliformes Termotolerantes revelaram um significativo acréscimo em seus valores à medida que as águas dos Rios Formate, Marinho, Aribiri e Itanguá/Córrego Piranema adentram no território urbano da Região Metropolitana. Merecem destaque as aferições referentes às estações próximas ao deságue destes corpos na Baía de Vitória, com 3.786.142 NMP/100 mL (ITG1C002), 2.411.467 NMP/100 mL (ARI1C001) e 1.117.544 NMP/100 mL (MAR1C020).

Contribuições Sanitárias Municipais

Após à análise do IQA e dos parâmetros de qualidade obtidos pelo monitoramento feito pela AGERH nos corpos hídricos estaduais, é importante ressaltar as cargas de DBO advindas das zonas urbanas e rurais dos municípios que compõem as duas bacias que abrigam os corpos hídricos de maior fragilidade em termos de qualidade da água.

Para tanto, recorreu-se ao Plano de Bacias destas para o levantamento das cargas diárias urbanas e rurais de DBO, conforme exibem os Quadros 52 e 53 adiante. Nestas, as cargas brutas correspondem à geração total de matéria orgânica, ao passo que as remanescentes se referem ao montante restante após a depuração das cargas brutas pelos processos de tratamento de esgoto de cada município em análise.

Quadro 52 – Carga de DBO nas regiões urbana e rural dos municípios integrantes da BH do Rio Santa Maria da Vitória (em mg/L)

Município	Dados urbanos				Dados rurais				Totais			
	Carga urbana remanescente de DBO_5 (kg/dia)		Carga urbana bruta de DBO_5 (kg/dia)		Carga rural remanescente de DBO_5 (kg/dia)		Carga rural bruta de DBO_5 (kg/dia)		Total remanescente de DBO_5 (kg/dia)		Total bruto de DBO_5 (kg/dia)	
Santa Maria de Jetibá	453,82	3%	644,76	2%	613,31	57%	1.250,22	57%	1.067,13	6%	1.894,98	5%
Santa Leopoldina	115,90	1%	141,05	0%	209,92	20%	451,42	21%	325,82	2%	592,47	2%
Serra	2.998,07	17%	7.775,10	22%	18,39	2%	42,73	2%	3.016,46	16%	7.817,83	20%
Cariacica	8.000,87	45%	10.095,96	28%	230,03	21%	450,22	21%	8.230,90	43%	10.546,18	28%
Vitória	6.399,32	36%	17.421,45	48%	0,00	0%	0,00	0%	6.399,32	34%	17.421,45	46%
Total	17.967,98	100%	36.078,32	100%	1.071,65	100%	2.194,59	100%	19.039,63	100%	38.272,91	100%

Fonte: Adaptado de IEMA, 2016.

Quadro 53 – Carga de DBO nas regiões urbana e rural dos municípios integrantes da BH do Rio Jucu (em mg/L)

Município	Dados urbanos				Dados rurais				Totais			
	Carga urbana remanescente de DBO_5 (kg/dia)		Carga urbana bruta de DBO_5 (kg/dia)		Carga rural remanescente de DBO_5 (kg/dia)		Carga rural bruta de DBO_5 (kg/dia)		Total remanescente de DBO_5 (kg/dia)		Total bruto de DBO_5 (kg/dia)	
Domingos Martins	294,22	1%	417,10	1%	662,73	61%	1.298,32	61%	956,95	4%	1.715,42	4%
Marechal Floriano	318,82	2%	379,36	1%	193,93	18%	369,08	17%	512,75	2%	748,44	2%
Guarapari	0,00	0%	0,00	0%	24,86	2%	58,36	3%	24,86	0%	58,36	0%
Viana	1.870,47	9%	3.193,45	9%	98,00	9%	189,18	9%	1.968,47	9%	3.382,63	9%
Cariacica	5.709,65	28%	10.577,94	29%	76,83	7%	150,36	7%	5.786,48	27%	10.728,30	28%
Vila Velha	12.016,89	59%	22.051,79	60%	27,28	3%	55,28	3%	12.044,17	57%	22.107,07	57%
Total	20.210,05	100%	36.619,64	100%	1.083,63	100%	2.120,58	100%	21.293,68	100%	38.740,22	100%

Fonte: Adaptado de IEMA, 2016.

Em termos da BH do Rio Santa Maria da Vitória, verifica-se uma geração diária bruta de 38.272,91 kgDBO_5/dia, das restam 19.039,63 kgDBO_5/dia, evidenciando um tratamento de somente 50,25%. Suas maiores cargas brutas urbanas são geradas em Vitória (48% da bacia), Cariacica (28%) e Serra (22%). No entanto, o ranking sofre algumas alterações após as etapas de tratamento, de modo que as principais cargas remanescentes agora referem-se a Serra (45%), Vitória (36%) e Cariacica (17%). Já na zona rural, as maiores cargas brutas e remanescentes ocorrem em Santa Maria de Jetibá (57%) e Santa Leopoldina e Cariacica (ambos com 21%).

Tratando-se da BH do Rio Jucu, os municípios nele inseridos são responsáveis pela produção bruta de 38.740,22 kgDBO_5/dia. Do total gerado, apenas 45,03% são eliminados pelos sistemas de esgotamento sanitário existente, de modo que o remanescente na bacia atinge a marca de 21.293,68 kgDBO_5/dia. Suas cargas brutas e remanescentes mais expressivas foram verificadas em Vila Velha (60% e 59%, respectivamente) e Cariacica (29% e 28%). Enquanto isso, as cargas rurais ocorrem predominantemente em Domingos Martins (61% para ambas as cargas) e Marechal Floriano (17% das cargas brutas e 18% das remanescentes).

Balneabilidade das praias da RMGV

O estudo da balneabilidade das praias situadas na RMGV será realizado na etapa M2 deste trabalho, uma vez que depende de documentos que ainda estão sendo levantados.

3.4. PONTOS DE INSTABILIDADE GEOTÉCNICA

A utilização do termo suscetibilidade pode ser sintetizada como a predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico. Para esse estudo o tema avaliado com base em susceptibilidade é a geotécnica, com foco em movimentos gravitacionais de massa e inundação.

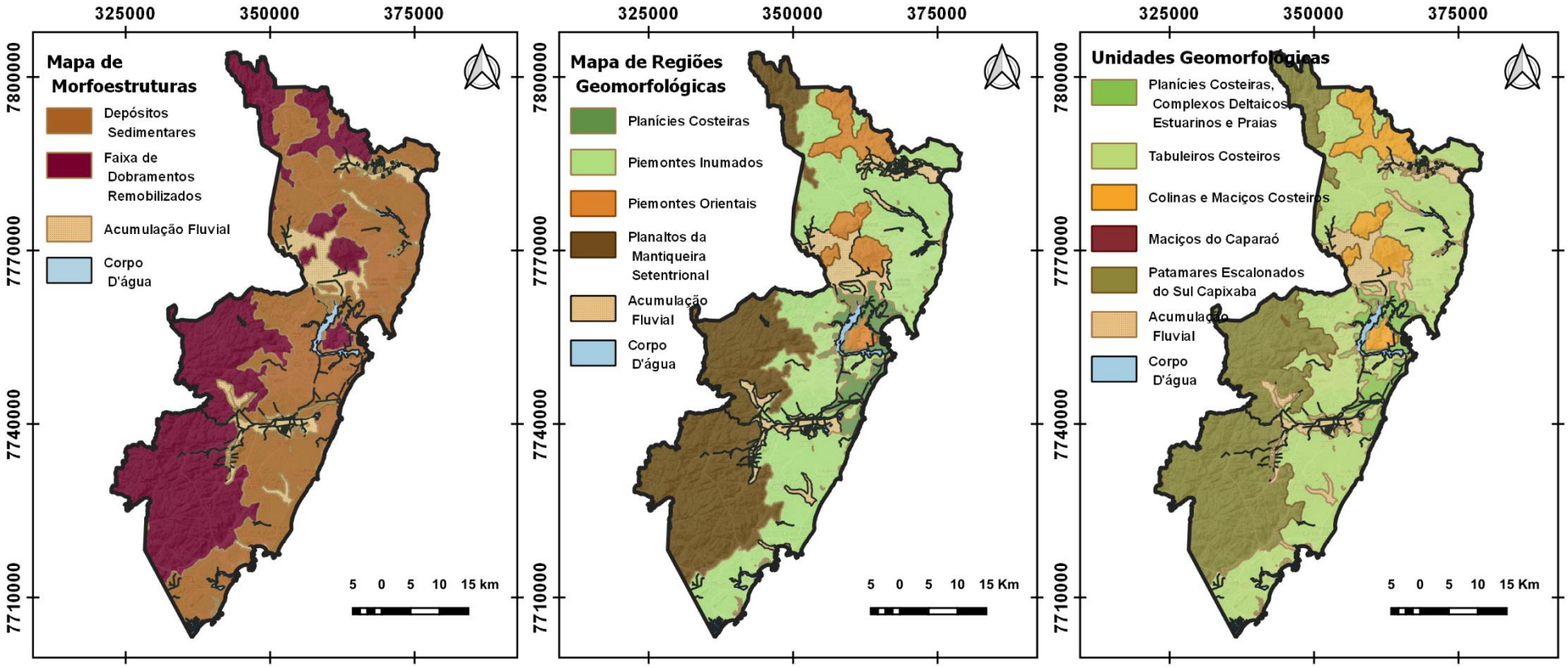
A definição da tipologia de processos do meio físico a analisar para fins de mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundação se fundamentam na potencialidade para a geração de desastres naturais, de acordo com registros históricos disponíveis no País. Para isso, utilizam-se classificações básicas encontradas em manuais técnicos e publicações de síntese na Nota Técnica Explicativa para Susceptibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

A seguir a Região Metropolitana é detalhada segundo os aspectos referentes à sua geomorfologia e geologia. Posteriormente é apresenta uma discussão acerca da susceptibilidade municipal a movimentos gravitacionais de massa e inundação.

Geomorfologia

Segundo o Mapeamento Geomorfológico elaborado pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), a Região Metropolitana da Grande Vitória abrange 6 unidades geomorfológicas constituídas por diferentes amplitudes, variando de unidades mais a menos estruturadas. Adiante segue um breve detalhamento de cada uma destas, enquanto a Figura 92 ilustra sua espacialização na área de estudo.

Figura 92 - Mapas geomorfológicos para Região Metropolitana da Grande Vitória.



Fonte: Autoria própria.

Tabuleiros Costeiros

Unidade geomorfológica que se distribui desde o sopé das Unidades Chãs Pré Litorâneas, Depressão Marginal, Patamares Escalonados e Baixadas Litorâneas, até as Planícies Quaternárias. São formados por sedimentos cenozoicos do Grupo Barreiras, constituídos por camadas de diferentes espessuras de areias e argilas variegadas, com eventuais camadas cascalhosas. Desconsiderando a massa d'água, ocupa 45,48% do território da RMGV, sendo mais presente nos municípios de Serra e Guarapari.

Patamares Escalonados do Sul Capixaba

Feições formadas através do abatimento de blocos, devido a falhas relacionadas ao movimento de abertura do Oceano Atlântico. Apresentam níveis de dissecação, com frentes escarpadas, que as diferenciam de outras unidades geomorfológicas do sul do estado. Correspondem a 34,15% da área da RMGV, ocorrendo predominantemente em Guarapari e Viana.

Acumulação Fluvial

Áreas planas resultantes de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondentes às várzeas atuais, que abrangem 7,95% do território da RMGV. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial, sobretudo no município de Serra.

Colinas e Maciços Costeiros

Unidade geomorfológica de área deprimida, com reduzidos valores altimétricos comparados a outras unidades, reflexo de estruturas dobradas e fraturadas. Engloba 7,28% da RMGV, além de se fazer mais presente em Fundão.

Planícies Costeiras, Complexos Deltaicos, Estuarinos e Praias

Esta unidade geomorfológica é caracterizada por feições planas localizadas próximas à linha de costa. Separada por colinas, maciços e tabuleiros, ela ocorre de maneira descontínua no litoral do Espírito Santo, de modo que, na RMGV, as planícies costeiras ocupam 5,12% de seu território, estando situadas sobretudo em Vila Velha e Vitória.

Maciços do Caparaó

Caracteriza-se por um modelado intensamente dissecado com altitudes médias em torno de 600 m, marcado por grandes elevações maciças, sendo algumas superiores a 2.000 metros de altitude. A conjugação de influências dos eventos tectônicos sobre essas rochas e de climas predominantemente úmidos é percebida nas formas de dissecação intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas e falhas e elevações residuais. Na RMGV, esta unidade responde por apenas 0,01% de sua área, ocorrendo apenas em Viana.

Geologia

A RMGV é constituída por 16 unidades litológicas (vide Figura 93), variando desde rochas cristalinas ígneas e metamórficas a unidades sedimentares. Essa gama de unidades litológicas representa a diversificação das formas de relevo e feições geológicas presentes na região, com destaque às seguintes.

Complexo Nova Venécia (Np3nv): É a unidade litológica mais antiga pertencente à região, sendo constituída por rochas cristalinas metamórficas e de protólito sedimentar, como os gnaisses peraluminosos. Estes gnaisses encontram-se recobertos pela formação barreiras, aflorando em talvegues.

Granitóides Foliados a Gnáissicos dominantemente metaluminosos (NP3γ1l): Esta unidade é formada pelos Ortognaisses Santa Tereza (NP3γ1lst) e Jequitibá (NP3γ1ljqgr), além do Granitóide Alfredo Chaves (NP3γ1lac).

Suíte Bela Joana (NP3γ2): Formada por corpos Granitóides, esta unidade possui um formato alongado na direção NE-SW e cerca de 250 km de extensão. Apresenta duas variações na área de estudo: NP3γ2bj e NP3γ2bjt.

Leucogranito Carlos Chagas (NP3γ2Scc): Esta é a subunidade deformada da Suíte Carlos Chagas e, como tal, encontra-se afetada pelo Alinhamento Vitória-Ecoporanga, ou Feixe Vitória-Ecoporanga, ou Feixe de Lineamentos Colatina.

Unidade Granada-biotita granito Ataléia (NP3γ2Sat): Esta é representada por granada-biotita granito. Sua ocorrência na RMGV dá-se a sudeste de Fundão, caracterizada por falha ou zona de cisalhamento transtracional dextral. Nesta, os marcadores são porfiroclastos de feldspato, que indicam movimento dextral e que a componente normal pode ser visualizada em paredão verticalizado que constitui uma continuidade deste afloramento.

Ribeirão Jacarandá (εγ3lqd): Granitoide pouco ou muito foliado, metaluminoso, predominantemente quartzo diorito. São corpos magmáticos arredondados, intrusivos em paragnaisses do Complexo Nova Venécia. Apresentam coloração acinzentada a esverdeada, granulação média a grossa, estrutura isotrópica e são compostos por quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda, geralmente com pirita disseminada.

Suíte Viana (εγ5lesvi): Essa suíte é dividida em duas subunidades litológicos, Córrego do Minho (εγ5lesvick) e Córrego Boca do Mato (εγ5lesvigr), sendo estas representadas, respectivamente, por um corpo de Charnockito e dois corpos de granito individualizados ao sul de Vitória. Os granitos são alcalinos de granulação fina a média por vezes porfirítico, tipo I. Já o Charnockito é porfirítico, metaluminoso, calcioalcalino de alto K.

Suíte Vitória (εγ5lesvi): O Maciço Vitória (εγ5lesvit) é a subunidade litológica predominante da Suíte Vitória na região. É caraterizada como Granito Porfirítico de matriz de granulação média e cor cinza, envolvendo megacristais. Localmente exibe foliação de fluxo magmático e está cortado por diques de basalto. Também se observa autólitos de rocha máfica provavelmente microdiorito. Ainda, são observados, somente em escala de afloramento, migmatitos e leucogranitos do tipo S, especialmente nas ilhas e costões rochosos que bordejam o mar. O maciço está representado por vários corpos individualizados de granito porfirítico. A outra subunidade litológica presente é o Maciço Mestre Álvaro (εγ5lesvigr), que se trata de um maciço de composição heterogênea, ocorrendo granito porfirítico. Também ocorre diorito, porém não foi cartografado durante a execução da cartografia geológica da folha Vitória. Este maciço está representado por dois corpos situados no município de Serra.

Suíte Fundão (εγδ5esfu): As duas subunidades presentes na RMGV, sendo uma delas o Córrego Mucurutá: Charnockito (εγδ5esfuck). Esta ocorre nos arredores da localidade de Fundão, sendo macroscopicamente uma rocha bastante uniforme, de granulação grosseira, cor esverdeada em

superfícies frescas e amarronzada quando parcialmente intemperizada. Não apresenta qualquer estruturação visível. A outra subunidade é representada pelo Córrego Chapada Grande: granito (εγδ5esfugr), que se constitui de dois corpos maciços que estão incluídos neste domínio. Apresenta uma matriz de granulação média e cor cinza, envolvendo megacristais.

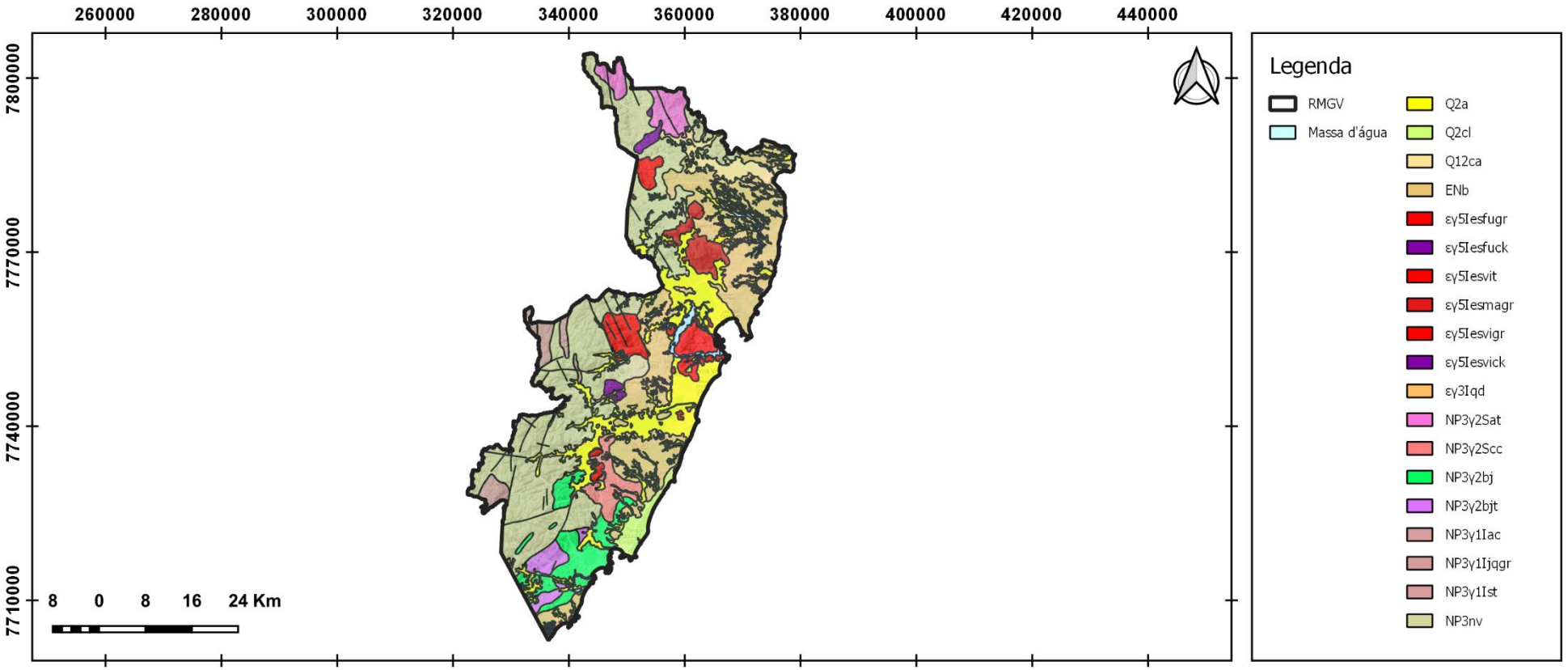
Grupo Barreiras (ENb): Constitui-se de depósitos detríticos pobremente selecionados com granulometria cascalhosa, areia e argila, além de geralmente conter horizontes lateríticos. Ocorrem sob forma de tabuleiros costeiros, aflorando, por vezes, em forma de falésias costeiras. Na RMGV, o Grupo Barreiras distribui-se segundo uma faixa aproximadamente alongada no sentido N-S, situando-se grande parte entre o embasamento cristalino e os depósitos quaternários da baixada costeira.

Depósitos aluviais e coluviais indiferenciado (Q12ca): São todos os depósitos argilo-arenosos encontrados nos vales frequentemente acima do limite atingido pela penúltima transgressão ocorrida no Pleistoceno. Esses depósitos foram reunidos em um único grupo, porque nesses vales podem ser encontrados depósitos de idades diferentes e que não poderiam ser separados em um mapeamento em escala de reconhecimento.

Cordões litorâneos recentes (Q2cl): Na RMGV, os cordões litorâneos distribuem-se formando uma faixa praticamente contínua ao longo da costa, em toda extensão da frente deltaica, assumindo larguras que podem assumir dimensões variadas.

Depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes (Q2a): Esses depósitos se estendem por algumas centenas de metros segundo uma direção leste-oeste acima do Grupo Barreiras, parecendo representar antigos canais fluviais. Ocorrem por todo litoral da RMGV e são litologicamente diferenciados em depósitos aluvionares ou areias brancas. O primeiro tipo constitui aluviões formados por depósitos de areias quartzosas grossas, de grãos angulosos mal selecionados, conglomeráticas, micáceas, com intercalações argilo-sílticas e argilosas. Enquanto isso, as areias brancas são quartzosas, de granulação média a grossa e mal selecionadas.

Figura 93 - Unidades litológicas da Região Metropolitana da Grande Vitória.



Fonte: Autoria própria.

Susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa

Uma área cujos terrenos apresentam características que tendem a favorecer a ocorrência de movimentos rápidos (deslizamento) ou movimentos lentos (rastejo), são ocasionadas pela associação de fatores naturais que podem ser potencializados com a ação antrópica no meio. O Relevo associado a amplitude altimétrica, declividade, geologia, pedologia e intensidade pluviométrica, podem facilitar ou dificultar a propensão dos processos de movimentos de massa. O vínculo e correlação entre os fatores predisponentes são a base para a compreensão e aplicação do conceito de suscetibilidade a movimento gravitacional de massa.

Cariacica

Em relação aos resultados avaliados para susceptibilidade de movimentos gravitacionais para o município de Cariacica observou-se:

A classe de maior susceptibilidade “Alta” localiza-se na porção oeste do município, onde ocorre o aumento na amplitude altimétrica e mudança no relevo. Está intimamente associada a estruturas de cicatrizes e ravinas nas encostas. Nesta porção também ficam definidas as áreas/zonas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurradas, Figura 94.

Apesar disso, a maior parte da mancha urbana de Cariacica fica localizada em área de classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa, ocupando 99,5% desta (vide Quadro 54).

Ademais, os campos de blocos ou depósito de talus encontram-se em porções com menor altitude e declividade, com classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

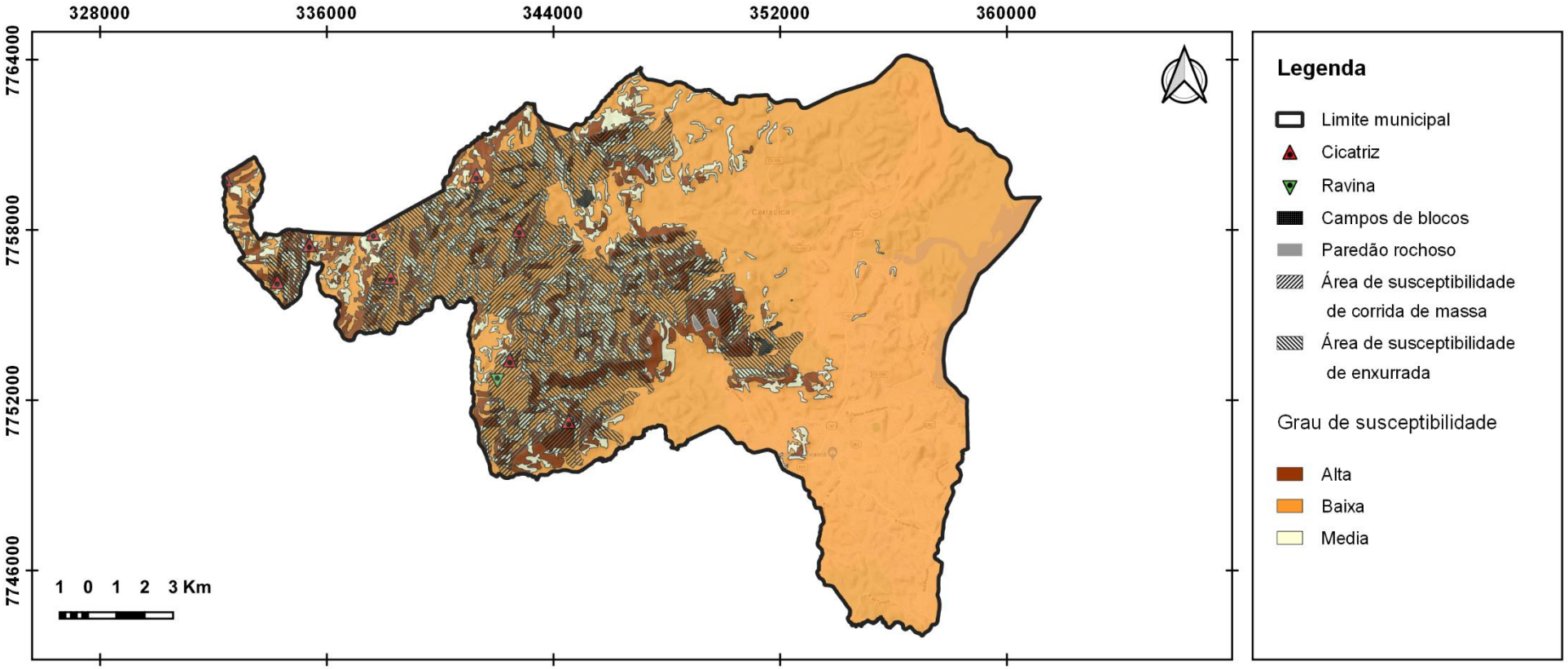
Quadro 54 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Cariacica.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
Alta	- Relevo: serras e morros altos; - Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; - Amplitudes: 40 a 380 m;	29,2	10,4	0,04	0,1

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	- Declividades: > 25°; - Litologia: gnaisses paraderivados com porções migmatíticas; - Densidade de lineamentos/estruturas: alta; - Solos: pouco evoluídos e rasos; - Processos: deslizamento e queda de rocha.				
Média	- Relevo: morros altos; - Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; - Amplitudes: 40 a 280 m; - Declividades: 10 a 30°; - Litologia: gnaisses paraderivados com porções migmatíticas; - Densidade de lineamentos/estruturas: média; - Solos: evoluídos e moderadamente profundos; - Processos: deslizamento e queda de rocha.	33,4	11,9	0,36	0,4
Baixa	- Relevo: planícies e terraços fluviais/marinhos e colinas; - Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos; - Amplitudes: < 220 m; - Declividades: < 15°; - Litologia: gnaisses paraderivados com porções migmatíticas; - Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; - Solos: aluviais/marinhos; evoluídos e profundos nas colinas; - Processos: deslizamento e queda de rocha.	217	77,7	82,34	99,5

Fonte: Autoria própria.

Figura 94 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Cariacica.



Fonte: Autoria própria.

Fundão

Já em Fundão percebe-se que as áreas de maior susceptibilidade (“Alta”) estão localizadas nas zonas oeste e nordeste do município, onde ocorre o aumento na amplitude altimétrica e mudança no relevo. Elas estão intimamente associadas a estruturas de erosão laminar que ocorrem em diversos pontos espalhados pelo município, embora seja observada uma concentração dessas erosões na porção sul da cidade.

Nestas porções com classificação alta também ficam definidas as áreas/zonas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurradas, conforme ilustra a Figura 95.

Adicionalmente, os depósitos de encostas são normalmente encontrados nos flancos dos pequenos morros/colinas com classificação “média” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa. Enquanto isso, os campos de blocos ou depósito de talus encontram-se em porções com menor altitude e declividade, classificados, portanto, como “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

Por fim, salienta-se que a maior parte da mancha urbana de Fundão está em zonas de susceptibilidade predominantemente “baixa”, sendo que estas detêm 64,89% de sua área urbana total (vide Quadro 55 abaixo).

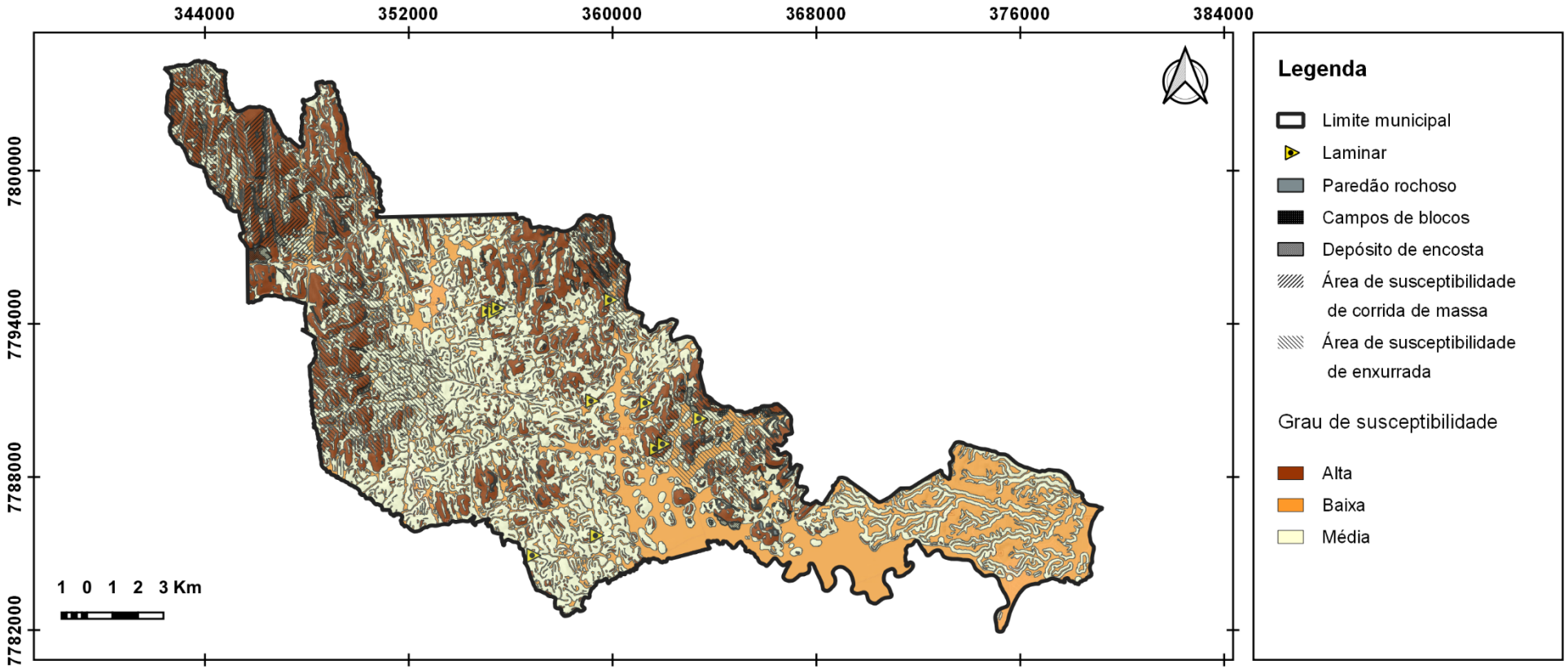
Quadro 55 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Fundão.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: relevo serrano, morros altos, morros baixos, rampa de colúvio/tálus; Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; Amplitudes: 400 a 980m; Declividades: > 20°; Litologia: gnaisse milonítico, granada gnaisse e metamarga anfibolito, mármore e quartzito; Densidade de lineamentos/estruturas: alta; Solo: predomínio de solos rasos pouco evoluídos; Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.	68,8	2,36	0,01	0,03
Média	Relevo: relevo serrano, morros altos, morros baixos, rampa de	140,0	46,61	2,56	34,97

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	colúvio/tálus; Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; Amplitudes: 640 a 2.000 m; Declividades: 10 a 20°; Litologia: gnaisse milonítico, granada gnaisse e metamarga anfibolito, mármore, charnokito. Densidade de lineamentos/estruturas: média; Solo: predomínio solos rasos com horizonte C profundo (saprólito); Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo				
Baixa	Relevo: colinas, planície, topo de morros, rampa de colúvio/tálus, rampa de alúvio-colúvio de tálus e topos planos em região serrana; Forma das encostas: convexas suavizadas; Amplitudes: predomina em amplitudes < 920 m e em topo plano de serra e morros; Declividades: < 20°; Litologia: gnaisse milonítico, granada gnaisse e metamarga anfibolito, mármore, charnokito. Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; Solo: predomina solos profundos bem desenvolvidos; Processos: deslizamento, rastejo e localmente (vertentes recobertas por depósitos de encosta) pode ocorrer queda de rocha.	80,4	27,93	4,75	64,89

Fonte: Autoria própria.

Figura 95 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Fundão.



Fonte: Autoria própria.

Guarapari

No município de Guarapari, sua porção mais a oeste, onde ocorre o aumento na amplitude altimétrica e mudança no relevo, foi classificada como de maior susceptibilidade. Esta está intimamente associada a estruturas de cicatriz e ravinas em encostas predominantemente verificadas em áreas com relevo mais acentuado e de maior vulnerabilidade. Nestas porções também ocorrem as zonas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurrada (Figura 96).

Os depósitos de encostas são normalmente encontrados nos flancos dos grandes morros/colinas com classificação “alta” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa. Já os campos de blocos ou depósito de talus encontram-se em porções com menor altitude e declividade, comumente na interface da planície costeira com a regiões de serra, com classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

Por fim, a maior parte da mancha urbana de Guarapari fica localizada em zona de classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa, localizada a leste, na planície costeira, e contabilizando 98,17% de sua área (vide Quadro 56).

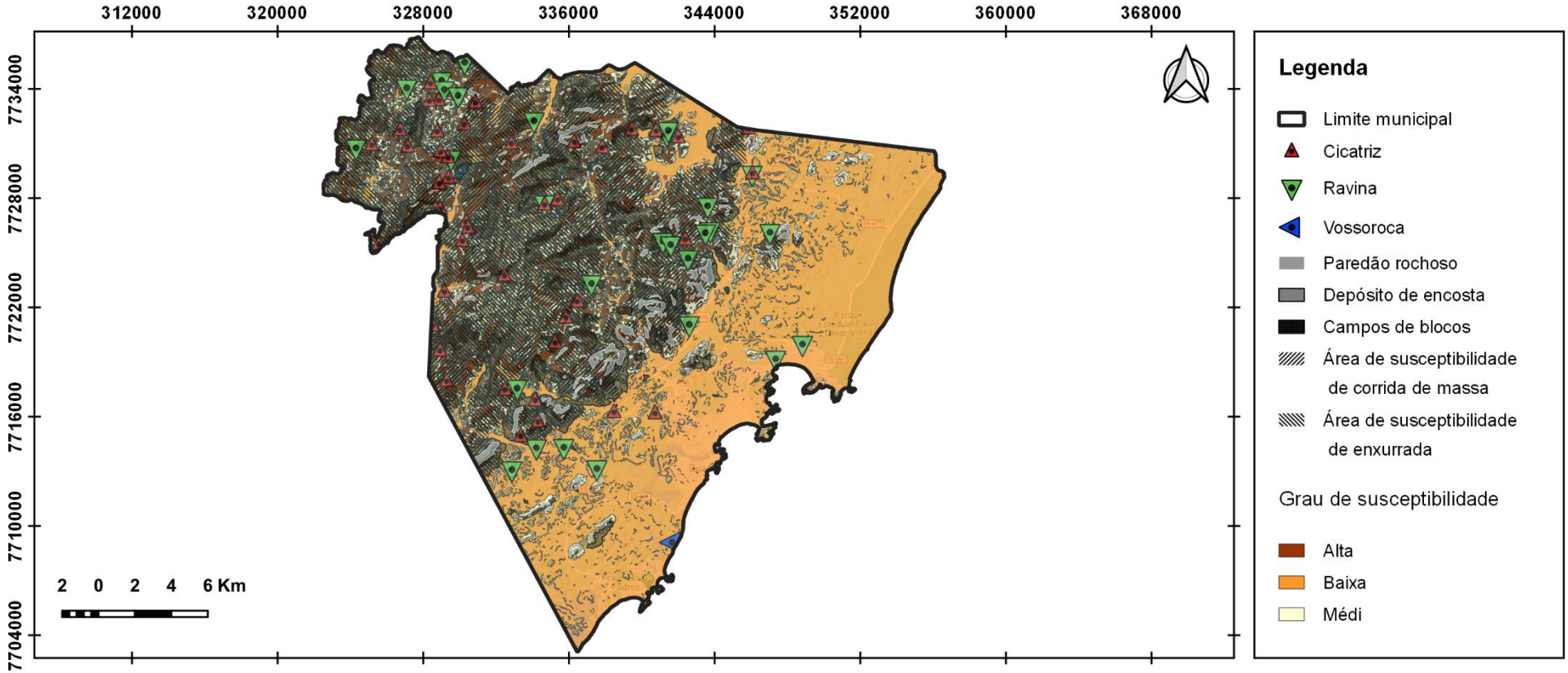
Quadro 56 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Guarapari.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
Alta	Relevo: relevo serrano, morros altos, morros baixos, rampa de colúvio/tálus, rampa de alúvio-colúvio e serras baixas; Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; Amplitudes: 60 a 800 m; Declividades: > 20°; Litologia: ortognaisses, gnaisses miloníticos, metamarga, granada gnaisse, charnockito, enderbito, anfibólio, mármore e quartzito; Densidade de lineamentos/estruturas: alta; Solo: predomínio de solos rasos pouco evoluídos; Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.	135,22	22,76	0,01	0,03
Média	Relevo: relevo serrano, morros altos, morros baixos, rampa de	151,89	25,56	0,51	1,80

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	colúvio/tálus, rampa de alúvio-colúvio, serras baixas, colinas, morrotes e baixos platôs dissecados; Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; Amplitudes: 40 a 800 m; Declividades: 10 a 20°; Litologia: ortognaisses, gnaisses miloníticos, metamarga, granada gnaisse, charnockito, enderbito, anfibólio, mármore e quartzito; Densidade de lineamentos/estruturas: média; Solo: predomínio solos rasos com horizonte C profundo (saprólito); Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.				
Baixa	Relevo: colinas, baixos platôs, baixos platôs dissecados, tabuleiros, planície de inundação, colinas dissecadas e morros baixos, rampa de colúvio/tálus, rampa de alúvio-colúvio de tálus, morros baixos e terraços marinhos; Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos; Amplitudes: predomina em amplitudes < 60 m e em topo plano de serra, morro e relevos residuais; Declividades: < 20°; Litologia: charnockito e enderbito, areia, argila, silte, arenito conglomerático, argilito arenoso, conglomerado e siltito; Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; Solo: predomina solos profundos bem desenvolvidos; Processos: deslizamento, rastejo e localmente (vertentes recobertas por depósitos de encosta) pode ocorrer queda de rocha. Solos: aluviais/marinhos; evoluídos e profundos nas colinas; Processos: deslizamento e queda de rocha.	307,06	51,68	27,70	98,17

Fonte: Autoria própria.

Figura 96 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Guarapari.



Fonte: Autoria própria.

Serra

Em relação aos resultados avaliados para susceptibilidade de movimentos gravitacionais para o município de Serra tem-se que suas porções oeste e central é classificada como de maior susceptibilidade. Além de estarem intimamente associadas a estruturas de erosão laminar e de ravina, lá verifica-se um aumento na amplitude altimétrica e mudança no relevo, com influência direta do Maciço Mestre Álvaro. Nestas porções também ficam definidas as áreas/zonas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurradas, (conforme ilustrado na Figura 97).

Seus depósitos de encostas são normalmente encontrados nos flancos dos grandes morros/colinas, com classificação “alta” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa. Já os campos de blocos ou depósito de talus encontram-se em porções com menor altitude e declividade, com classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

Em termos de sua mancha urbana, esta fica localizada em área de classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa, ocupando 106,9 km^2, isto é, 69,2% de sua área urbana total (vide Quadro 57).

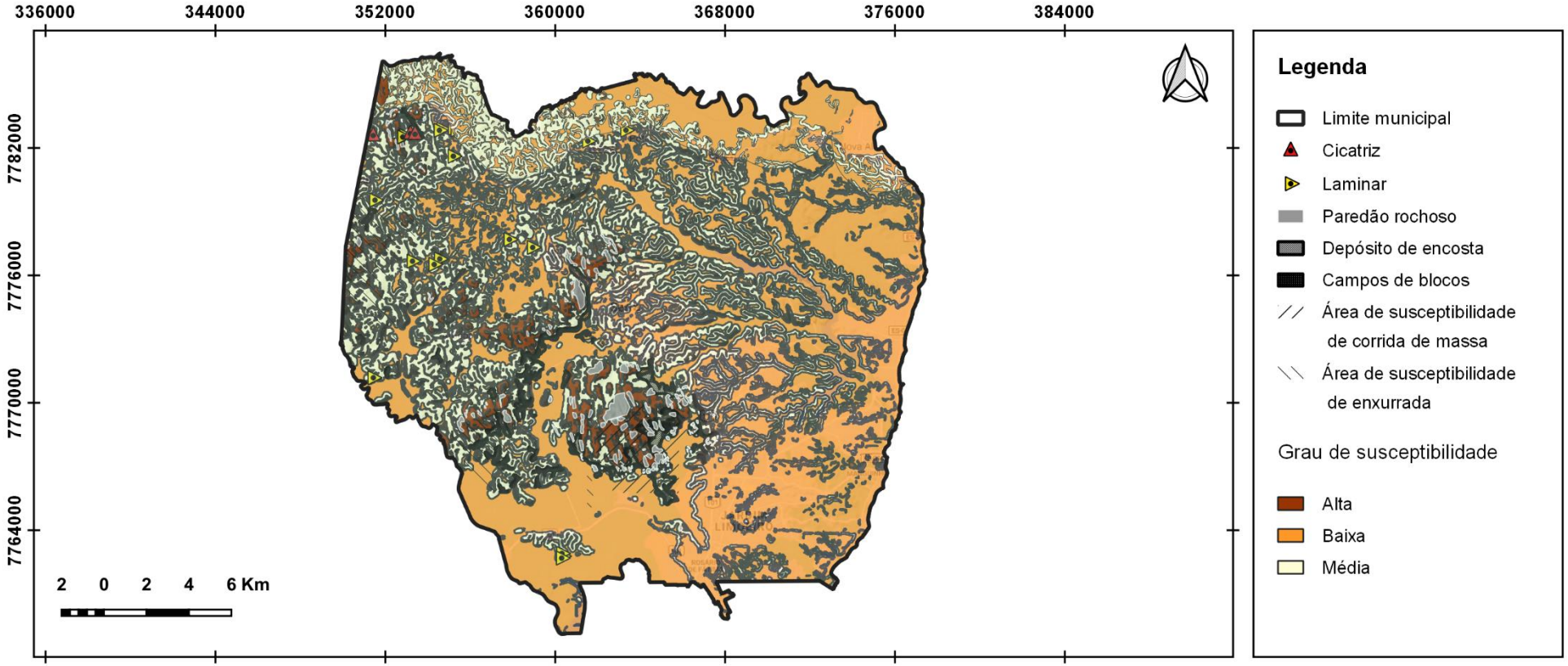
Quadro 57 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Serra.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: relevo serrano, morros altos, morros baixos, rampa de colúvio/tálus; Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; Amplitudes: 820 a 2200m; Declividades: > 20°; Litologia: migmatitos,hiperstênio granito, paragnaisses migmatíticos, gnaisse tonalítico e quartzito; Densidade de lineamentos/estruturas: alta; Solo: predomínio de solos rasos pouco evoluídos; Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.	35,5	6,48	1,5	0,1
Média	Relevo: relevo serrano, morros altos, morros baixos, rampa de colúvio/tálus; Forma das encostas: convexas a	206,4	37,7	45	29,4

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; Amplitudes: 640 a 2000 m; Declividades: 10 a 20°; Litologia: hiperstênio ortognaisse bandado, migmatitos, hiperstênio granito, paragnaisses migmatíticos, gnaisse tonalítico e quartzito; Densidade de lineamentos/estruturas: média; Solo: predomínio solos rasos com horizonte C profundo (saprólito); Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.				
Baixa	Relevo: colinas, planície, topo de morros, rampa de colúvio/tálus, rampa de alúvio-colúvio de tálus e topos planos em região serrana; Forma das encostas: convexas suavizadas; Amplitudes: predomina em amplitudes < 920 m e em topo plano de serra e morros; Declividades: < 20°; Litologia: hiperstênio ortognaisse bandado, paragnaisses migmatíticos, gnaisse tonalítico, quartzito e depósitos aluvionares; Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; Solo: predomina solos profundos bem desenvolvidos; Processos: deslizamento, rastejo e localmente (vertentes recobertas por depósitos de encosta) pode ocorrer queda de rocha.	305,4	55,8	106,9	69,2

Fonte: Autoria própria.

Figura 97 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Serra.



Fonte: Autoria própria.

Viana

No quesito susceptibilidade a movimentos gravitacionais para o município de Viana, os estudos do CPRM indicam que a classe de maior susceptibilidade está na porção oeste do município, onde também se verifica um aumento na amplitude altimétrica e na mudança no relevo. Está intimamente associada a estruturas de cicatrizes e ravinas nas encostas, sendo que nesta porção também ficam definidas as zonas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurradas (Figura 98).

Adicionalmente, seus depósitos de encostas são normalmente encontrados nos flancos dos grandes e médios morros/colinas com classificação “alta” e “média” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa. Enquanto isso, os campos de blocos ou depósito de talus encontram-se em porções com menor altitude e declividade, sendo classificados como de “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

Por fim, a maior parte da mancha urbana deste município situa-se em área com classificação de “baixa” susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa, ocupando 92,20% de sua área urbana total (vide Quadro 58).

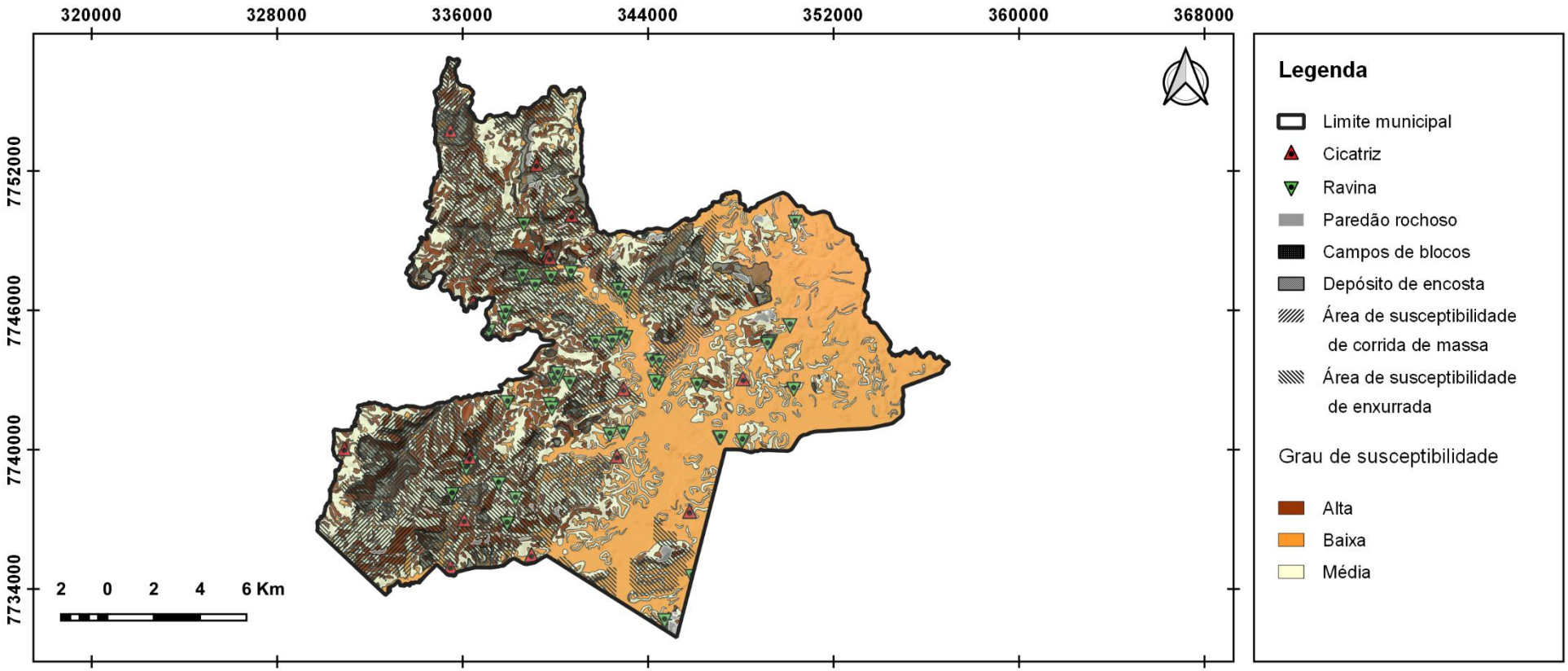
Quadro 58 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Viana.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
Alta	Relevo: predominantemente em domínios serranos, morros altos, inselbergs e outros relevos residuais. Forma das encostas: côncavas. Amplitudes: maiores que 80m. Declividades: entre 20° e 45° no domínio serrano e entre 10° e 30° em morros altos; Litologia: Predomina em migmatitos paraderivados e em Dunitos, peridotitos, anortositos e gabros. Densidade de lineamento/estruturas: Alto. Solos: Sem informação. Processos: deslizamento e rastejo.	61,82	19,77	0,01	0,09
Média	Relevo: predomina na meia encosta dos domínios serranos, morros altos, morros baixos, baixos platôs e baixos platôs dissecados. Forma das encostas: convexas a retilíneas. Amplitudes: entre 20 e 50 m.	122,50	39,17	1,37	7,7

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	Declividades: 10° a 25°. Litologia: Predomina em dunitos, peridotitos, anortositos e gabros, e em migmatidos paraderivados. Densidade de lineamento/estruturas: Médio. Solos: Sem informação. Processos: deslizamento e rastejo.				
Baixa	Relevo: Predomínio terraços fluviais planícies Flúvio-lacustres e planícies de inundação. Ocorre também nos topos de tabuleiros e tabuleiros dissecados, baixos platôs, baixos platôs dissecados, morros baixos e morrotes. Forma das encostas: superfícies aplainadas. Amplitudes: de 0 a 20m e topo dos morros. Declividades: inferiores a 100. Litologia: Predominantemente em depósitos aluvionares. Densidade de lineamento/estruturas: Baixo. Solos: Sem informação. Processos: deslizamento e rastejo.	128,36	41,05	16,44	92,20

Fonte: Autoria própria.

Figura 98 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Viana.



Fonte: Autoria própria.

Vila Velha

Tratando-se de Vila Velha, os resultados avaliados para a susceptibilidade de movimentos gravitacionais indicam quem as porções pontuais a norte do município, onde ocorre o aparecimento de alguns maciços aflorantes, são as que apresentam maior susceptibilidade. Além disso, destacam-se as estruturas de ravinas na porção sul do município, sendo estas associadas a um relevo mais dissecado e menos íngreme. Em ambas essas porções também ficam ocorrem as áreas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurradas, conforme identifica a Figura 99 adiante.

Já em termos dos depósitos de encostas, estes são normalmente encontrados nos flancos dos médios morros/colinas com classificação “alta” e “média” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa, localizados nas porções norte e sul do município. Ademais, os campos de blocos ou depósito de talus encontram-se em porções com menor altitude e declividade, recebendo uma classificação “baixa” para susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

Finalmente, a maior parte da mancha urbana de Vila Velha situa-se em área de “baixa” susceptibilidade a movimentos de massa (que englobam 98,8% de sua área urbana total), conforme é detalhado no Quadro 59.

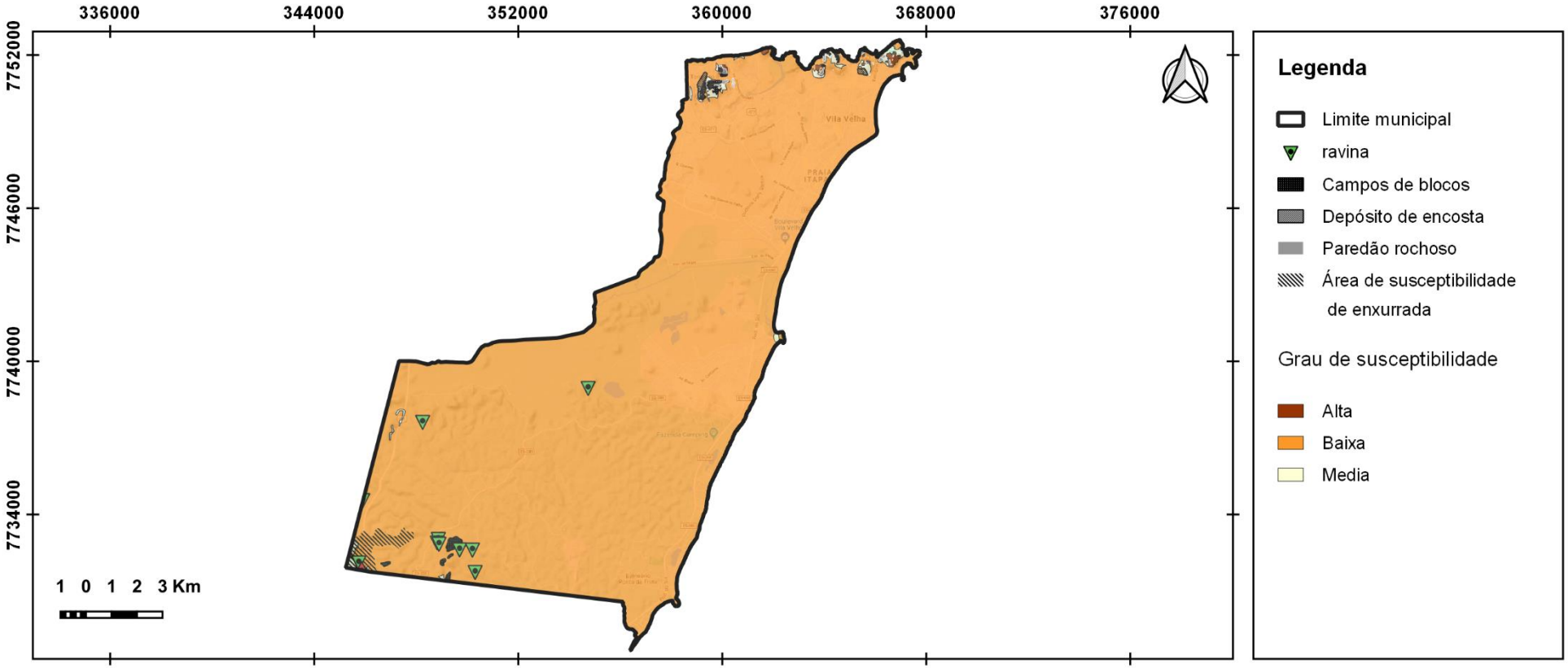
Quadro 59 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Vila Velha.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: morros altos e morros baixos; Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; Amplitudes: 80 a 180 m; Declividades: > 25°; Litologia: gnaisses paraderivados com porções migmatíticas; Densidade de lineamentos/estruturas: alta; Solos: pouco evoluídos e rasos; e Processos: deslizamento e queda de rocha.	0,7	0,3	0,3	0,4
Média	Relevo: morros altos, morros baixos e colinas; Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem;	1,9	0,9	0,6	0,8

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	Amplitudes: 40 a 160 m; Declividades: 10 a 30°; Litologia: gnaisses paraderivados com porções migmatíticas; Densidade de lineamentos/estruturas: média; Solos: evoluídos e moderadamente profundos; e Processos: deslizamento e queda de rocha.				
Baixa	Relevo: planícies e terraços fluviais/marinhos e colinas; Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos; Amplitudes: < 60 m; Declividades: < 15°; Litologia: gnaisses paraderivados com porções migmatíticas; Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; Solos: aluviais/marinhos; evoluídos e profundos nas colinas; e Processos: deslizamento e queda de rocha.	207,3	98,8	71,3	98,8

Fonte: Autoria própria.

Figura 99 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Vila Velha.



Fonte: Autoria própria.

Vitória

Finalmente a análise da susceptibilidade de movimentos gravitacionais no município de Vitória indicam que suas zonas mais susceptíveis se encontram em porções intimamente relacionadas ao Maciço Fonte Grande, onde ocorre uma grande variação de amplitude altimétrica e declividade. Tais poções estão associadas a estruturas de cicatrizes e ravinas nas encostas, que ocorrem em regiões urbanas da capital, caracterizada pela comunidade da Penha e outras situadas mais a norte da cidade. Nestas também ocorrem zonas com maior susceptibilidade a movimentos de massa e enxurradas, vide Figura 100.

Ademais, a maior parte da mancha urbana da capital encontra-se em área de “baixa” susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa (ocorrendo em 77,57% da área urbana, conforme apresenta o Quadro 60 abaixo).

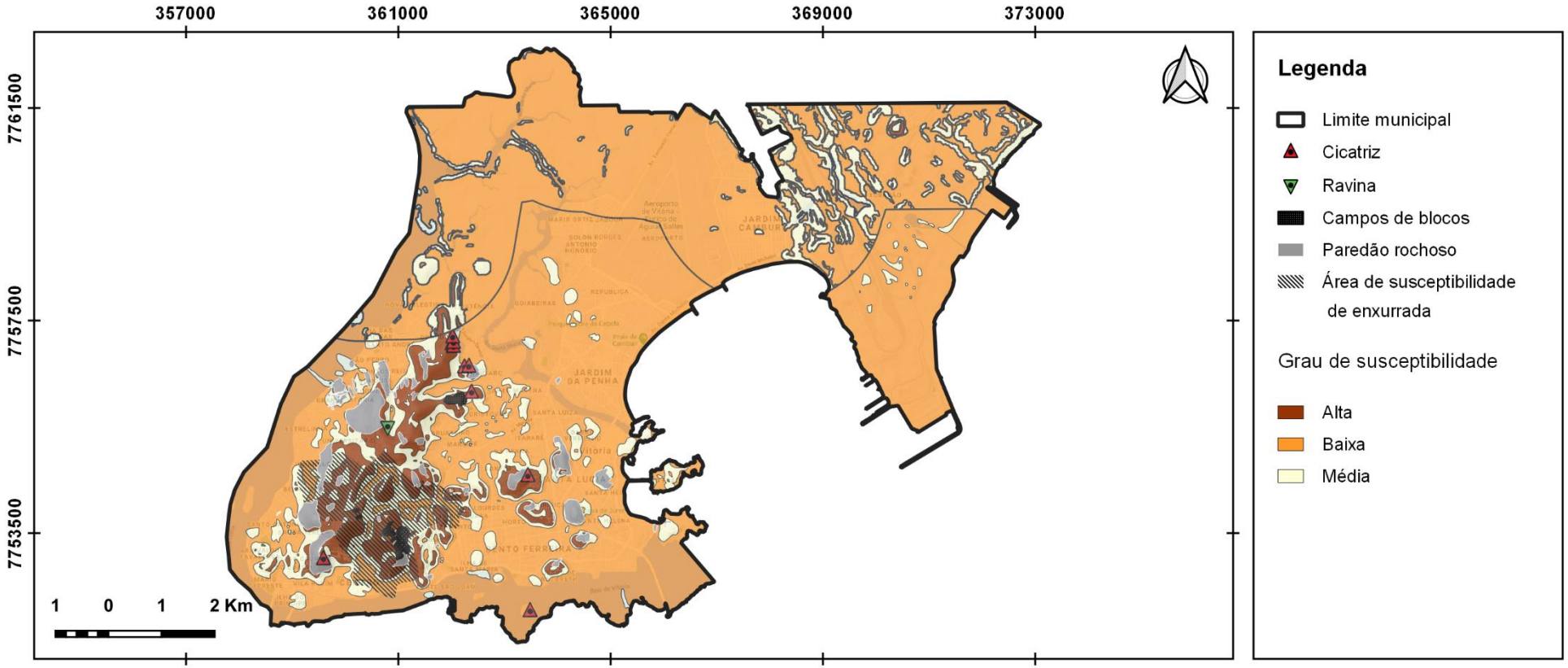
Quadro 60 – Lista de classes de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa com caracterização geral e espacial para o município de Vitória.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
Alta	Relevo: Domínios de morrotes, morros baixos, morros altos, e alinhamentos serranos; Amplitudes: 100 a 300 metros; Declividades: acima de 20º nas áreas de maiores amplitudes (morros altos e alinhamentos serranos), e acima de 30º nas de menores desníveis; Litologia: Granítico. Solo: Neossolos Processo: rastejo, deslizamentos planares, queda e/ou rolamento de blocos, lascas, matacões e formação de cunhas.	6,06	7,20	1,04	4,25
Média	Relevo: colinas e, subordinadamente, tabuleiros dissecados; Amplitudes: 50 e 200 metros; Declividade: entre 10º e 20º. Nas áreas de relevo mais acentuado associam-se a declividades inferiores a 10º; Litologia: granitoides do maciço Vitória, com presença de rochas sedimentares com crosta laterítica associadas ao relevo de tabuleiros dissecados;	10,45	12,42	4,40	17,97

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	Solos: moderadamente desenvolvidos, tais como Argissolos Vermelho-Amarelos e, subordinadamente, Latossolos Vermelho-Amarelos; Processos: rastejo e de deslizamentos (planares ou rotacionais).				
Baixa	Relevo: terrenos suavemente ondulados dos tabuleiros arredondados e/ou alongadas; Amplitudes: iguais ou inferiores a 50m; Declividades: inferiores a 17°; Litologia: rochas sedimentares terciárias; Solos: muito desenvolvidos (Latossolos Vermelho-Amarelos), com a presença de crostas lateríticas; Processos: rastejo.	67,63	80,37	18,99	77,57

Fonte: Autoria própria.

Figura 100 – Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Vitória.



Fonte: Autoria própria.

Susceptibilidade a inundação

O mapeamento de áreas suscetíveis a inundações é desenvolvido de forma empírica, e envolve conceitos de hidrologia e hidráulica, com elaboração de modelos chuva-vazão para simular o comportamento dos escoamentos por meio de análise unidimensional (canal) ou em duas dimensões (acrescentando-se a planície de inundação, com emprego de métodos de elementos finitos ou de diferenças finitas), regionalização de vazões, dentre outras formas.

Esta, por sua vez, envolve análises descritivo-qualitativas dos múltiplos aspectos de um determinado ambiente, como o tipo de solo, a conformação do relevo e a influência da cobertura vegetal, nas condições predisponentes dos terrenos, principalmente nas características geológicas, topográficas e morfológicas das bacias que tendem a favorecer o transbordamento do nível d'água, por ocasião de chuvas intensas.

Assim sendo, adiante são apresentados os resultados voltados aos municípios que compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória no que diz respeito à susceptibilidade destes a eventos de inundações.

Cariacica

Em Cariacica, as zonas de maior susceptibilidade estão localizadas em porções intimamente relacionadas a regiões de planície de inundação da Baía de Vitória e outros cursos de água do município, com amplitude altimétrica e declividade baixa (vide Figura 101). Estas ocorrem principalmente na região leste do município.

Já em termos de sua zona urbanizada, a maior parte de suas áreas susceptíveis a inundações situam-se em zonas de classificação tanto "baixa" (5,6 km^2, ou 6,8% da área urbana total) quanto "alta" (5,4 km^2, ou 6,5%). Salienta-se que esta é uma condição normal para grandes centros desenvolvidos no entorno de cursos d'água.

O Quadro 61 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

Quadro 61 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Cariacica.

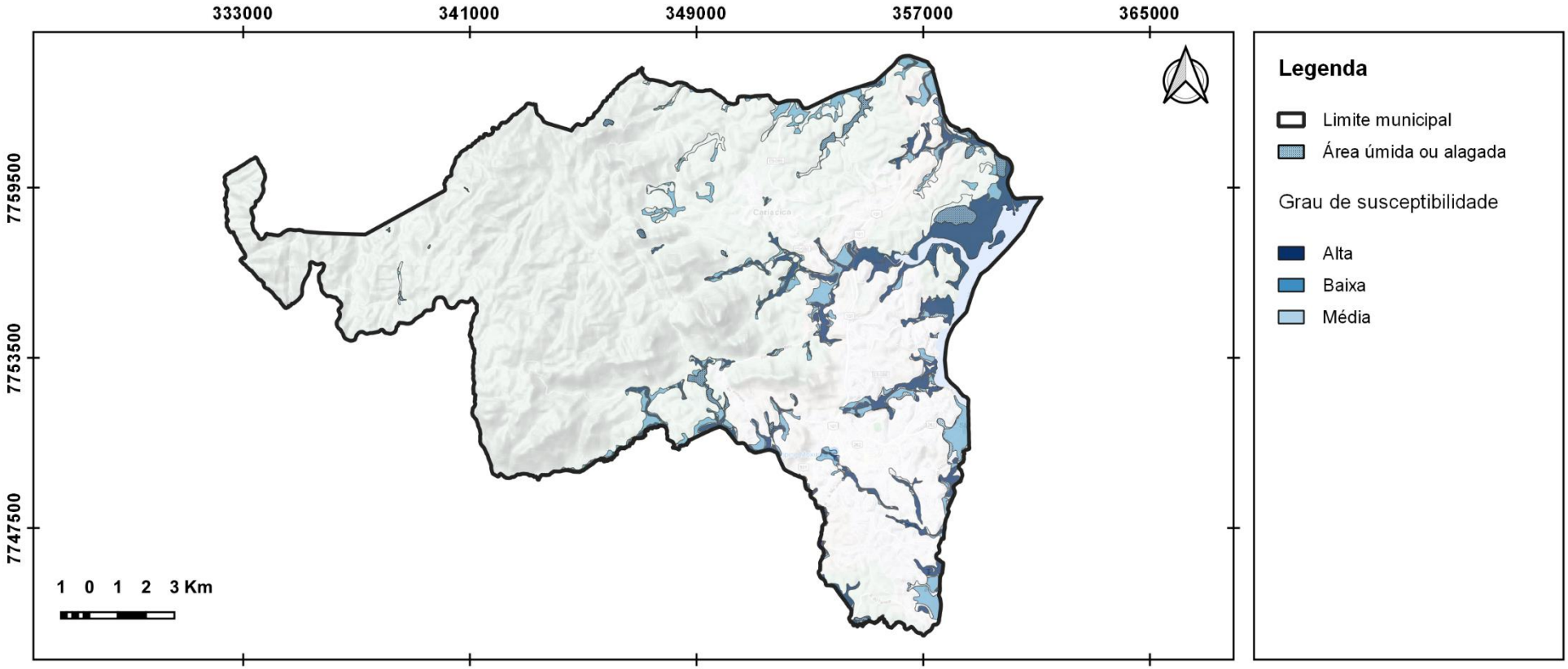
Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas	13,8	4,9	5,4	6,5

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	(< 20); Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; Altura de inundação: até 3 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento; Área de contribuição: grande; Formato: tendendo a circular; Densidade de drenagem: alta; Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso; e Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.				
Média	Relevo: terraços fluviais/marinhos baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 50); Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo- arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; Altura de inundação: entre 3 e 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento; Área de contribuição: intermediária; Formato: circular a alongado; Densidade de drenagem: média; Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retilíneo; e Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.	6,4	2,3	2,2	2,7
Baixa	Relevo: terraços fluviais/marinhos altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 50); Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; Altura de inundação: acima de 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento; Área de contribuição: pequena; Formato: tendendo a alongado; Densidade de drenagem: baixa; Padrão dos canais fluviais: tendendo a	11,0	3,9	5,6	6,8

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	retilíneo; e Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.				

Fonte: Autoria própria.

Figura 101 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Cariacica.



Fonte: Autoria própria.

Fundão

Em Fundão, suas zonas de maior susceptibilidade a inundações são suas porções intimamente relacionadas a regiões de cursos d'água, as quais apresenta amplitude altimétrica e declividade baixas, além dos vales situados no centro do município onde ocorre o acúmulo de água durante chuvas de maior intensidade (Figura 102).

Adicionalmente, verifica-se que a maior parte da zona urbana susceptível no município (1,15 km^2) é cortada por alguns cursos d'água, o que contribui para lhe garantir uma condição de "alta" susceptibilidade a inundações (sendo que estas áreas ocupam 15,71% da área urbana total). Vale ressaltar que Fundão tem dois focos de população, um próximo ao mar e outro localizado dentro da região dominada por serras e colinas.

O Quadro 62 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

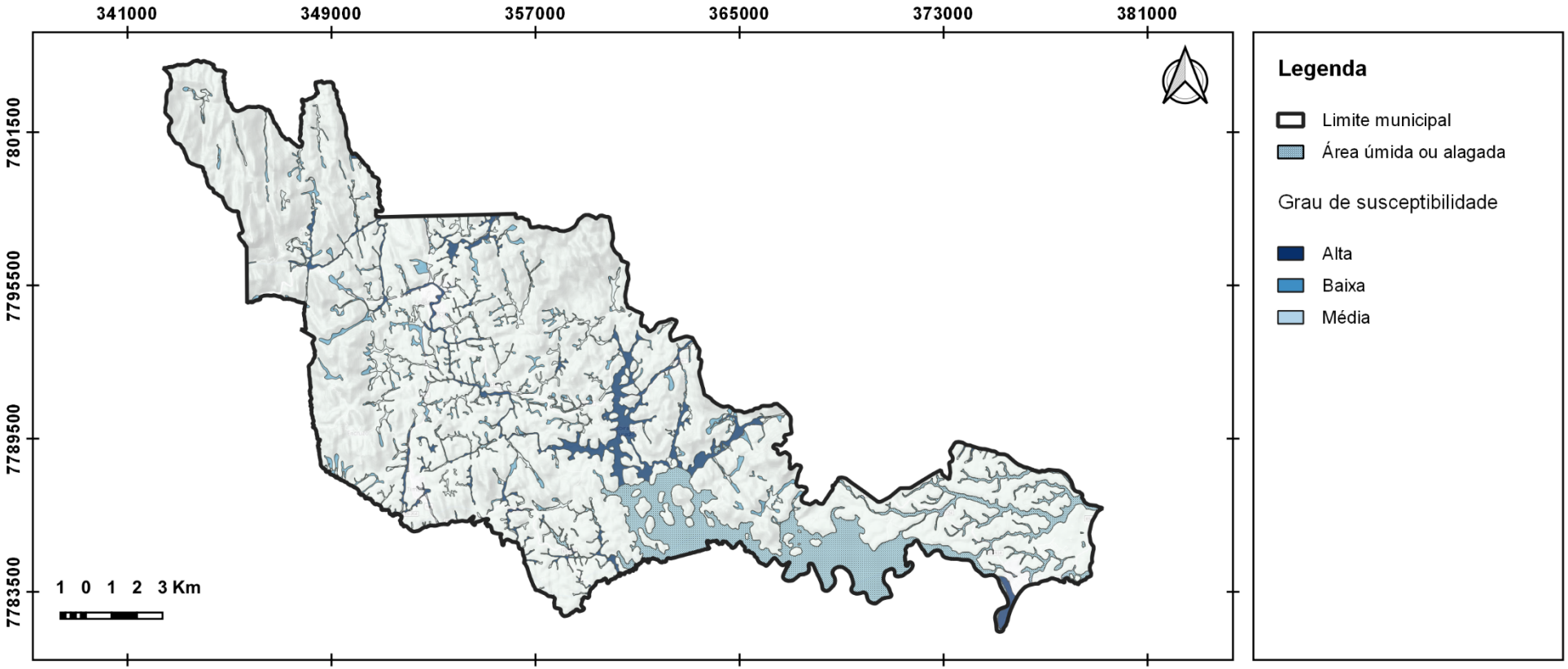
Quadro 62 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Fundão.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: planícies fluviais e fluviomarinhas (brejos) com amplitudes e declividades muito baixas (< 20º); Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; Altura de inundação: até 3m em relação à borda da calha do leito regulado curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento	36,06	12,52	1,15	15,71
Média	Relevo: terraços fluviais baixos, flancos de encostas e rampas de alúvio-colúvio, com amplitudes e declividades baixas (< 5º); Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; Altura de inundação: entre 3 e 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	9,96	3,46	0,21	2,87

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
Baixa	Relevo: terraços fluviais altos, flancos de encostas e rampas de alúvio-colúvio, com amplitudes e declividades baixas (< 50º); Solos: não hidromórficos, em terrenos siltico-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; Altura de inundação: acima de 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	8,83	3,07	0,1	1,37

Fonte: Autoria própria.

Figura 102 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Fundão.



Fonte: Autoria própria.

Guarapari

A classe de maior susceptibilidade a inundações em Guarapari localiza-se em porções intimamente relacionadas à associação da planície costeira com cursos d'água advindos de trechos com relevo acentuado. Diante disto, verifica-se um acúmulo de regiões de amplitude altimétrica e de declividade baixas (vide Figura 103) nas zonas central e norte do município.

Além disso, salienta-se que sua mancha urbana susceptível situa-se majoritariamente em zonas de "altas" susceptibilidade a inundações, que, por sua vez, ocupam 2,82 km^2, isto é, 10,00% de sua área urbana total.

O Quadro 63 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

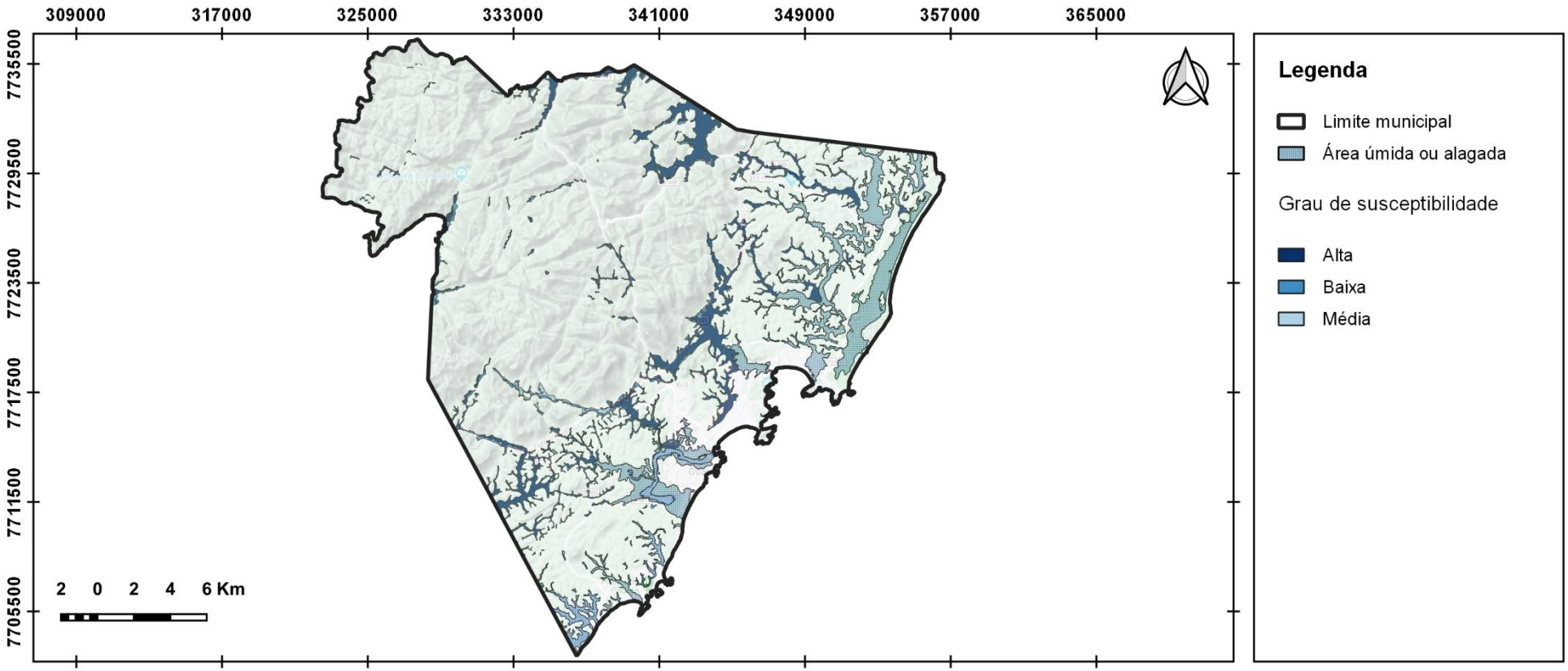
Quadro 63 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Guarapari.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: planícies fluviais, fluviomarinhas e fluviolacustres com amplitudes e declividades muito baixas (< 2º); Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; Altura de inundação: até 1 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	54,54	9,18	2,82	10,00
Média	Relevo: terraços fluviais baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5º); Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; Altura de inundação: entre 1 e 3m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento	6,72	1,13	0,57	2,03
Baixa	Relevo: terraços fluviais altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (<	8,44	1,42	0,40	1,40

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	5º); Solos: não hidromórficos, em terrenos siltico-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; Altura de inundação: acima de 3 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento				

Fonte: Autoria própria.

Figura 103 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Guarapari.



Fonte: Autoria própria.

Serra

O estudo de susceptibilidade a inundações no município de Serra mostra que suas zonas de maior classificação estão relacionadas às regiões de planície de inundação dos cursos hídricos associados ao maciço do Mestre Álvaro, como o rio Jacaraípe, com baixas amplitude altimétrica e declividade, como exibe a Figura 104 adiante.

A maior parte de sua porção urbana localizada em trechos de susceptibilidade a inundações ocorre em trechos de classificação “alta”. Estas correspondem a 24,0 km^2, ou seja, ocupam 15,6% da mancha urbana total. Além disso, cabe mencionar que a maior parte da cidade está inserida em área definida como alagada ou úmida.

O Quadro 64 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

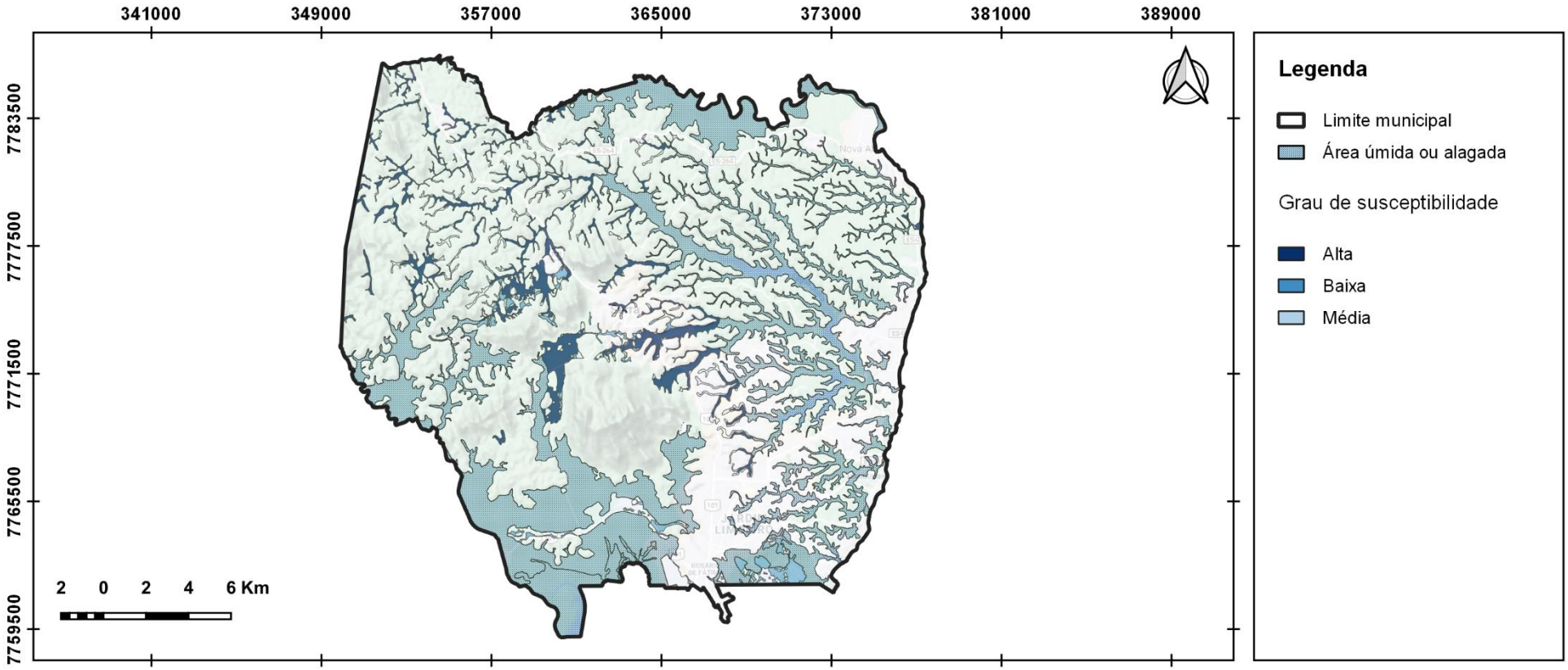
Quadro 64 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Serra.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: planícies fluviais e fluviolacustres com amplitudes e declividades muito baixas (< 20º); Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d’água, mal drenados e com nível d’água subterrâneo aflorante a raso; Altura de inundação: até 3m em relação à borda da calha do leito regular do curso d’água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	130,6	23,8	24,0	15,6
Média	Relevo: terraços fluviais baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 50º); Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d’água subterrâneo raso a pouco profundo; Altura de inundação: entre 3 e 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d’água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	27,0	4,9	14,0	9,1
Baixa	Relevo: terraços fluviais altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 50º);	5,3	0,1	3,5	2,3

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	Solos: não hidromórficos, em terrenos siltico-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; Altura de inundação: acima de 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento.				

Fonte: Autoria própria.

Figura 104 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Serra.



Fonte: Autoria própria.

Viana

No município de Viana, seus trechos de maior “alta” susceptibilidade a eventos de inundação ocorrem em sua porção leste, nas áreas intimamente relacionadas a vales de cursos d’água, onde verificam-se amplitude altimétrica e declividade baixas (vide Figura 105), normalmente marcadas pelo acúmulo de água de chuvas intensas vindas a montante das bacias hidrográficas contribuintes.

Em termos de sua zona urbana susceptível, esta é majoritariamente classificada como de “alta” susceptibilidade, ocupando 3,76 km^2, isto é, 21,08% da área urbana total do município.

O Quadro 65 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

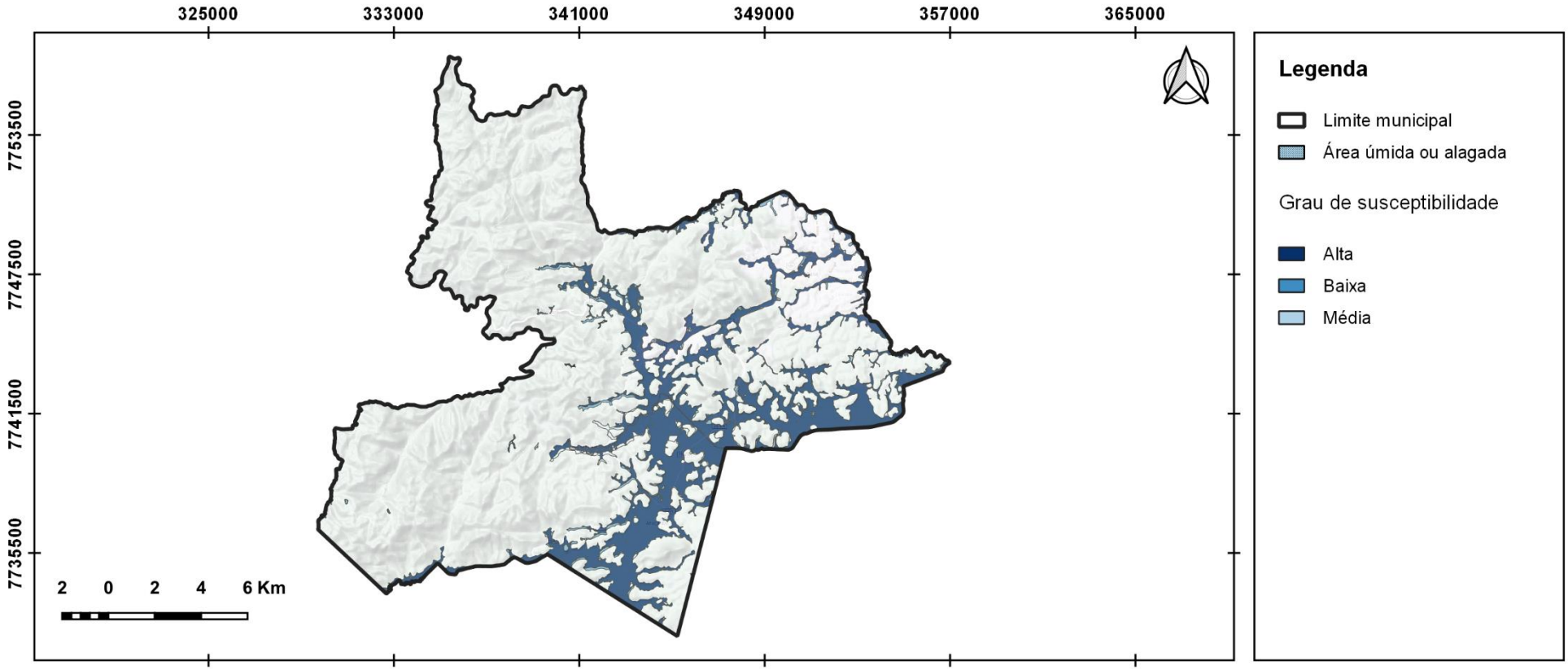
Quadro 65 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Viana.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: sub-horizontais constituídos por planícies de inundação (várzeas) com amplitudes e declividades muito baixas (< 3°). Solos: Sem informação. Altura de inundação: áreas sujeitas a constantes inundações. Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	43,53	84,88	3,76	21,08
Média	Relevo: sub-horizontais constituídos por planícies de inundação (várzeas) e planícies fluviolacustres (brejos) e terraços fluviais baixos. Solos: Sem informação. Áreas menos sujeitas a inundações, por situarem-se em níveis topográficos pouco mais elevados em relação às planícies de inundação. Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	4,21	8,2	0,43	2,43
Baixa	Relevo: sub-horizontais constituídos por planícies de inundação (várzeas) e planícies fluviolacustres (brejos) e terraços fluviais altos. Solos: Sem informação. Locais bem menos sujeitos ao processo de inundação por ocorrerem em níveis topográficos mais elevados em relação às	3,54	6,9	0,44	2,45

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	planícies de inundação. Processos: inundação, alagamento e assoreamento.				

Fonte: Autoria própria.

Figura 105 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Viana.



Fonte: Autoria própria.

Vila Velha

Considerando que Vila Velha é um dos municípios mais atingidos por alagamentos e inundações no Espírito Santo, tem-se que suas porções relacionadas a regiões de planície costeira, à própria Baía de Vitória e outros cursos d'água em seu território são aquelas com maior susceptibilidade a eventos do tipo, visto que estas detêm amplitude altimétrica e declividade baixa (conforme indica a Figura 106).

A maior parte da mancha urbana susceptível a inundações do município fica localizada em zonas de classificação "baixa", englobando apenas 33,1% de sua área urbana.

O Quadro 66 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

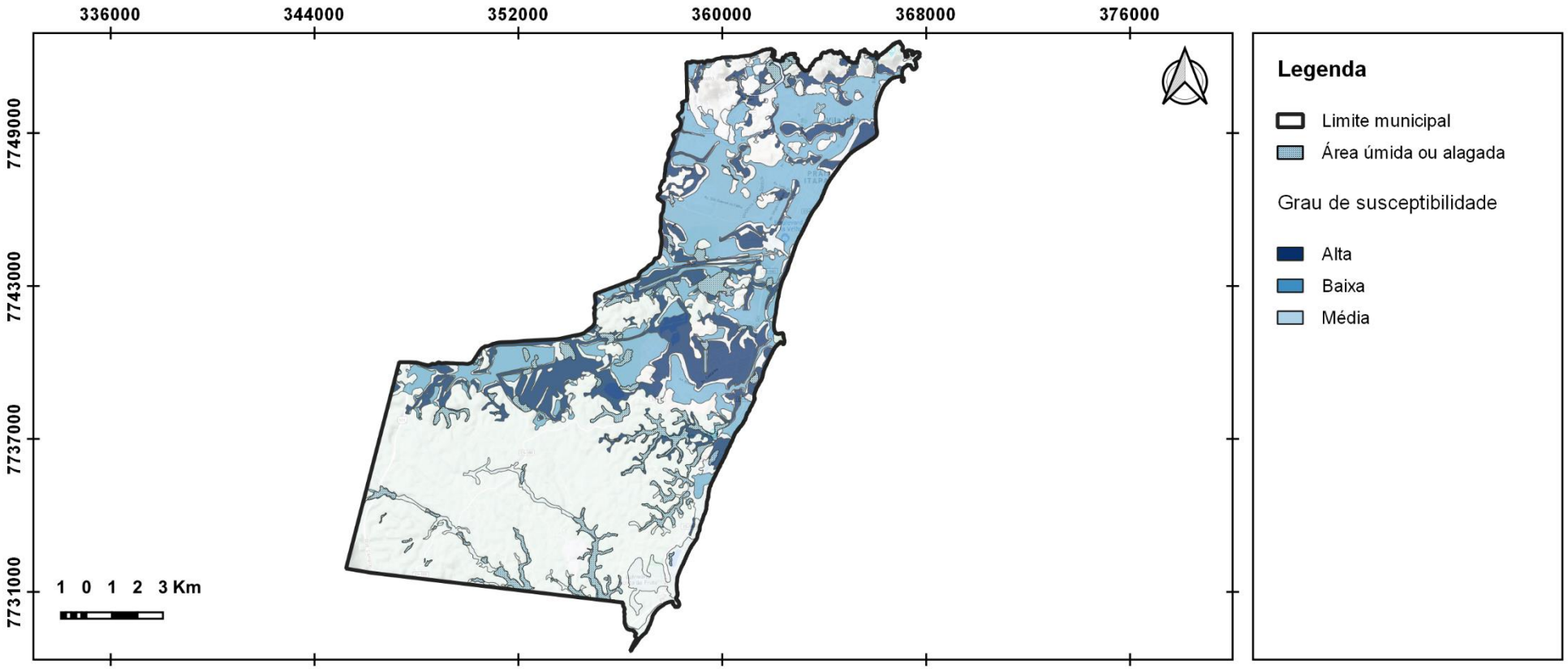
Quadro 66 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Vila Velha.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
Alta	Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 20º); Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; Altura de inundação: até 3 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento. Área de contribuição: grande; Formato: tendendo a circular; Densidade de drenagem: alta; Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso; e Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.	32,3	15,4	11,6	16,1
Média	Relevo: planícies aluviais/marinhas restritas, terraços fluviais/marinhos baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 50º); Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argiloarenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; Altura de inundação: entre 3 e 5 m	23,9	11,4	10,1	14,0

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e Processos: inundação, alagamento e assoreamento. Área de contribuição: intermediária; Formato: circular a alongado; Densidade de drenagem: média; Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retilíneo; e Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.				
Baixa	Relevo: terraços fluviais/marinhos altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 50º); Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; Altura de inundação: acima de 5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; Processos: inundação, alagamento e assoreamento. Área de contribuição: pequena; Formato: tendendo a alongado; Densidade de drenagem: baixa; Padrão dos canais fluviais: tendendo a retilíneo; e Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.	45,2	21,5	23,9	33,1

Fonte: Autoria própria.

Figura 106 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Vila Velha.



Fonte: Autoria própria.

Vitória

Os estudos do CPRM voltados ao município de Vitória confirmam que suas zonas de maior susceptibilidade a inundações ocorrem em trechos com amplitude altimétrica e declividade baixas, estando situadas em porções intimamente relacionadas à planície de inundação de sua Baía, de trechos do próprio Rio Santa Maria da Vitória e de suas demais planícies costeiras (conforme ilustra a Figura 107).

A maior parte de sua mancha urbana susceptível localiza-se numa zona de classificação “alta”. Esta abrange 9,07 km^2, ocupando 37,17% da área de sua zona urbana.

O Quadro 67 apresenta as principais características destas zonas no município, destacando, inclusive, a parcela que estas ocupam tanto em relação à área total quanto à sua área urbana.

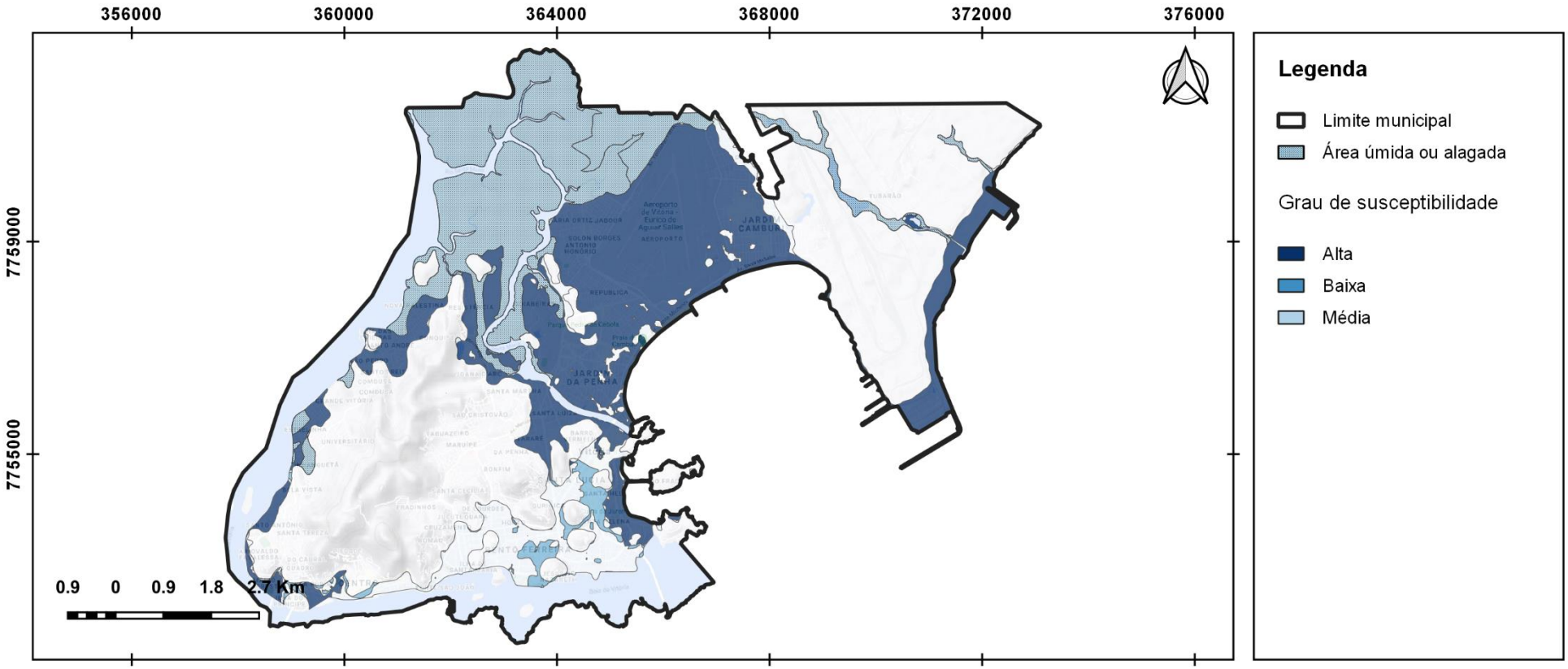
Quadro 67 – Lista de classes de susceptibilidade a inundação com caracterização geral e espacial para o município de Vitória.

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km^2	%	km^2	%
Alta	Relevo: Terrenos praticamente planos, localizados junto às calhas dos rios, formando suas planícies de inundação, com amplitudes e declividades inexpressivas; Solos: hidromórficos muito mal drenados (Gleissolos e Organossolos), argilosos a areno-argilosos capeando os sedimentos que entulham os fundos dos vales principalmente nas áreas de relevo mais suave; Processo: inundações de baixa energia e longa duração nos períodos mais chuvosos.	41,81	63,09	9,07	37,17
Média	Relevo: sub-horizontais com pequenas amplitudes e declividades, situados ao longo da linha costeira - baixos terraços marinhos; Solos: depósitos predominantemente litorâneos; Altura de inundação: 3 a 10 metros; Processo: Inundação mesmo frequente.	13,82	16,42	4,07	16,33
Baixa	Relevo: sub-horizontais situados ao longo da planície costeira, correspondentes a altos terraços marinhos, antigos cordões litorâneos	2,58	3,06	0,86	3,51

Classes	Características	Área Total		Área Urbana	
		km²	%	km²	%
	ou nos flancos de vales; Solos: sedimentos arenosos muitas vezes interdigitados com colúvio; Altura de inundação: da ordem de 10 metros; Processo: inundação pouco frequente.				

Fonte: Autoria própria.

Figura 107 – Mapa de susceptibilidade a inundação para o município de Vitória.



Fonte: Autoria própria

3.5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Contextualização

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) é uma das 12 microrregiões administrativas do estado do Espírito Santo e foi oficialmente criada pela Lei Complementar n° 58 de 1995, integrando os municípios de Vitória, Cariacica, Serra, Viana e Vila Velha. Posteriormente, foram incorporados Guarapari (LC n° 159/1999) e Fundão (LC n° 204/2001). (PDUI, 2017).

Em termos de dinâmica urbana e social é relevante indicar a identificação do 'Arranjo Populacional de Vitória' que reúne a população dos municípios de Vitória, Vila Velha, Cariacica, Fundão, Serra e Viana. Tal denominação indica a existência do "*agrupamento de dois ou mais municípios onde há uma forte integração populacional devido aos movimentos pendulares para trabalho ou estudo, ou devido à contiguidade entre as manchas urbanizadas principais*" (IBGE, 2016).

Segundo o estudo *Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil* (IBGE, 2016) o arranjo populacional que apresentou o maior volume de pessoas se deslocando entre municípios para trabalho e estudo (ligações) foi "Vitória/ES", com 230.643 pessoas, seguido por "Goiânia/GO", com 196.719 pessoas; e "Baixada Santista/SP", com 163.467 pessoas.

De acordo com a pesquisa *Regiões de Influência das Cidades 2018*[1], publicada em junho de 2020 pelo IBGE, o Arranjo Populacional de Vitória passou a ser classificado como 'Metrópole' (1C) juntamente com os Arranjos Populacionais de Belém/PA, Belo Horizonte/MG, Curitiba/PR, Florianópolis/SC, Fortaleza/CE, Goiânia/GO, Porto Alegre/RS, Recife/PE, Salvador/BA e o Município de Manaus (AM). O grupo das 15 metrópoles brasileiras conta ainda com o Arranjo Populacional de São Paulo/SP no topo da hierarquia, como Grande Metrópole Nacional (1A); e os Arranjos Populacionais de Brasília/DF e Rio de Janeiro/RJ ocupam a segunda colocação hierárquica como Metrópoles Nacionais (1B).

A Figura 108 ilustra o Arranjo Populacional de Vitória/ES enquanto Metrópole do tipo 1C segundo a pesquisa Regiões de Influência das Cidades 2018 (IBGE, 2020).

[1] Esta pesquisa define a hierarquia dos centros urbanos brasileiros e indica a centralidade da Cidade de acordo com a atração que exerce a populações de outros centros urbanos para acesso a bens e serviços e o nível de articulação territorial que a Cidade possui por estar inserida em atividades de gestão pública e empresarial. São cinco níveis hierárquicos, com onze subdivisões: Metrópoles (1A, 1B e 1C), Capitais Regionais (2A, 2B e 2C), Centros Sub-Regionais (3A e 3B), Centros de Zona (4A e 4B) e Centros Locais (5).

Figura 108 – Arranjo Populacional de Vitória/ES – Metrópole (1C).



Processo de Urbanização e Evolução da Mancha Urbana na RMGV

Mesmo sendo um fenômeno mundial, o processo de urbanização do Espírito Santo possui especificidades, consequência do seu processo de industrialização a partir da década de 1980, que resultou em um crescimento de 83,39% da população urbana, no período de 1940 a 2010 (Quadro 68). Pôde-se observar também um crescimento demográfico da RMGV, em que a própria Vitória em 2010 respondeu por 49,17% da população estadual (Quadro 69)

Essa análise se reveste de maior importância se considerarmos que, segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na década de 1950 o Espírito Santo possuía 33

municípios; em 2010 já eram 78. Destes, apenas sete integram a RM da Grande Vitória. Esses dados aliados à ausência de processos de planejamento e gestão e ao abandono das populações vulneráveis, tanto social quanto economicamente, implicaram um processo de expansão desordenada, gerando ocupações em áreas de preservação ambiental e/ou de risco e afetando, direta ou indiretamente, a população capixaba (IPEA, 2015).

Quadro 68 – Espírito Santo - Evolução da população urbana e rural (1940-2010)

Ano	População				
	Total	Rural	Rural/Total (%)	Urbana	Urbana/Total (%)
1940	750.107	593.099	79,07	157.008	20,93
1950	861.562	666.627	77,37	194.935	22,63
1960	1.169.553	799.478	68,36	370.075	31,64
1970	1.599.333	877.417	54,86	721.916	45,14
1980	2.023.340	729.962	36,08	1.293.378	63,92
1991	2.600.618	676.030	25,99	1.924.588	74,01
2000	3.097.232	634.183	20,48	2.463.049	79,52
2010	3.512.672	583.679	16,61	2.928.993	83,39

Fonte: IBGE (2010).

Quadro 69 – Participação da RM na evolução populacional do Espírito Santo (1940-2010)

Municípios e RM	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2010
Cariacica	15.228	21.741	39.608	101.422	189.089	274.532	324.285	348.933
Guarapari	11.256	12.350	14.861	24.105	38.496	61.719	88.400	105.227
Serra	6.415	9.245	9.192	17.289	82.581	222.158	321.181	409.324
Viana	7.661	5.896	6.571	10.529	23.440	43.866	53.452	64.999
Vila Velha	17.079	23.127	55.589	123.742	203.406	265.586	345.965	414.420
Vitória	45.212	50.922	83.351	133.019	207.747	258.777	292.304	325.453
RM	102.851	123.281	209.172	410.103	744.759	1.126.638	1.425.587	1.668.356
Espírito Santo	750.107	861.562	1.169.553	1.599.333	2.023.340	2.600.618	3.097.232	3.392.755
RM/Espírito Santo (%)	13,71	14,31	17,88	25,64	36,82	43,32	46,03	49,17

Fonte: IBGE (2010).

A versão preliminar do Diagnóstico Integrado (IJSN, 2017) elaborado no âmbito do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da Grande Vitória sintetiza o processo de urbanização da RMGV:

"A ruptura no padrão econômico da região, quando o modelo tradicional agroexportador foi substituído pelo padrão industrial-exportador, tipicamente urbano, determinou a reestruturação físico-territorial e urbana na microrregião formada por Vitória (capital do Estado) e os municípios circunvizinhos. A configuração espacial da atual RMGV, em grande medida, é conformada, a partir dos anos 1960, quando se iniciam os investimentos industriais que deram início a um movimento migratório direcionado principalmente à capital.

Na década de 1970, no âmbito do II Plano Nacional de Desenvolvimento, o Poder Público teve papel decisivo no processo de metropolização, com a implantação de políticas e a instalação de infraestruturas econômicas e urbanas necessárias ao ambiente de desenvolvimento do período.

A alocação das plantas industriais favoreceu a incorporação de novas áreas ao tecido urbano localizadas nos interstícios e às margens deste, para atender ao aumento quantitativo e diferenciado de habitações frente ao crescimento populacional, bem como para satisfazer às exigências dos novos patamares do comércio, da prestação de serviços e dos novos padrões de circulação urbana. Esse processo foi fundamental para o fenômeno de conurbação dos municípios.

Por meio do planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário, foram reforçados e criados vetores para atender à expansão da malha urbana e às novas áreas habitacionais e funcionais (relativas às atividades portuárias, industriais, de armazenagem, de logística e de transporte).

Conforme indicado inicialmente, a RMGV é, hoje, uma metrópole nacional organizada como centro portuário, de base industrial, com processo de concentração fortemente marcado pelas atividades direta e indiretamente relacionadas ao comércio exterior. Vem aprofundando suas funções urbanas, terciárias e industriais, relacionadas ao comércio externo, dinamizando o seu papel na área de influência imediata e ampliando sua abrangência, projetando-se para o interior do país.

(...)

No desenho atual da RMGV, o centro da cidade de Vitória foi, historicamente, dinamizador do desenvolvimento, tendo criado as condições para a formação dos bairros periféricos à baía de Vitória, em outros municípios, que ocorreu principalmente no território de Vila Velha, em função das instalações ferroviárias (pátios e terminais) então existentes na região de Paul, Argolas e São Torquato.

Numa segunda etapa, Cariacica e Viana passaram a ser locais de abrigo de parte da mão-de-obra que implantou o complexo industrial portuário na Ponta de Tubarão, que desviou o crescimento industrial para a porção norte da área metropolitana conurbada. Com as novas ligações com a Capital, os vetores de ocupação retornaram para Vila Velha, principalmente com a Terceira Ponte, que atraiu pessoas de maior renda ligadas ao complexo portuário-industrial e empresas da área de petróleo. Nas duas últimas décadas, por sua vez, Serra vem despontando como líder na atratividade de atividades econômicas e de pessoas, captando grandes investimentos em equipamentos urbanos e industriais.

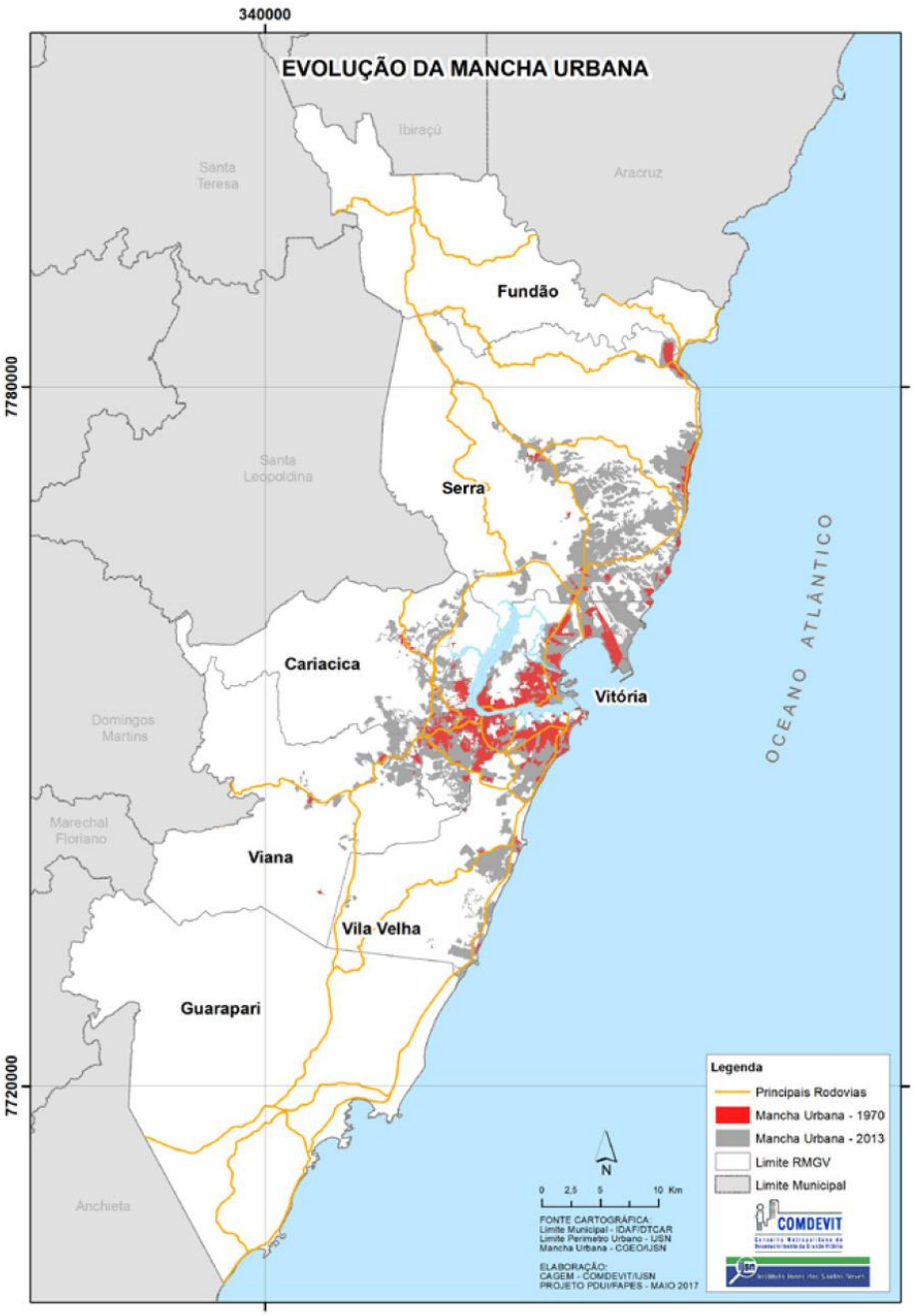
A estrutura urbana da RMGV apresenta características bem peculiares. Trata-se de uma metrópole com forte tendência de descentralização, apresentando atualmente uma estrutura de centralidades e subcentros bem definidos, com porte e funções bastante assemelhados entre si.

A análise evolutiva da mancha urbana da RMGV, entre as décadas de 1970 e 2013 evidencia o papel estruturador da infraestrutura logística na conformação do território metropolitano. Grandes eixos rodoviários (BRs 101 e 262) constituem eixos de vetores de expansão, assim como a infraestrutura ferroviária, que conecta grandes equipamentos da base industrial e de logística portuária.

Entre as décadas de 1970 e 1990, o desenho da malha urbana da RMGV foi totalmente modificado – impulsionado pela implantação de grandes equipamentos econômicos e de projetos habitacionais populares." (PDIU, 2015)

O mapa de evolução urbana apresentado na Figura 109 ilustra o espraiamento da ocupação urbana acima descrito no qual a mancha urbana passou de 58 km² em 1970 para 297 km² em 2013, número que é na realidade maior ainda uma vez que desconsidera as áreas urbanas dos municípios de Guarapari e de Fundão em virtude da inexistência de dados referentes a esses municípios em anos anteriores a 2007.

Figura 109 – Evolução da Mancha urbana da RMGV entre as décadas de 1970 e 2013.



Fonte: PDUI/IJSN, 2017.

Entretanto, constata-se que

> *(...) "a expansão observada foi muito superior à atuação da política habitacional, ou à produção de mercado, corroborando a hipótese de que a Região Metropolitana experimentou o mesmo tipo de intensa autoconstrução, que incluiu a ocupação de loteamentos populares, em sua maioria com diversos graus de irregularidade e também a ocupação de áreas impróprias, seja por sua condição ambiental, como manguezais, seja por oferecerem riscos, como as áreas de morro, ou ambas, como as margens de córregos e canais"* (MONTEIRO; BERTOLANI; BERGAMASCHI, 2014, p. 206). (PDIU, 2015)

Conforme dados do Quadro 70 verifica-se que o município de Serra apresentou a maior índice de urbanização do território municipal no período 1970-2013, seguido de Vila Velha, Cariacica e Vitória.

Os municípios que se destacam por maiores densidades demográficas são Vitória (3.767,04 hab./km²) e Vila Velha (2.384,65 hab./km²) e os de menores densidades demográficas são Fundão (76,51 hab./km²), Guarapari (214,81 hab./km²) e Viana (254,58 hab./km²), conforme apresentado no Quadro 70 e na Figura 110.

Quadro 70 – Dados básicos dos municípios da RMGV.

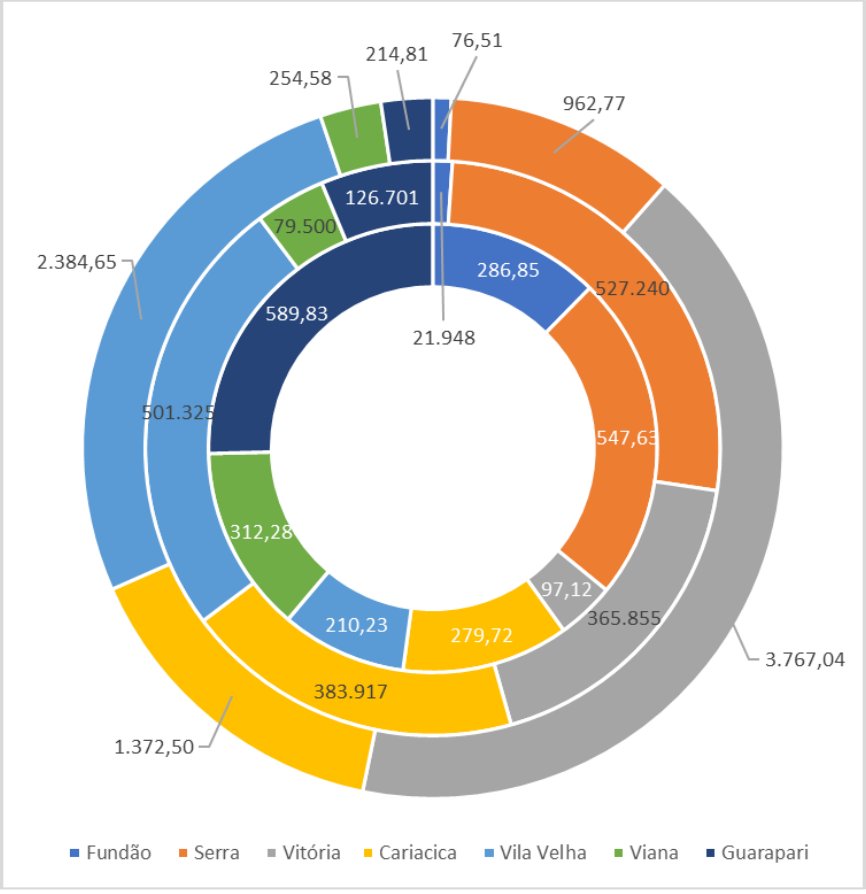
Município	Extensão territorial (km²) (IBGE, 2019)	População (IBGE, 2010)	Estimativa Populacional (IBGE, 2020)	Densidade Demográfica hab./km² 2020	Evolução da Mancha Urbana (km²)					Taxa de Urbanização (2010)
					1970	1978	1998	2007	2013	
Fundão	286,85	17.025	21.948	76,51	-	-	-	-	-	84,50
Serra	547,63	409.267	527.240	962,77	8	31	68	81	92	99,30
Vitória	97,12	327.801	365.855	3.767,04	19	27	40	44	45	100,00
Cariacica	279,72	348.738	383.917	1.372,50	12	21	46	47	55	96,80
Vila Velha	210,23	414.586	501.325	2.384,65	18	27	49	50	53	99,50
Viana	312,28	65.001	79.500	254,58	1	6	13	13	15	91,70
Guarapari	589,83	105.286	126.701	214,81	-	-	-	-	-	95,50
Total	2.323,66	1.687.704	2.006.486	863,50	58	112	216	269	297	98,30

Fonte: IBGE.

Considerando esse cenário histórico, o

> *"contínuo deslocamento da mancha urbana é uma das principais características da urbanização brasileira. Esse "espraiamento" das cidades ocorre, sistematicamente, de forma fragmentada, descontínua e desestruturada, induzida pela dinâmica econômica e marcada por inúmeros assentamentos precários e irregulares, pela prática de retenção de áreas para valorização imobiliária e pela distribuição desigual de serviços públicos.*
>
> *Esse desenvolvimento das cidades é marcado por um intenso processo de acumulação de desigualdades socioespaciais e por políticas públicas que estruturaram o modelo centro/periférico – caracterizado por aglomerações urbanas densas e polarizadas, proliferação de assentamentos precários, distribuição desigual de bens e serviços públicos e, principalmente, pelo contínuo deslocamento da mancha urbana para as áreas rurais e naturais." (PDUI, 2015)*

Figura 110 – Dados básicos dos municípios da RMGV – área do município (km²), população (número de habitantes) e densidade demográfica (hab./km²).



Fonte: IBGE, 2019.

Destaca-se abaixo alguns dados mais relevantes dos municípios que compõem a RMGV e suas atividades econômicas relacionadas ao uso e ocupação do solo.

Em Fundão, segundo informações da Prefeitura Municipal, os principais destaques econômicos do município são o turismo, o comércio local, as indústrias e agricultura.

A agricultura é um destaque do município que conta com aproximadamente 800 propriedades nas quais existem 500 famílias envolvidas no sistema da agricultura familiar. Dentre os principais produtos que Fundão produz destacam-se a banana, mel e o café.

Fundão produz anualmente quase 70 toneladas de mel. O plantio de banana e café dividem o mesmo espaço de forma consorciada. Por ano, são colhidas cerca de 1.500 toneladas de banana, e 207 mil sacas de café.

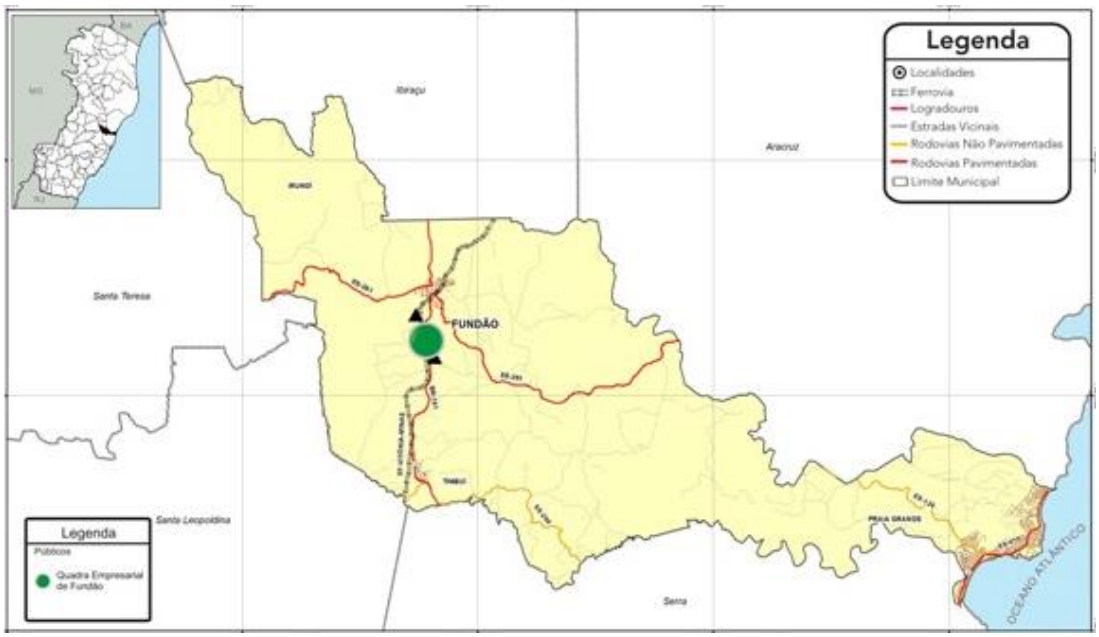
O município é cortado pela rodovia BR-101 e pela ferrovia Vitória a Minas. A logística privilegiada favorece o escoamento de toda a produção agrícola.

Em termos de turismo, a Praia Grande, sazonalmente, atrai um volume significativo de turistas contando com mais de 1,2 mil leitos de hospedagem.

As indústrias também possuem grande importância para o município. Um exemplo é a empresa que produz tecnologia na área de petróleo, que hoje tem destaque nacional. Um dos seus principais produtos é o chamado *slockline*, que são filtros de areia para a contenção das impurezas na retirada do petróleo.

Conforme dados da Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES, foi elaborado pela SUPERINTENDÊNCIA DOS PROJETOS DE POLARIZAÇÃO INDUSTRIAL – SUPPIN um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) o qual identificou as potencialidades econômicas no sentido de direcionar ações do estado e do município no que se refere à viabilidade de se implantar um projeto de polarização empresarial no município.

Figura 111 – Localização da Quadra Empresarial de Fundão.

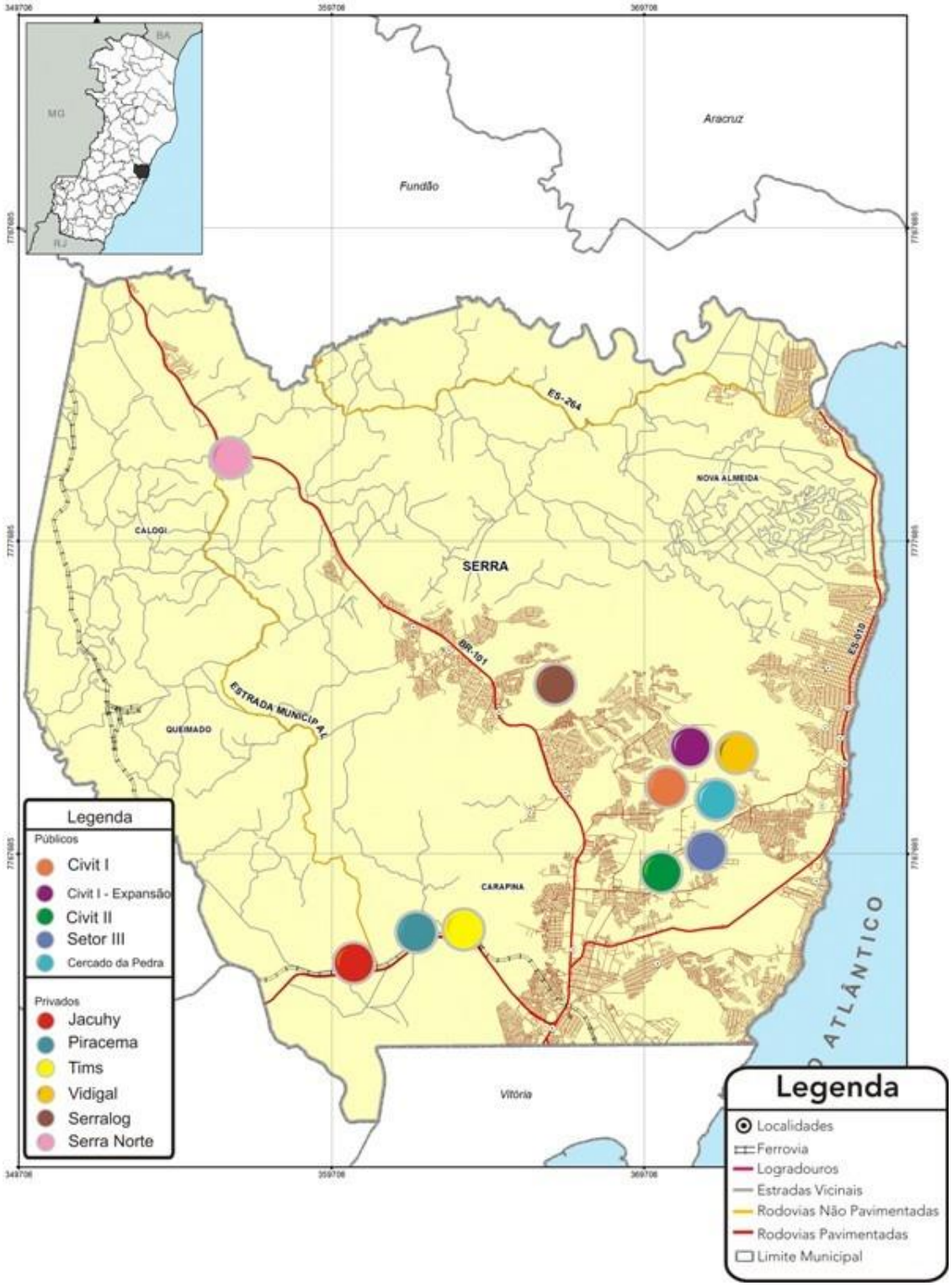


Fonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES, 2017.

No município de Serra, conforme as informações obtidas na Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES, nas últimas três décadas, Serra deixou de ser tipicamente rural e passou a ser o maior polo industrial do ES, a segunda maior economia do estado, e o segundo município mais populoso. Tem 99% de sua população situada em meio urbano e concentra 1/3 da indústria da Região Metropolitana, abrigando 17% de toda a indústria existente no estado. Os polos de Carapina, Civit e Laranjeiras concentram 93% do emprego industrial do município.

Nas áreas disponibilizadas para investimentos, sendo cinco públicas e seis particulares, destaca-se a indústria de transformação (produtos alimentícios, móveis, borracha, metal, têxtil e metalúrgica).

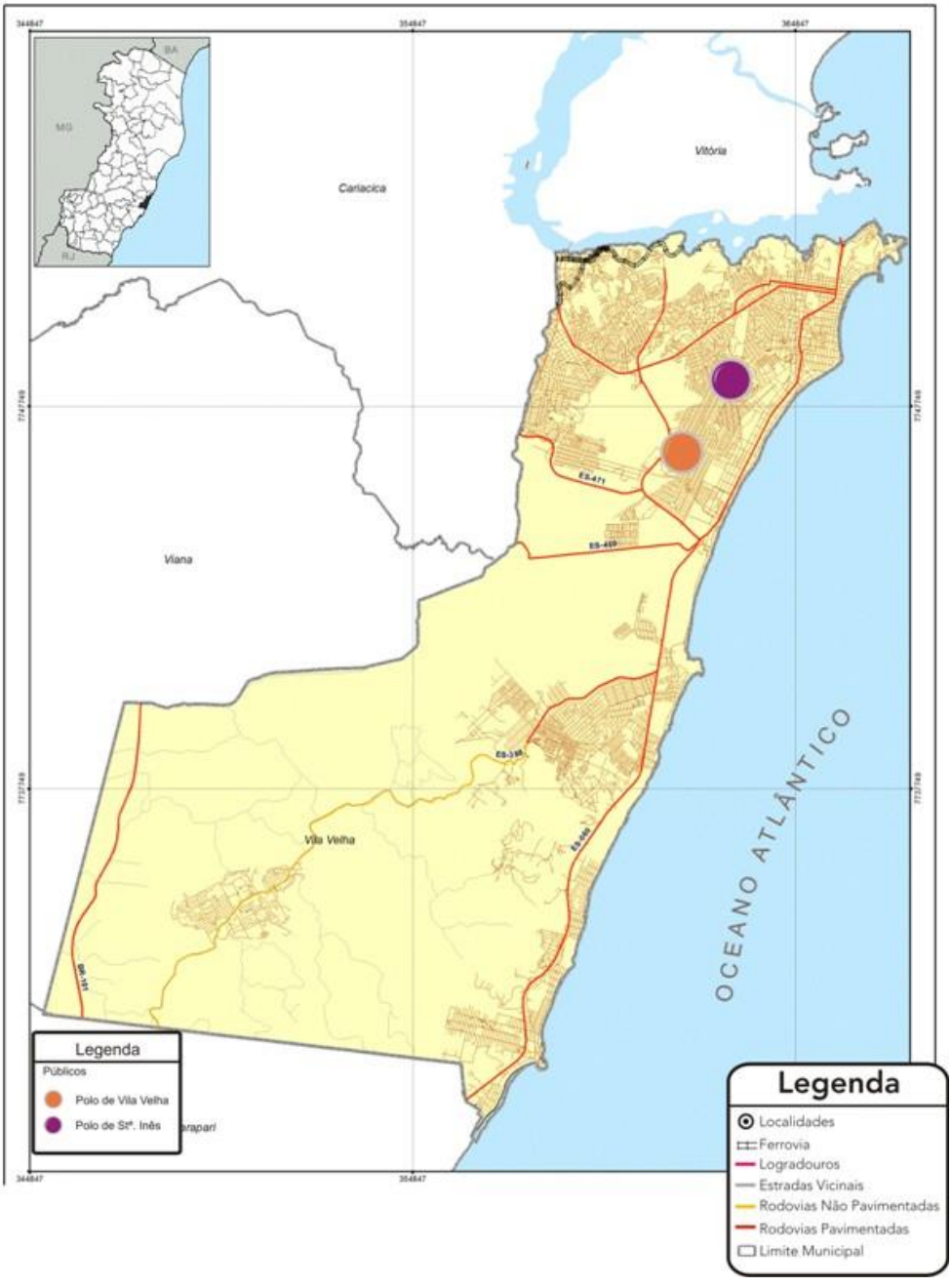
Figura 112 – Localização dos Polos Empresariais Públicos e Privados de Serra.



Fonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES, 2017.

Em Vila Velha, as informações obtidas na Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES, indicam que Vila Velha recebe embarcações de vários países em seu porto, atraindo fluxo de comercialização para o estado. Conta ainda com o Polo de Moda da Glória, que tem aproximadamente 900 lojas e é um dos maiores centros comerciais da Região Sudeste, sendo o maior do Espírito Santo.

Figura 113 – Localização dos Polos de Vila Velha e Santa Inês.



Fonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES, 2017.

No município de Viana, os dados da Prefeitura Municipal de Viana informam que o município apresenta 60% de área rural, cuja produção agropecuária voltada para abastecer parte do mercado consumidor da Grande Vitória.

As lavouras que mais se destacam são as de café, banana, mandioca, feijão e milho. Há também o plantio da seringueira. Na horticultura destacam-se o quiabo e a alface hidropônica.

Na fruticultura, destaca-se a banana, seguida de citros, coco, goiaba, mamão e maracujá. A forma de gestão predominante nas propriedades é a agricultura familiar.

As agroindústrias existentes são de polpa de frutas, queijo, mandioca congelada, empacotamento de leite e carne suína, gerando empregos e utilizando matéria-prima local. Viana também abriga a produção de panelas de barro, que são fabricadas de forma artesanal pelas paneleiras do bairro Canaã.

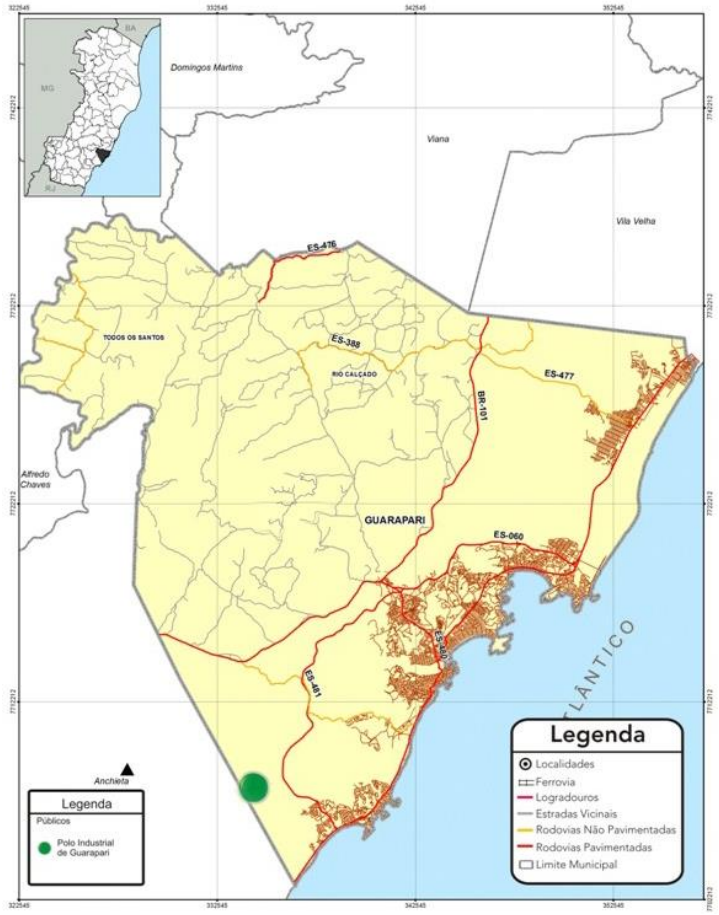
A pecuária existente no município é mista. Há gado leiteiro e de corte, além de rebanho suíno, que é um dos destaques do setor.

Apesar do setor agropecuário abranger a maior parte do município, a economia tem como principais bases de sustentação: a indústria, o comércio e os serviços. Estão instaladas na região sete das 150 maiores empresas do Estado e o setor industrial representa cerca de 42% do PIB do município.

A principal atividade econômica do município de Guarapari é o turismo.

Um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) foi elaborado pela SUPERINTENDÊNCIA DOS PROJETOS DE POLARIZAÇÃO INDUSTRIAL – SUPPIN o qual identificou as potencialidades econômicas no sentido de direcionar ações do estado e do município no que se refere à viabilidade de se implantar um projeto de polarização empresarial no município.

Figura 114 – Localização dos Polos Industrial de Guarapari.



Fonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES, 2017.

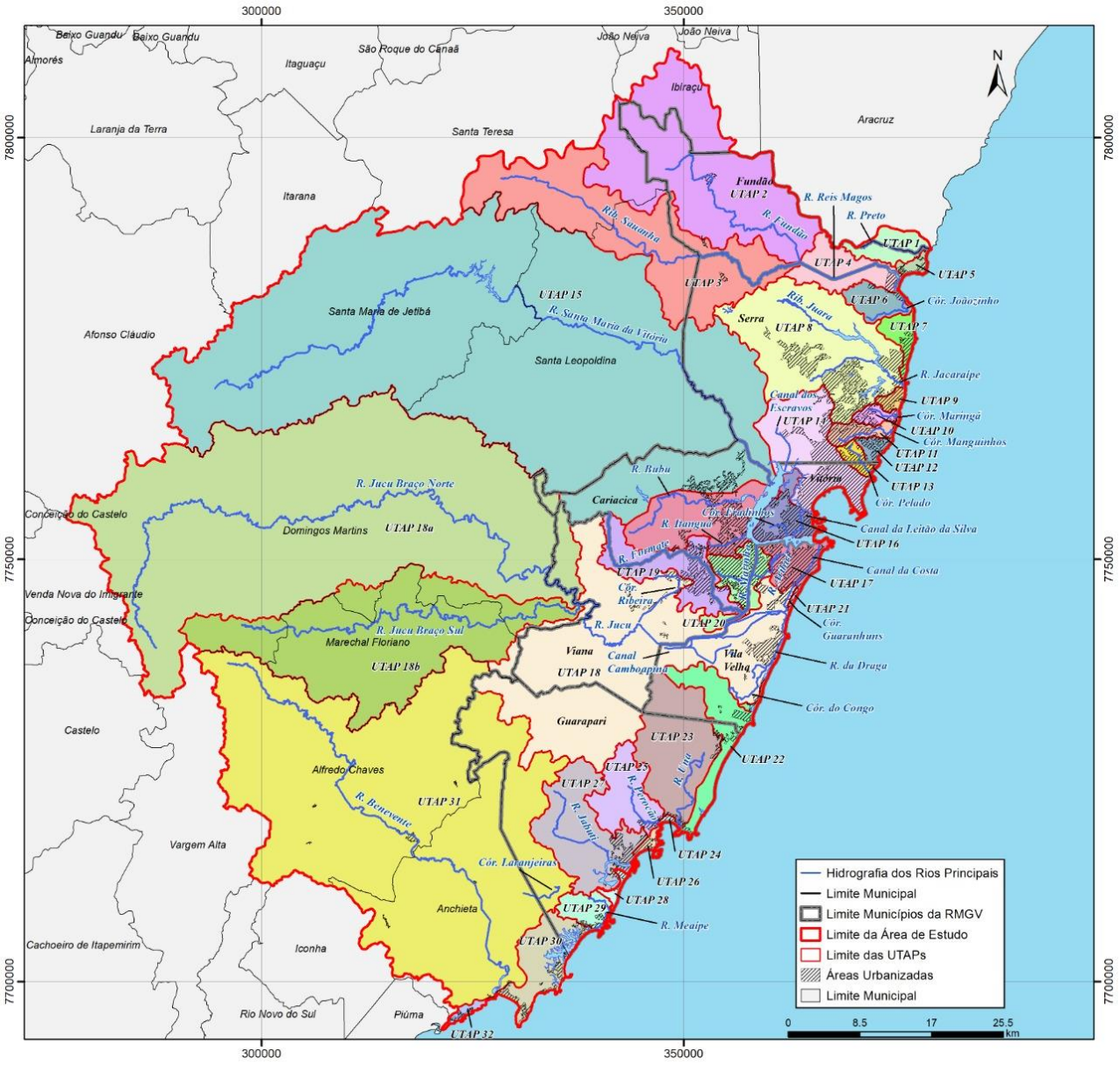
Uso do Solo nas UTAPs e na RMGV

As 32 Unidades Territoriais de Análise e Planejamento (UTAPs) definidas no âmbito do PDAU envolvem a totalidade das Bacias Hidrográficas e/ou das Áreas de Escoamento Difuso (AEDs) que tem alguma porção de seu território inserido na RMGV.

Considerando que as contribuições a montante da RMGV são de suma importância para o entendimento dos efeitos nas áreas urbanas situadas a jusante, a abrangência da análise do uso e ocupação do solo do presente diagnóstico envolveu porções territoriais dos municípios de Aracruz, Ibiraçu, Santa Leopoldina, Santa Teresa, Santa Maria de Jetibá, Afonso Cláudio, Domingos Martins, Marechal Floriano, Vargem Alta, Venda Nova do Imigrante, Anchieta, Alfredo Chaves, Iconha e Piúma.

A extensão territorial das UTAPs situadas fora do limite da RMGV é de aproximadamente 4.210,00 km², que representa quase 65% da área total analisada (6.533,04 km²).

Figura 115 – UTAPs inseridas na RMGV.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020.

Metodologia de Análise

O uso do solo foi analisado a partir do Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa e do Uso das Terras, em escala de 1:25.000, realizado pelo IEMA sobre ortomosaico gerado em 2012-2015, com resolução espacial de 0,25 m.

Conforme informações do documento de referência técnica:

"O mapeamento da cobertura vegetal nativa e uso da terra foi representado por polígonos adjacentes submetidos a processo de validação topológica, objetivando não só o correto fechamento dos polígonos como mitigando a sobreposição e o aparecimento de espaços vazios entre os mesmos. O tamanho mínimo dos polígonos mapeados foi de 0,50 hectare e o índice de acerto mínimo do mapeamento de 90%, com a apresentação de relatório comprovando que as metas de acerto foram atingidas. Foram realizadas atividades de campo para discriminação de quaisquer dúvidas na identificação das classes de mapeamento, com o registro fotográfico e das coordenadas da área a ser averiguada, compondo um relatório de vistoria."

A análise das informações partiu do agrupamento das 25 classes de uso e cobertura da terra definidas no referido mapeamento em 14 classes, conforme apresentado no Quadro 71. Este procedimento foi realizado com o objetivo de sintetizar as informações disponíveis para a adequada compreensão dos aspectos de maior relevância relacionados às águas nas bacias.

Quadro 71 - Agrupamento de classes de uso e cobertura da terra adotado no Diagnóstico do PDAU

Classe de Uso e Cobertura da Terra IEMA	Agrupamento Realizado para o Diagnóstico do PDAU
Mata Nativa	Cobertura Vegetal nativa – Fisionomia Florestal
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	
Mangue	Cobertura Vegetal nativa – Áreas Úmidas
Brejo	
Restinga	Cobertura Vegetal nativa – Restinga
Macega	Cobertura Vegetal Nativa – Campo natural
Campo rupestre/altitude	
Reflorestamento – Eucalipto	Cobertura Vegetal Não Nativa – Fisionomia Florestal
Reflorestamento – Seringueira	
Reflorestamento – Pinus	
Pastagem	Cobertura Vegetal Não Nativa – Pastagem
Cultivo Agrícola – Café	Cultivos Agrícolas Perenes
Cultivo Agrícola – Banana	
Cultivo Agrícola – Coco-da-Baía	
Cultivo Agrícola – Outros Cultivos Permanentes	

Classe de Uso e Cobertura da Terra IEMA	Agrupamento Realizado para o Diagnóstico do PDAU
Cultivo Agrícola – Cana-de-Açúcar	Cultivos Agrícolas Temporários
Cultivo Agrícola – Abacaxi	
Cultivo Agrícola – Mamão	
Cultivo Agrícola – Outros Cultivos Temporários	
Solo Exposto	Solo Exposto
Mineração	Mineração
Afloramento Rochoso	Afloramento Rochoso
Massa d'Água	Massa d'Água
Área Edificada	Área Edificada
Outros	Outros

Fonte: Adaptado de IEMA (2015) pelo Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020.

Utilizando-se de software especializado para geoprocessamento foi realizado o recorte das classes de uso do solo para cada uma das 32 UTAPs e gerados mapas e tabelas com seus respectivos resultados.

Os dados obtidos para totalidade do espaço geográfico ocupado pelas 32 UTAPs (6.533,04 km²) está apresentado no Quadro 72.

Observa-se no computo geral das UTAPs que os usos de natureza/origem antrópica ocupam 50,62%, dos quais se destacam as áreas ocupadas por pastagens (22,27%) e por cultivos (11,16%), sejam eles perenes (7,75%) ou temporários (3,41%); nos outros 49,38% a superfície das bacias apresenta cobertura vegetal nativa (46,76%), afloramentos rochosos (1,59%) ou está ocupada por massas d´água (1,03%).

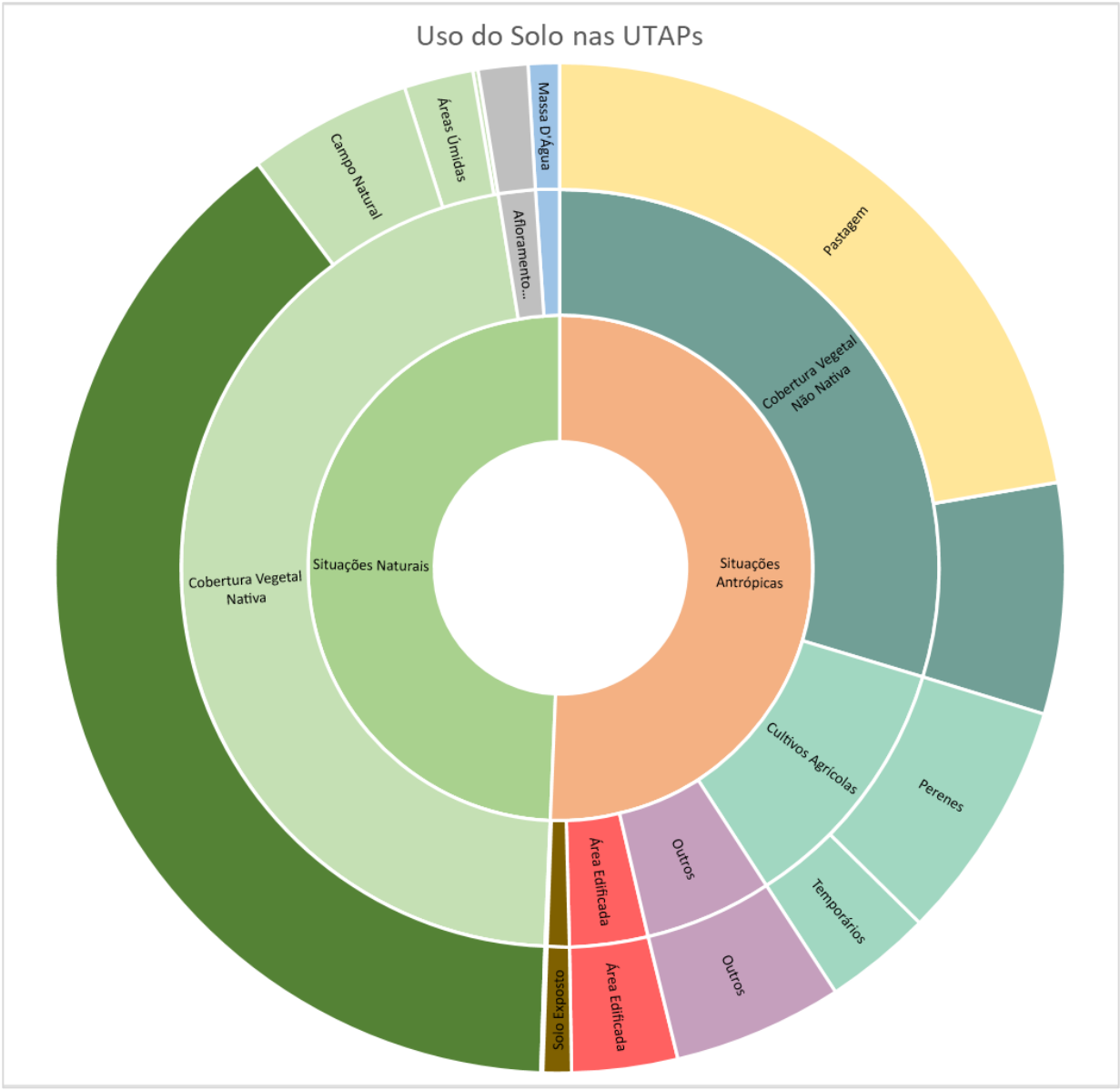
Quadro 72 – Área ocupada por cada categoria de uso e cobertura do solo na totalidade do espaço geográfico ocupado pelas 32 UTAPs.

Fisionomia/ Uso do Solo		Tipo de Uso	Área em km²			%
Situações Naturais	Cobertura Vegetal Nativa	Áreas Úmidas	144,56	2,21%	3.225,73	49,38%
		Campo Natural	342,55	5,24%		
		Fisionomia Florestal	2.556,92	39,14%		
		Restinga	10,54	0,16%		
	Massa D'Água	Massa D'Água	67,12	1,03%		

Fisionomia/ Uso do Solo		Tipo de Uso	Área em km²			%
	Afloramento Rochoso	Afloramento Rochoso	104,04	1,59%		
Situações Antrópicas	Cobertura Vegetal Não Nativa	Fisionomia Florestal	482,30	7,38%	3.307,31	50,62%
		Pastagem	1.455,06	22,27%		
	Cultivos Agrícolas	Perenes	506,64	7,75%		
		Temporários	222,98	3,41%		
	Extração Mineração	Extração Mineração	4,31	0,07%		
	Área Edificada	Área Edificada	220,30	3,37%		
	Solo Exposto	Solo Exposto	60,72	0,93%		
	Outros	Outros	354,99	5,43%		
		Total		6.533,04		100,00%

Fonte: Composição do Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT com base nos dados do IEMA, 2020.

Figura 116 – Uso e cobertura do solo nas 32 UTAPs.



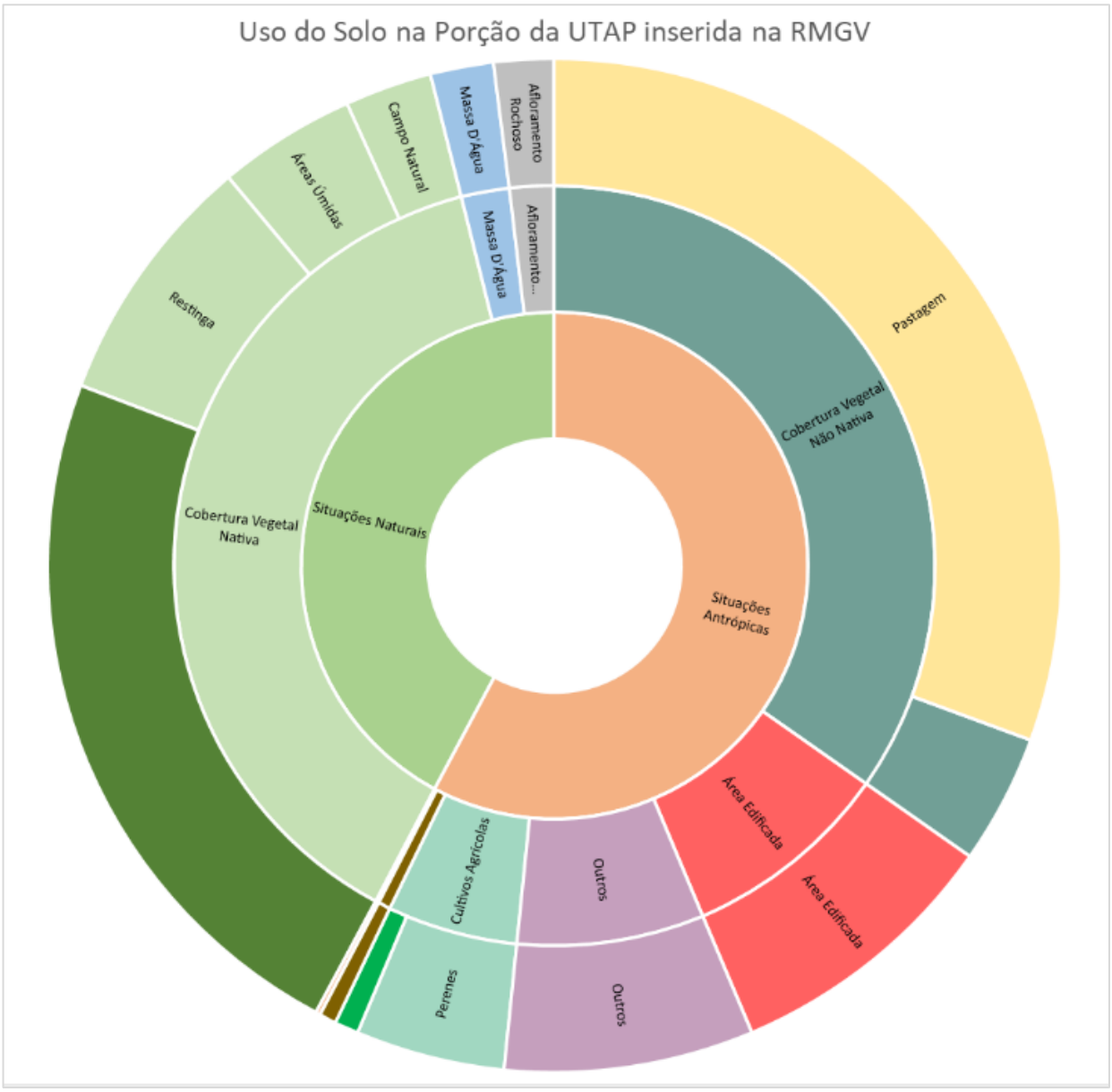
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020.

Quadro 73 – Área ocupada por cada categoria de uso e cobertura do solo na totalidade do espaço geográfico ocupado pelas 32 UTAPs na porção inserida na RMGV.

Fisionomia/ Uso do Solo		Tipo de Uso	Área em km²			%
Situações Naturais	Cobertura Vegetal Nativa	Áreas Úmidas	101,84	4,42%	972,08	42,19%
		Campo Natural	63,87	2,77%		
		Fisionomia Florestal	528,95	22,96%		
		Restinga	186,71	8,10%		
	Massa D'Água	Massa D'Água	46,64	2,02%		
	Afloramento Rochoso	Afloramento Rochoso	44,074	1,91%		
Situações Antrópicas	Cobertura Vegetal Não Nativa	Fisionomia Florestal	95,11	4,13%	1.332,08	57,81%
		Pastagem	704,89	30,59%		
	Cultivos Agrícolas	Perenes	110,11	4,78%		
		Temporários	17,60	0,76%		
	Extração Mineração	Extração Mineração	3,43	0,15%		
	Área Edificada	Área Edificada	205,47	8,92%		
	Solo Exposto	Solo Exposto	12,56	0,54%		
	Outros	Outros	182,92	7,94%		
		Total		2.304,16		100,00%

Fonte: Composição do Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT com base nos dados do IEMA, 2020.

Figura 117 – Uso e cobertura do solo na porção da 32 UTAPs inserida na RMGV.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Observa-se que o uso e cobertura da terra para o recorte da RMGV, fica evidenciado que a proporção de usos de natureza antrópica é maior do que no conjunto da UTAPs. As áreas edificadas, as pastagens, são mais expressivas e a cobertura vegetal nativa – fisionomia florestal, os cultivos perenes e temporários são menos presentes na porção da RMGV

Uso e Ocupação do Solo das Bacias

O estudo da presente temática, tem por objetivo subsidiar outros estudos relacionados ao PDAU principalmente nas etapas de definição da modelagem, de diretrizes, de cenários, instrumentos e propostas. Para iniciar, foram desenvolvidos mapeamentos sistemáticos sobre uso e ocupação do solo em cada uma das bacias identificadas onde foi possível levantar as configurações do espaço, tais como os usos e tipologia de cobertura vegetal que mais indicam os impactos socioambientais presentes na RMGV.

Na Figura 116, há a indicação dos limites das bacias e um maior destaque para Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) que é o principal objeto deste Plano. Porém, para um entendimento do contexto, a área de estudo abrange as bacias hidrográficas na sua integra, para além dos limites das RMGV.

Algumas das bacias possuem características tipicamente mais rurais, principalmente em áreas mais afastadas das áreas litorâneas. As bacias e áreas escoamento difuso mais próximas da área litorânea foram ocupadas por núcleos urbanos.

As análises feitas procuram avaliar os processos de degradação ambiental, bem como compreender as áreas passíveis de proteção e outras a serem propostas para recuperação nas etapas subsequentes deste plano.

Nos itens abaixo estão apresentados os Usos e a Ocupação do Solo das Bacias nas quais está inserida a RMGV realizado em 2020 para cada uma das UTAPs.

As delimitações das áreas urbanas e rurais da RMGV são essenciais para o conhecimento, entendimento e avaliação do contexto em relação as atividades humanas e suas condições de equilíbrio nas unidades de paisagem e planejamento. Na sequência, apresenta-se o cenário atual em relação ao uso e ocupação do solo existente em cada uma das 32 UTAPs.

Bacia do Rio Preto (UTAP 1)

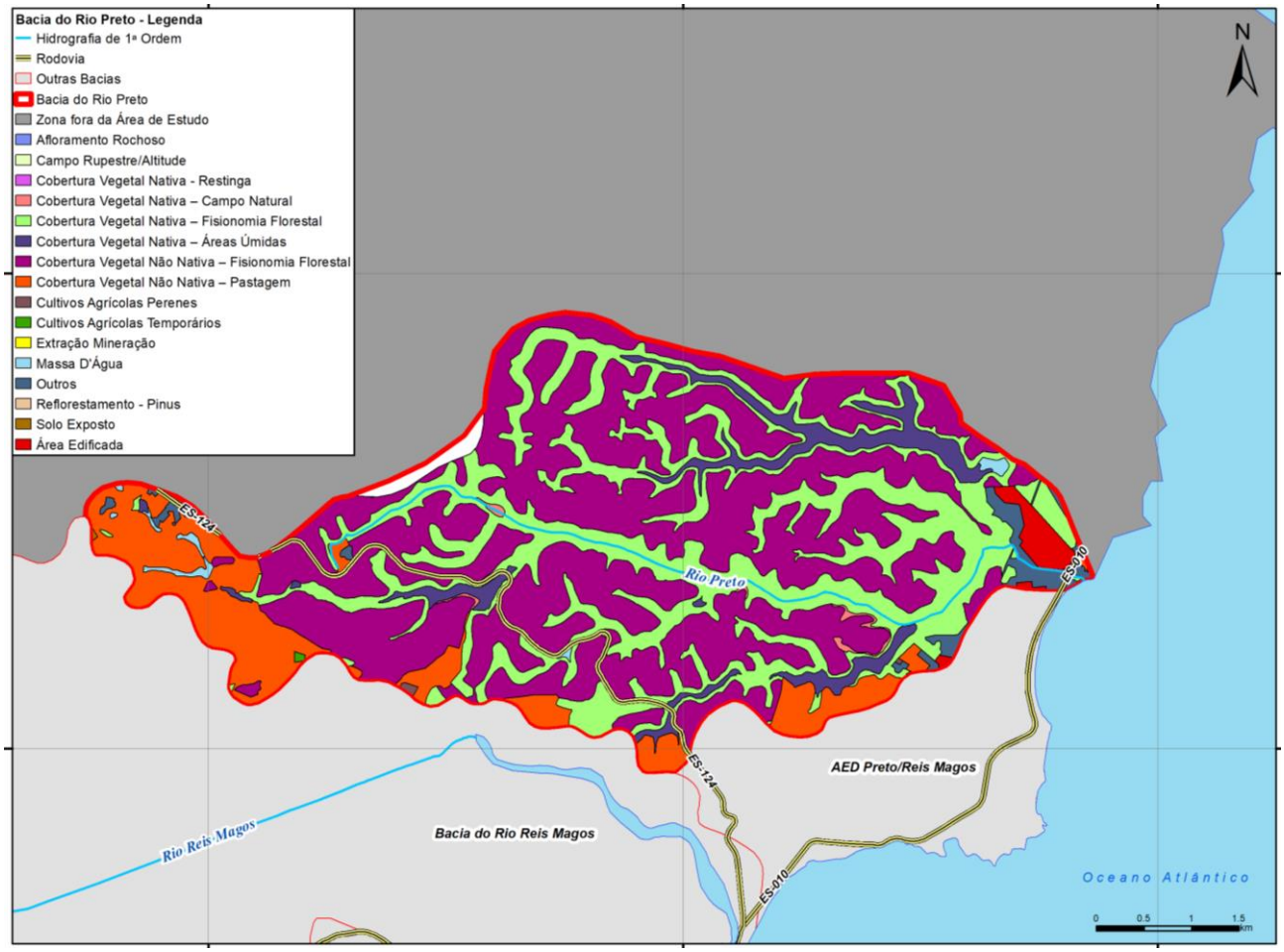
A Bacia do Rio Preto possui 27,84 km2, sendo que 0,13 km2 (0,004%) é de área urbanizada, abrangendo os municípios de Fundão e Aracruz.

A porção da UTAP1 contida na RMGV é de 14,29 km2 (51,33%), sendo que 0,14 km2 (0,49%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 118, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Fisionomia Florestal” de 50,83% (14,15 km2) do território, seguida por 28,35% (7,89 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 1,16% (0,32 km2) do território da bacia (UTAP1). Os dados podem ser observados no Quadro 74 e na Figura 118.

Em relação a porção da UTAP1 inserida na RMGV, a área de “cobertura vegetal não nativa – Fisionomia Florestal” de 45,3% (6,47 km2) do território, seguida por 23,61% (3,37 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” e “cobertura vegetal não nativa – pastagem” de 22,7% (3,24 km2). A “área edificada” representa 0,28% (0,04km2) da porção da UTAP1 no território da RMGV (ver Quadro 74 e na Figura 118).

Figura 118 – Bacia do Rio Preto (UTAP 1).



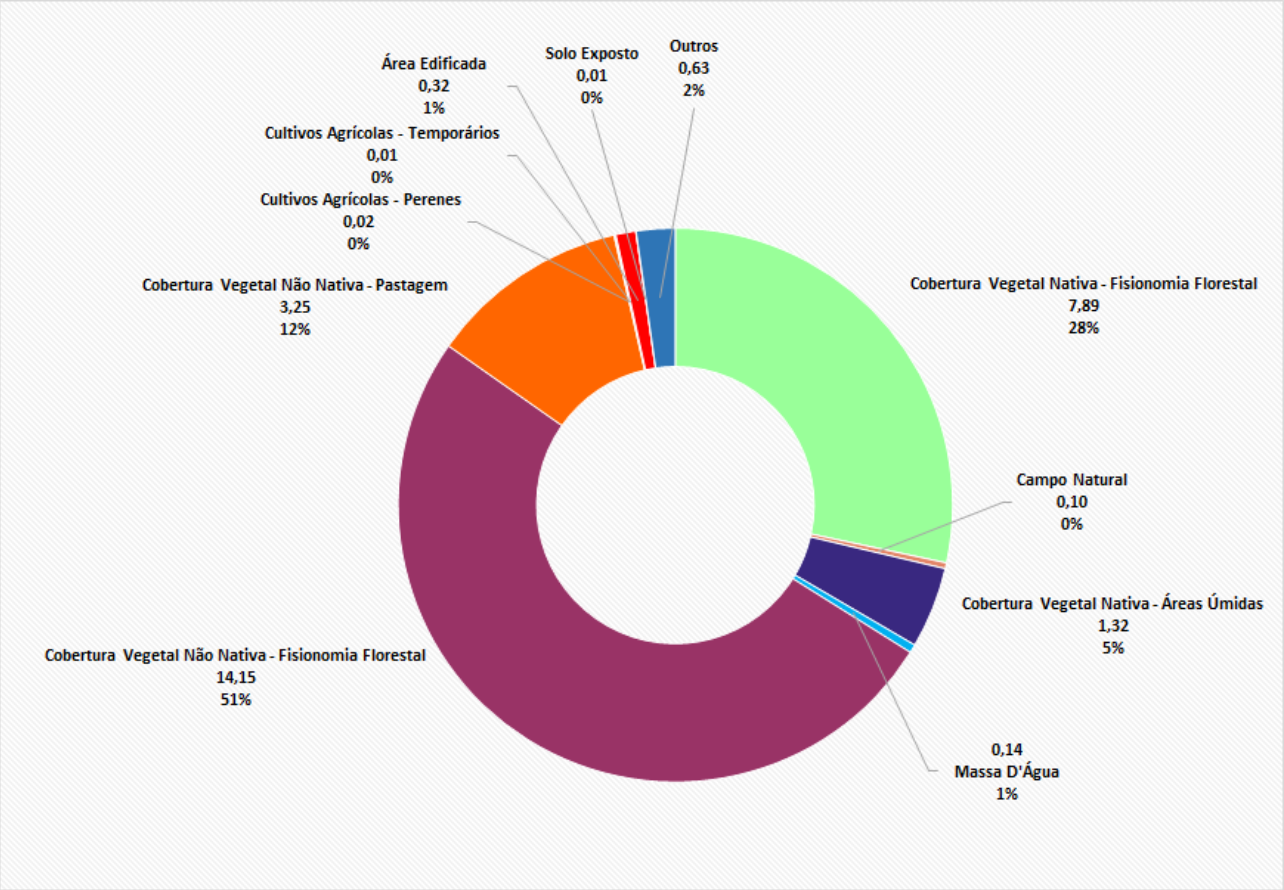
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 74 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 1.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	7,89	9,44	33,92%	3,37	4,07	28,48%
	Campo Natural	0,10			0,08		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	1,32			0,52		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-			-		
	Massa D'Água	0,14			0,10		
	Afloramento Rochoso	-			-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	14,15	18,39	66,08%	6,47	10,22	71,52%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	3,25			3,24		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,02			0,02		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,01			0,01		
	Extração Mineração	-			-		
	Área Edificada	0,32			0,04		
	Solo Exposto	0,01			0,01		
	Outros	0,63			0,43		
	Total		27,84	100,00%	14,29		100,00%

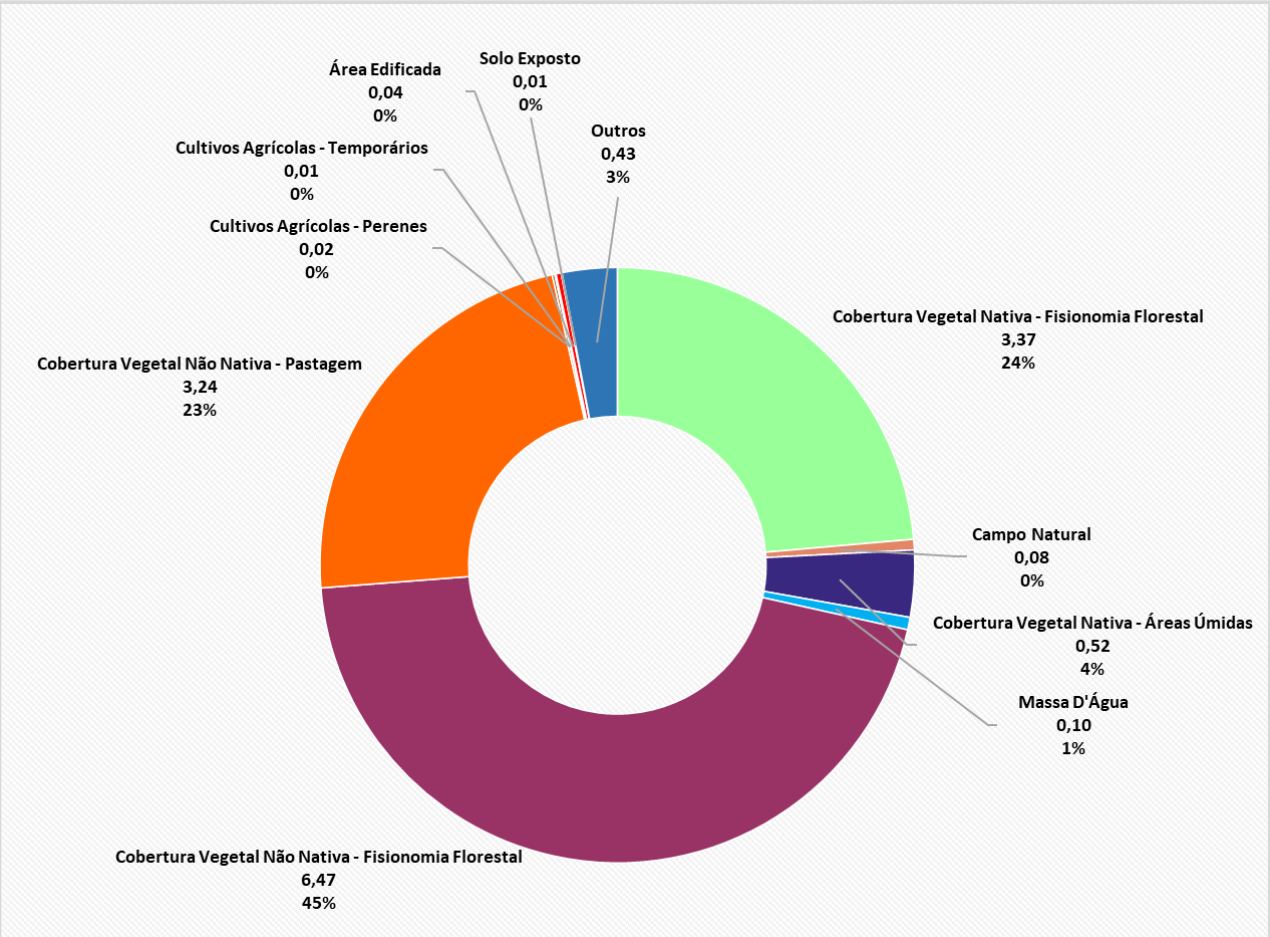
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 119 – Bacia do Rio Preto (UTAP 1).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 120 – Bacia do Rio Preto (UTAP 1) porção inserida na RMGV.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Fundão (UTAP 2)

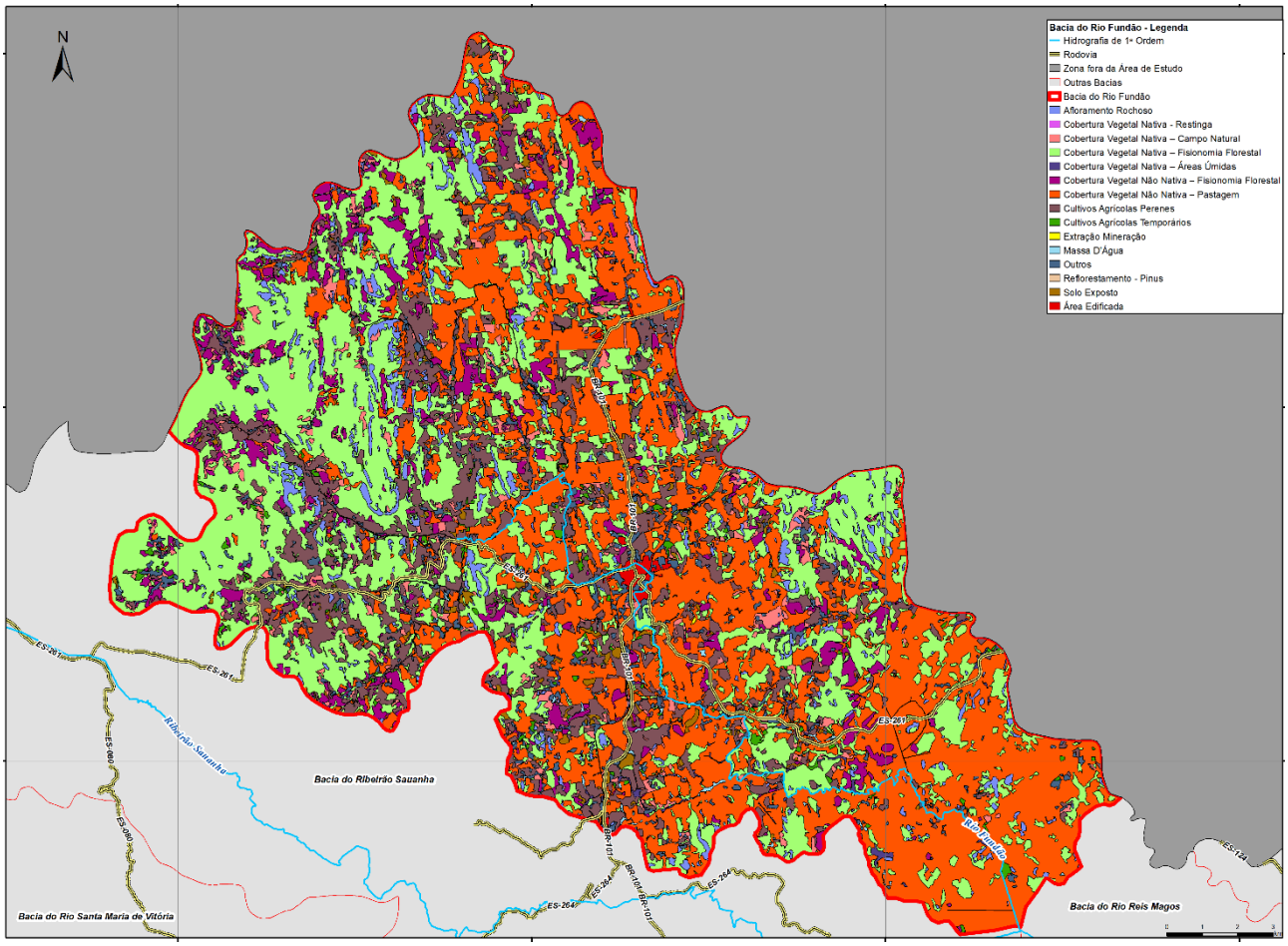
A Bacia do Rio Fundão possui 327,29 km2, sendo que 1,04 km2 (0,003%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Aracruz, Fundão, Ibiraçu, Santa Leopoldina, Santa Teresa, Serra.

A porção da UTAP2 contida na RMGV é de 199 km2 (60,8%), sendo que 0,93 km2 (0,28%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 121, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 34,4% (112,6 km2) do território, seguida por 32,42% (106,1 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 0,31% (1,01 km2) do território da bacia (UTAP2). Os dados podem ser observados no Quadro 75 e na Figura 122)

Em relação a porção da UTAP1 inserida na RMGV, a área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 42,82% (85,22 km2) do território, seguida por 26,8% (53,33 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal. A “área edificada” representa 0,48% (0,94km2) da porção da UTAP2 no território da RMGV (Quadro 75 e na Figura 122)

Figura 121 – Bacia do Rio Fundão (UTAP 2).



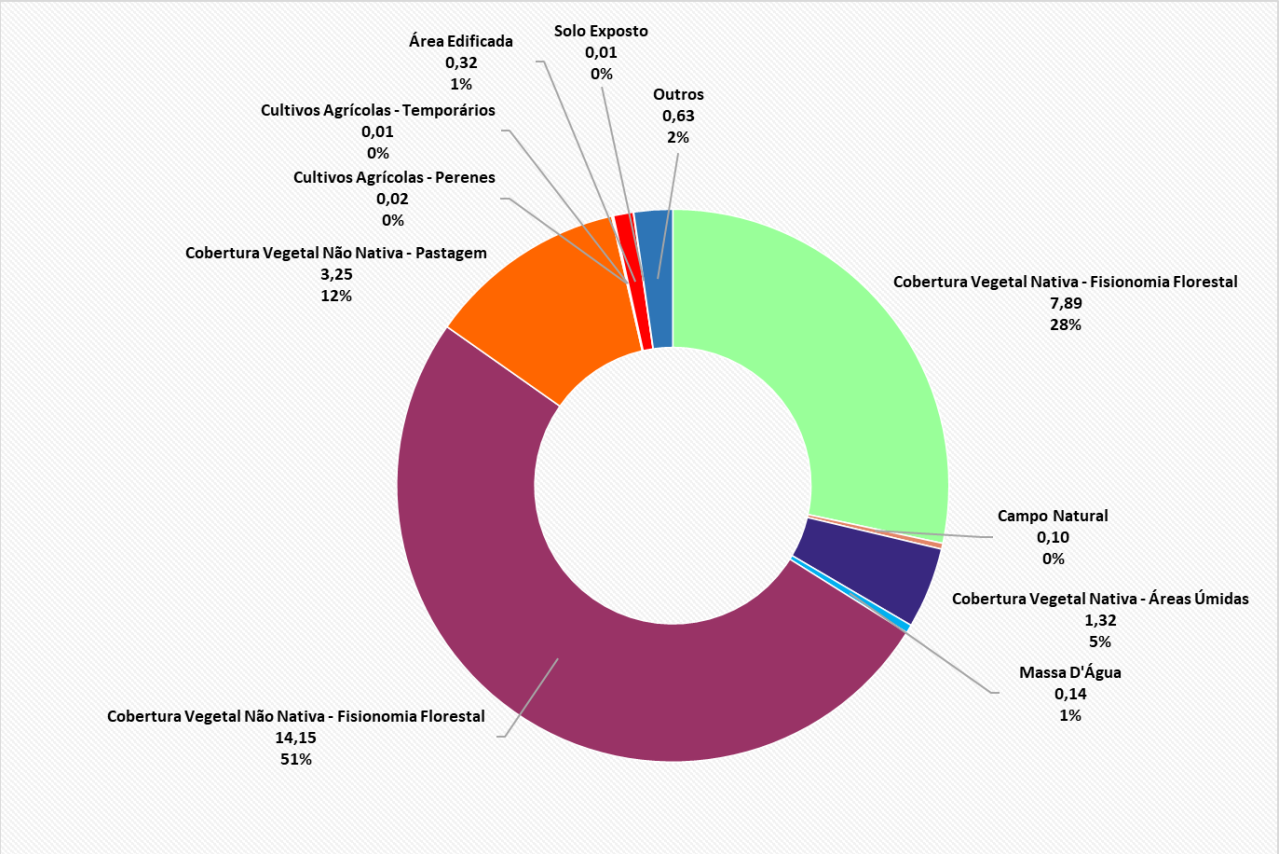
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 75 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 2.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	106,10	133,57	40,81%	53,33	70,08	35,22%
	Campo Natural	10,57			5,76		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	1,25			1,03		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-			-		
	Massa D'Água	2,52			1,96		
	Afloramento Rochoso	13,13			8,00		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	19,51	193,72	59,19%	8,51	128,92	64,78%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	112,60			85,22		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	44,95			24,17		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	2,13			1,38		
	Extração Mineração	0,02			0,02		
	Área Edificada	1,01			0,95		
	Solo Exposto	3,40			2,20		
	Outros	10,11			6,48		
	Total	327,29		100,00%	199,00		100,00%

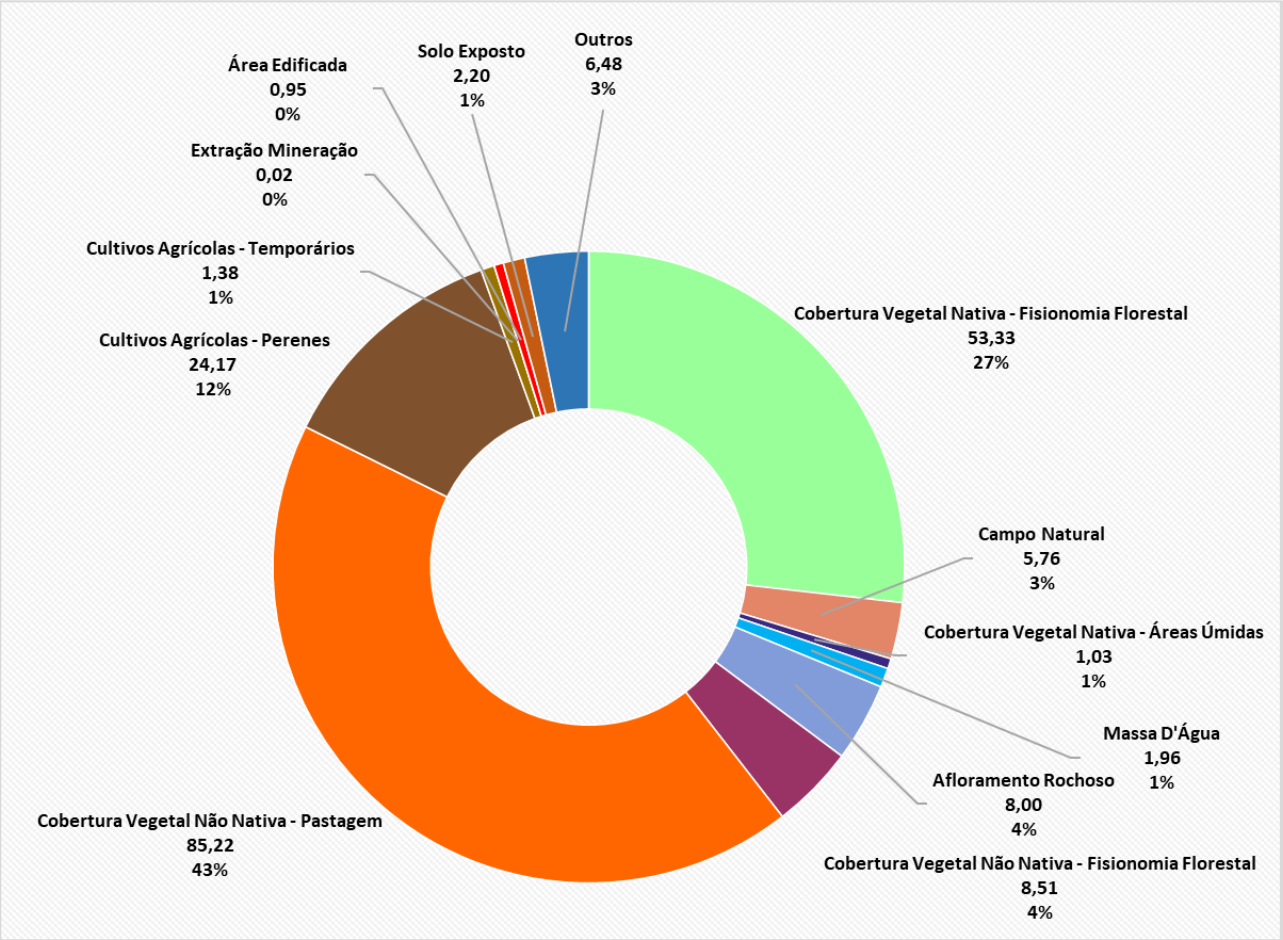
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 122 – Bacia do Rio Fundão (UTAP 2).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 123 – Bacia do Rio Fundão (UTAP 2) porção inserida na RMGV.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3)

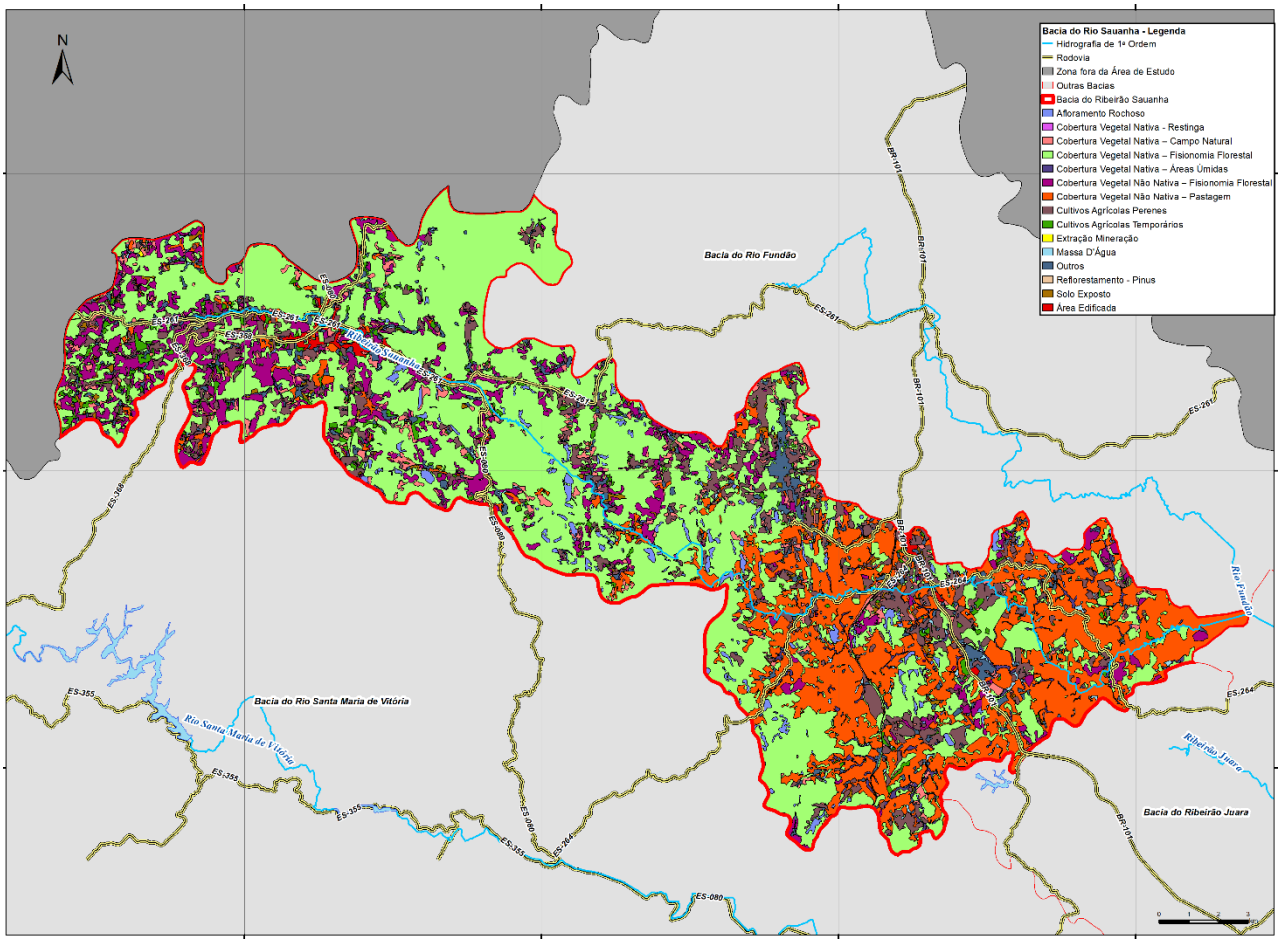
A Bacia do Ribeirão Sauanha possui 288,93 km2, sendo que 2,78 km2 (0,001%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Fundão, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá, Santa Teresa, Serra.

A porção da UTAP3 contida na RMGV é de 81,54 km2 (28,22%), sendo que 0,69 km2 (0,24%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 124, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 20,4% (58,93 km2) do território, seguida por 46,27% (133,7 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 0,68% (1,96 km2) do território da bacia (UTAP3). Os dados podem ser observados no Quadro 76 e na Figura 125.

Em relação a porção da UTAP3 inserida na RMGV, a área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 44,9% (36,61 km2) do território, seguida por 23,28% (18,98 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal. A “área edificada” representa 0,48% (0,39km2) da porção da UTAP3 no território da RMGV (ver Quadro 76 e na Figura 125).

Figura 124 – Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

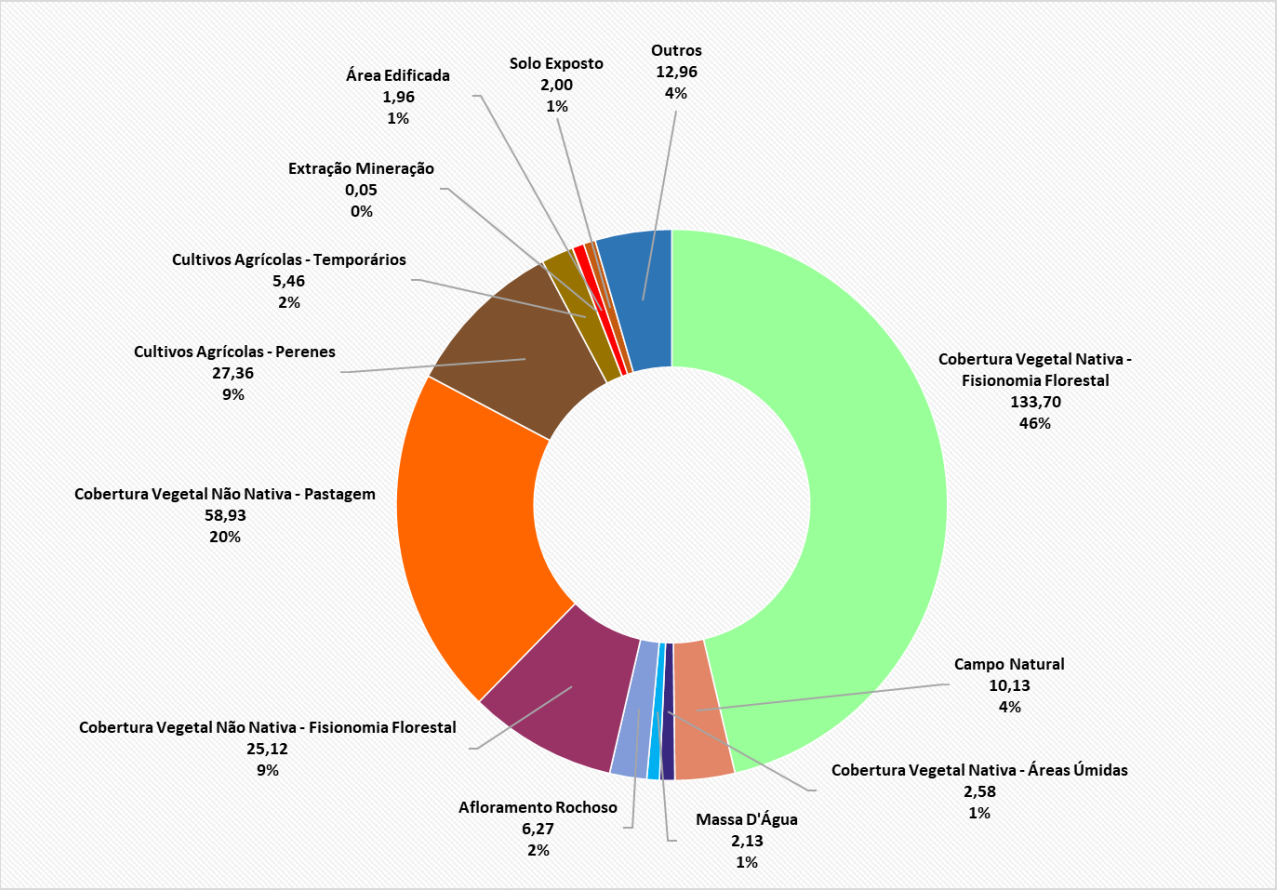
Quadro 76 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 3.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa -	133,70	155,09	53,68%	18,98	25,42	31,17%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
	Fisionomia Florestal						
	Campo Natural	10,41			1,97		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	2,58			1,90		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-			-		
	Massa D'Água	2,13			1,17		
	Afloramento Rochoso	6,27			1,40		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	25,12	133,84	46,32%	2,91	56,12	68,83%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	58,93			36,62		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	27,36			10,80		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	5,46			1,13		
	Extração Mineração	0,05			-		
	Área Edificada	1,96			0,39		
	Solo Exposto	2,00			0,46		
	Outros	12,96			3,82		
	Total	288,93		100,00%	81,54		100,00%

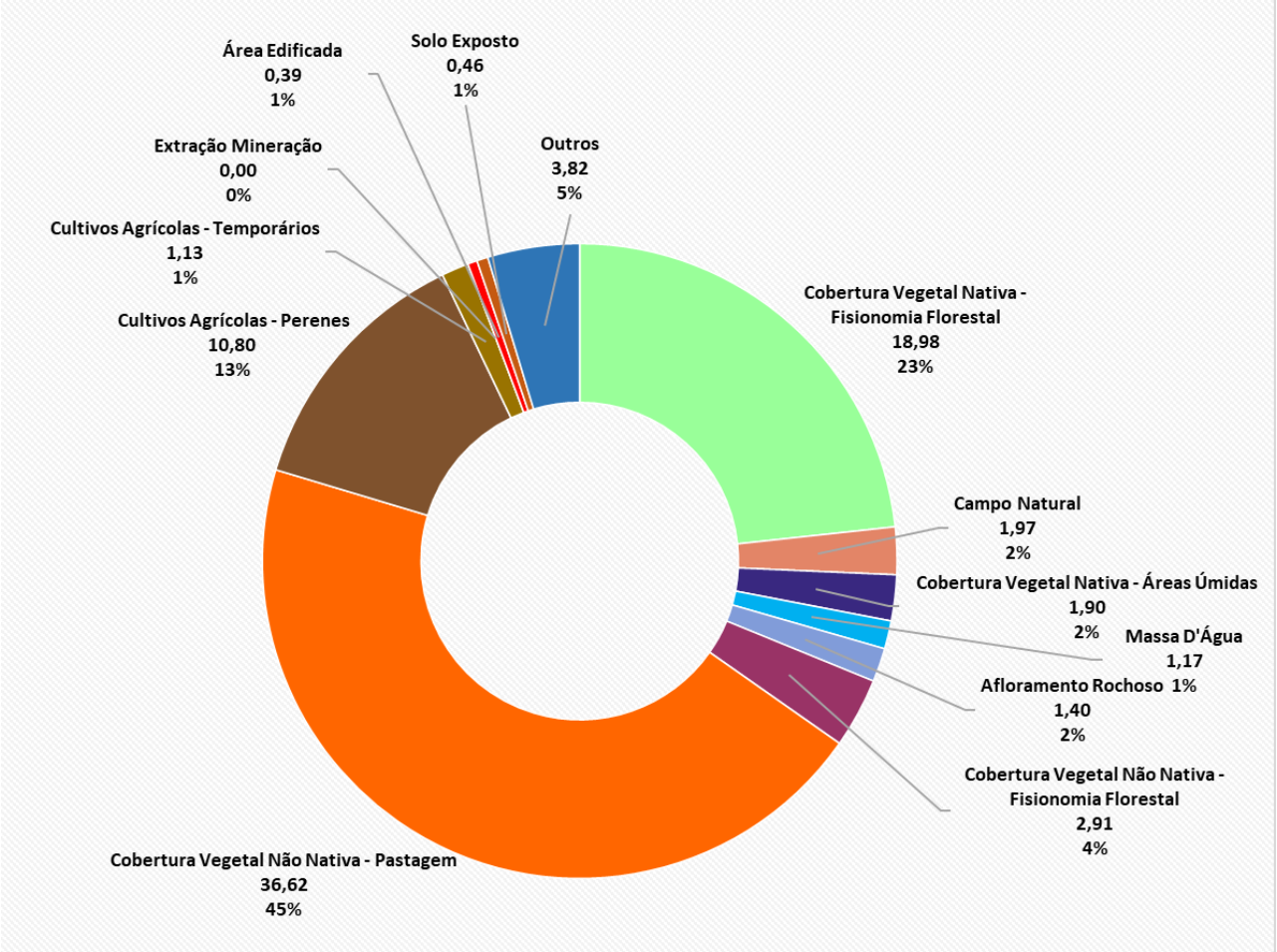
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 125 – Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 126 – Bacia do Ribeirão Sauanha (UTAP 3) porção inserida na RMGV.



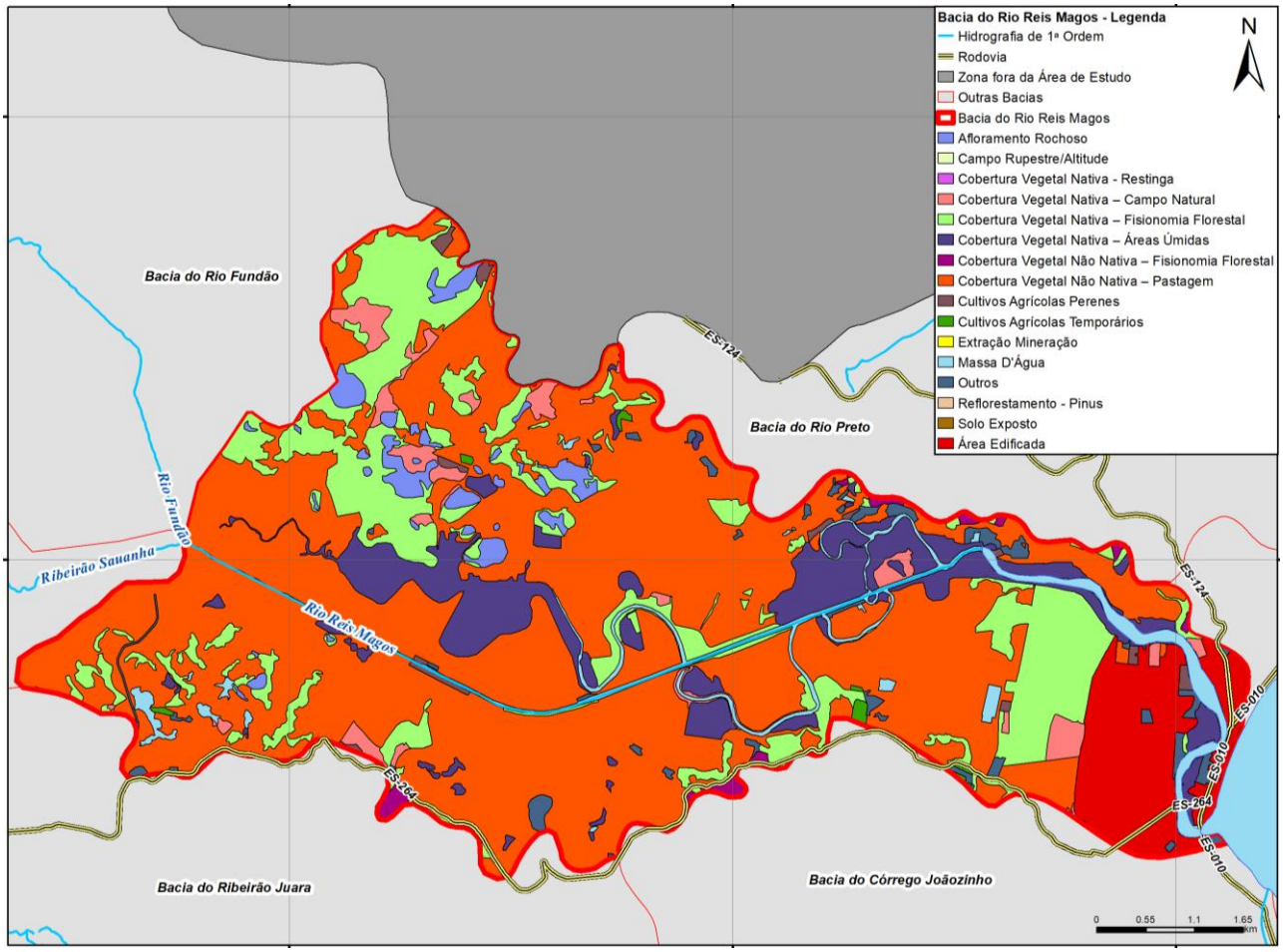
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Reis Magos (UTAP 4)

A Bacia do Reis possui 50,45 km2, sendo que 3,23 km2 (0,006%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Fundão e Serra da RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 127, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 58,85 (29,69 km2) do território, seguida por 15,5% (7,81 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 5,84% (1,96 km2) do território da bacia (UTAP4). Os dados podem ser observados no Quadro 77 e na Figura 128.

Figura 127 – Bacia do Rio Reis Magos (UTAP 4)



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

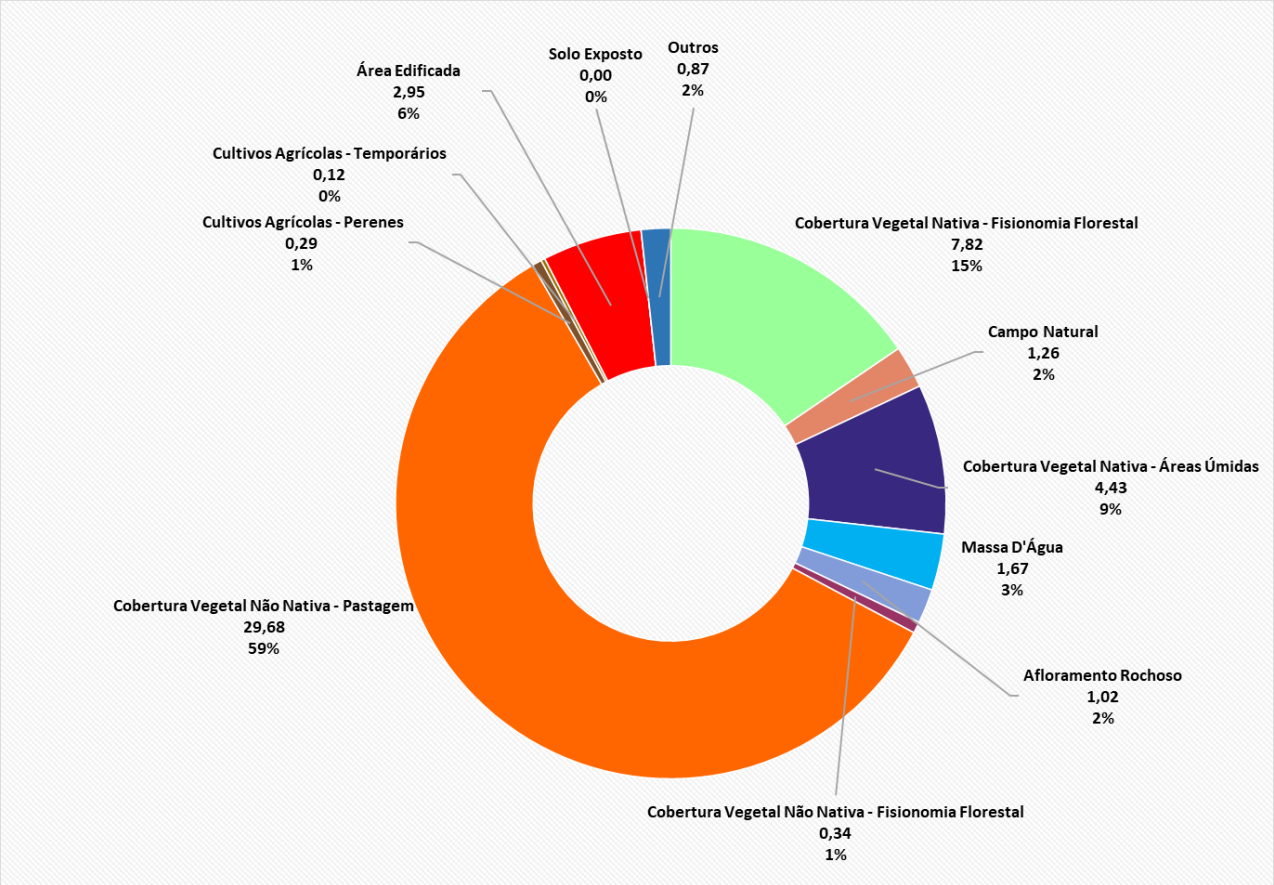
Quadro 77 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 4.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	7,82	16,20	32,11%
	Campo Natural	1,26		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	4,43		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	1,67		
	Afloramento Rochoso	1,02		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,34	34,25	67,89%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	29,69		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,29		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,12		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	2,95		
	Solo Exposto	0,00		
	Outros	0,87		
	Total	50,45		100,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 128 – Bacia do Rio Reis Magos (UTAP 4).



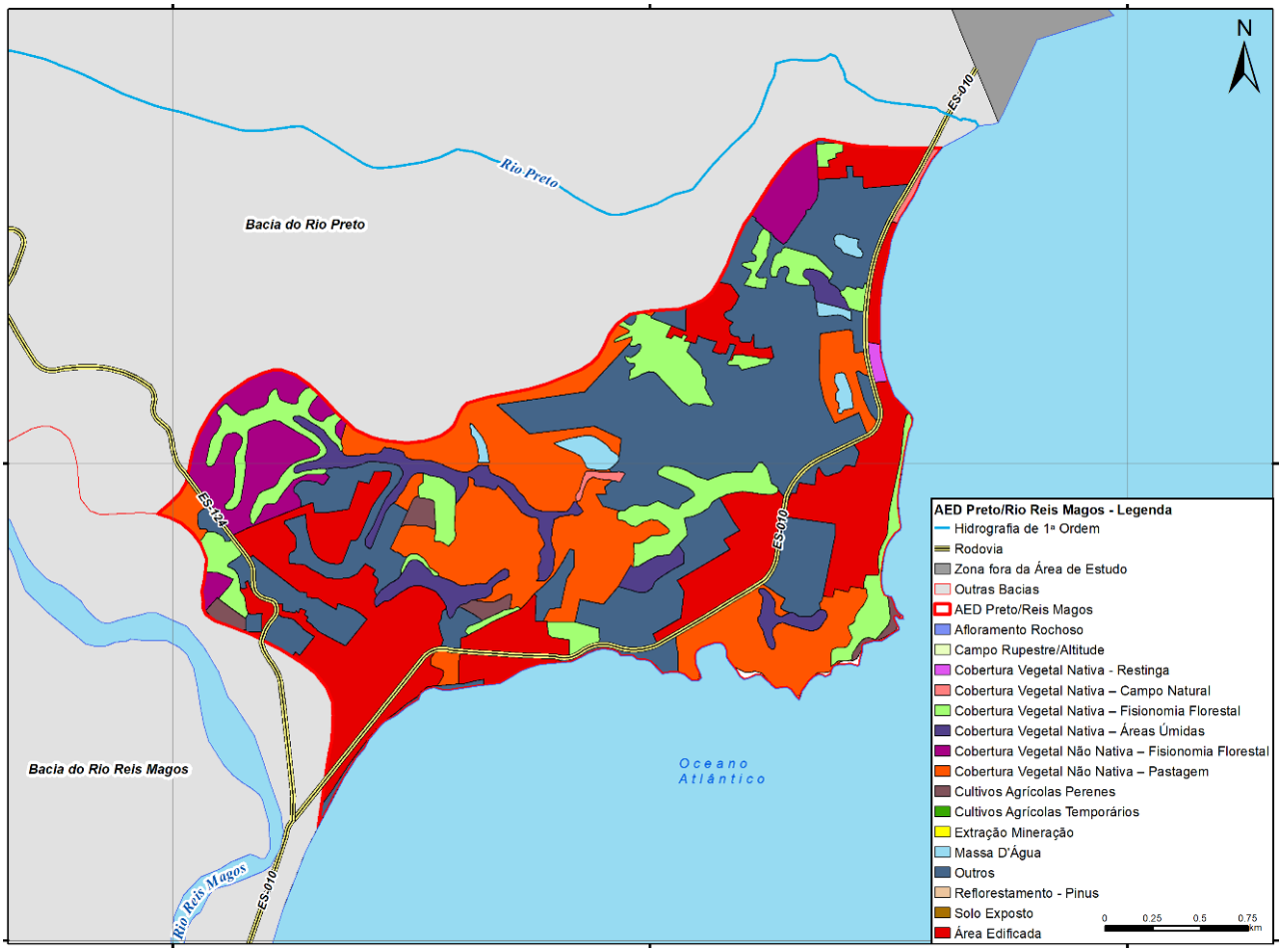
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Preto/Reis Magos (UTAP 5)

A AED Preto/Reis Magos possui 6,65 km2, sendo que 2,19 km2 (32%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Fundão na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 129, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 19,53% (1,29 km2) do território. A “área edificada” representa apenas 23,07% (1,53 km2) e “outros” são 32,62% (2,16km2) do território da bacia (UTAP5). Os dados podem ser observados no Quadro 78 e na Figura 130.

Figura 129 – AED Preto/Reis Magos (UTAP 5).



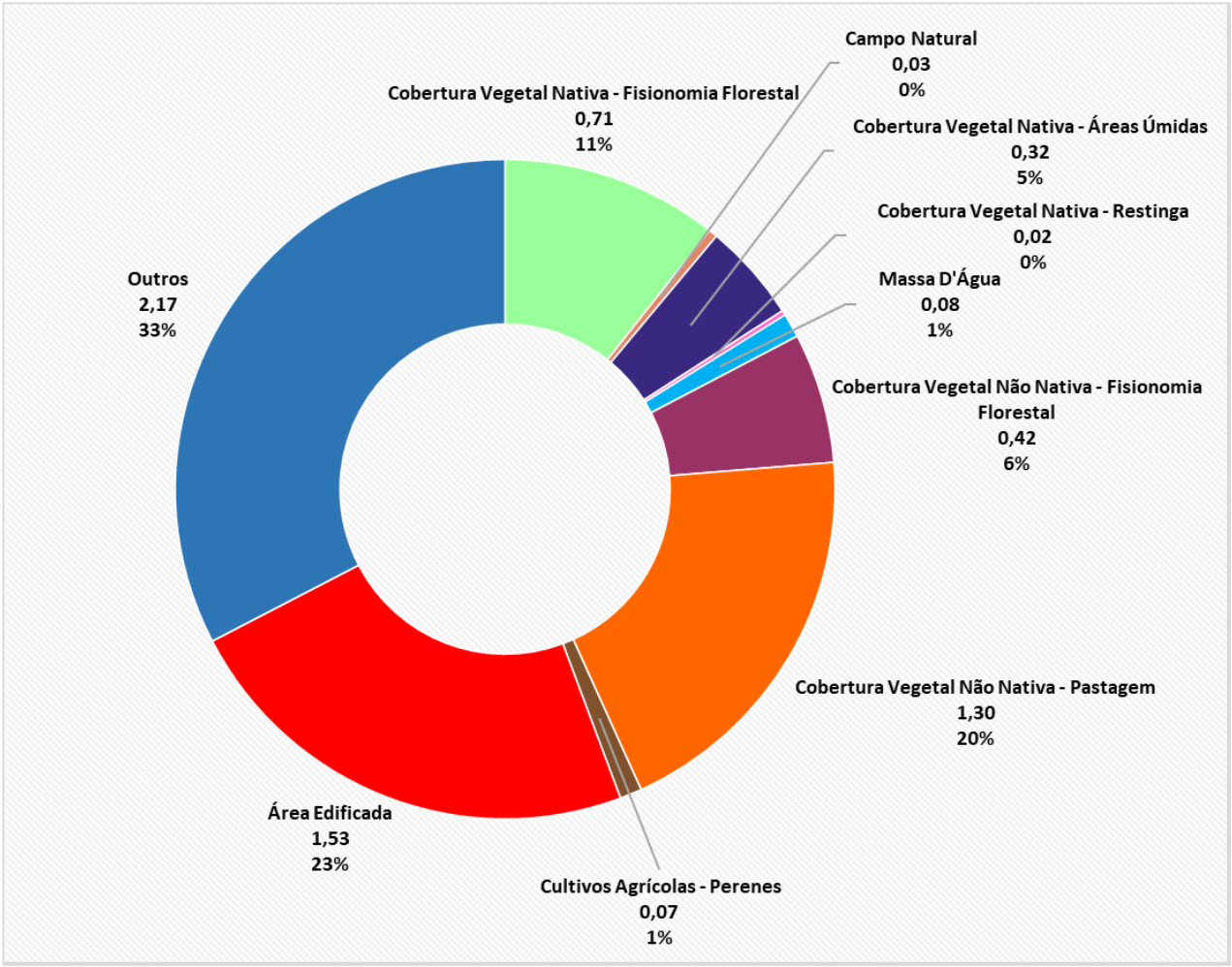
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 78 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 5.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	0,71	1,15	17,32%
	Campo Natural	0,03		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,32		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,02		
	Massa D'Água	0,08		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,42	5,50	82,68%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	1,30		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,07		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	1,53		
	Solo Exposto	-		
	Outros	2,17		
	Total	6,65		100,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 130 – Distribuição de usos e ocupação do solo na AED Preto/Reis Magos (UTAP 5).



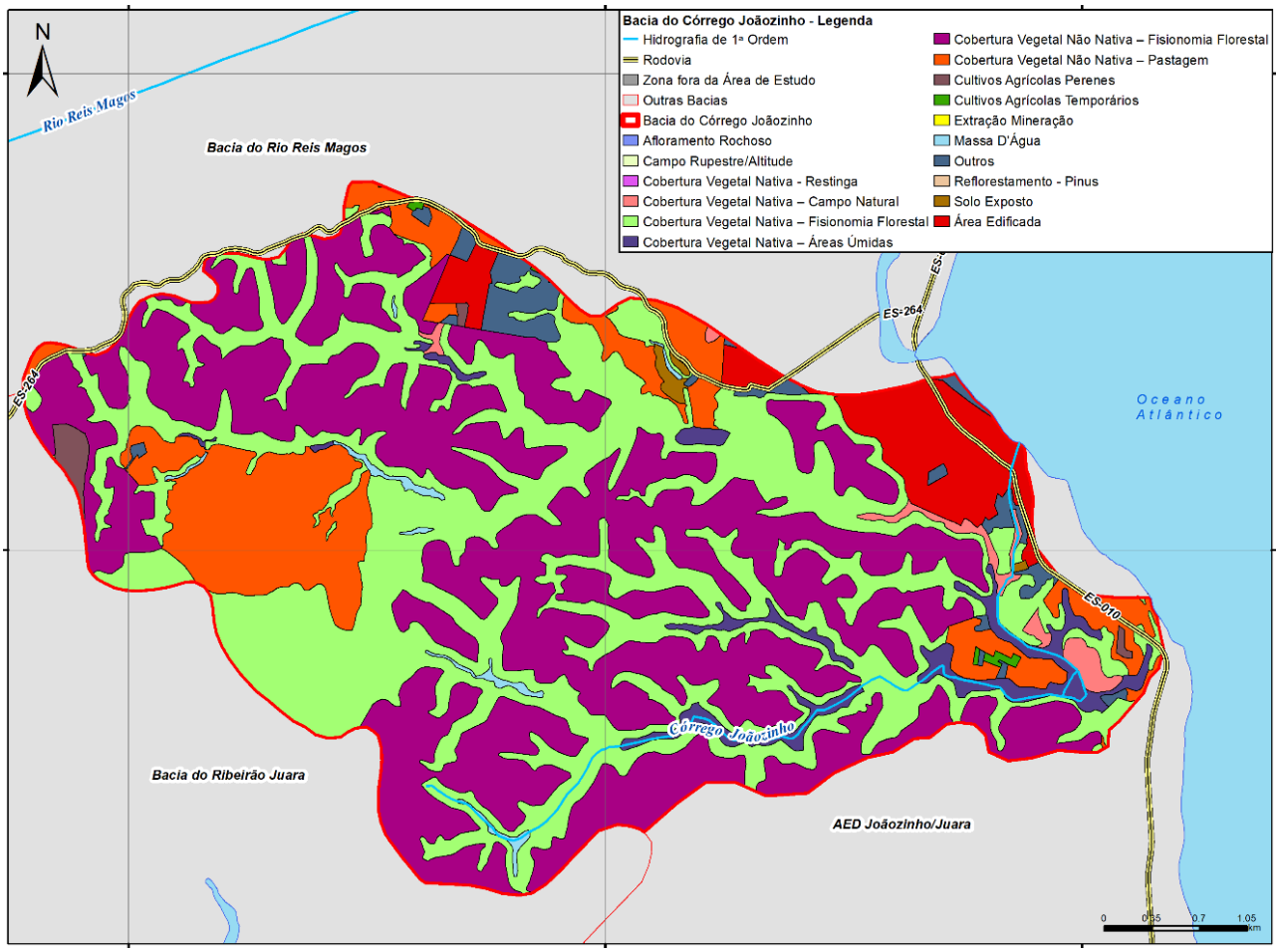
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Córrego Joãozinho (UTAP 6)

A Bacia do Córrego Joãozinho possui 24,73 km2, sendo que 1,39 km2 (0,06%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Serra.

O mapeamento apresentado na Figura 131, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Fisionomia Florestal” de 41,5% (10,26 km2) do território, seguida por 37,17% (8,69 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 4,87% (1,2 km2) do território da bacia (UTAP6). Os dados podem ser observados no Quadro 79 e na Figura 132.

Figura 131 – Bacia do Córrego Joãozinho (UTAP 6).



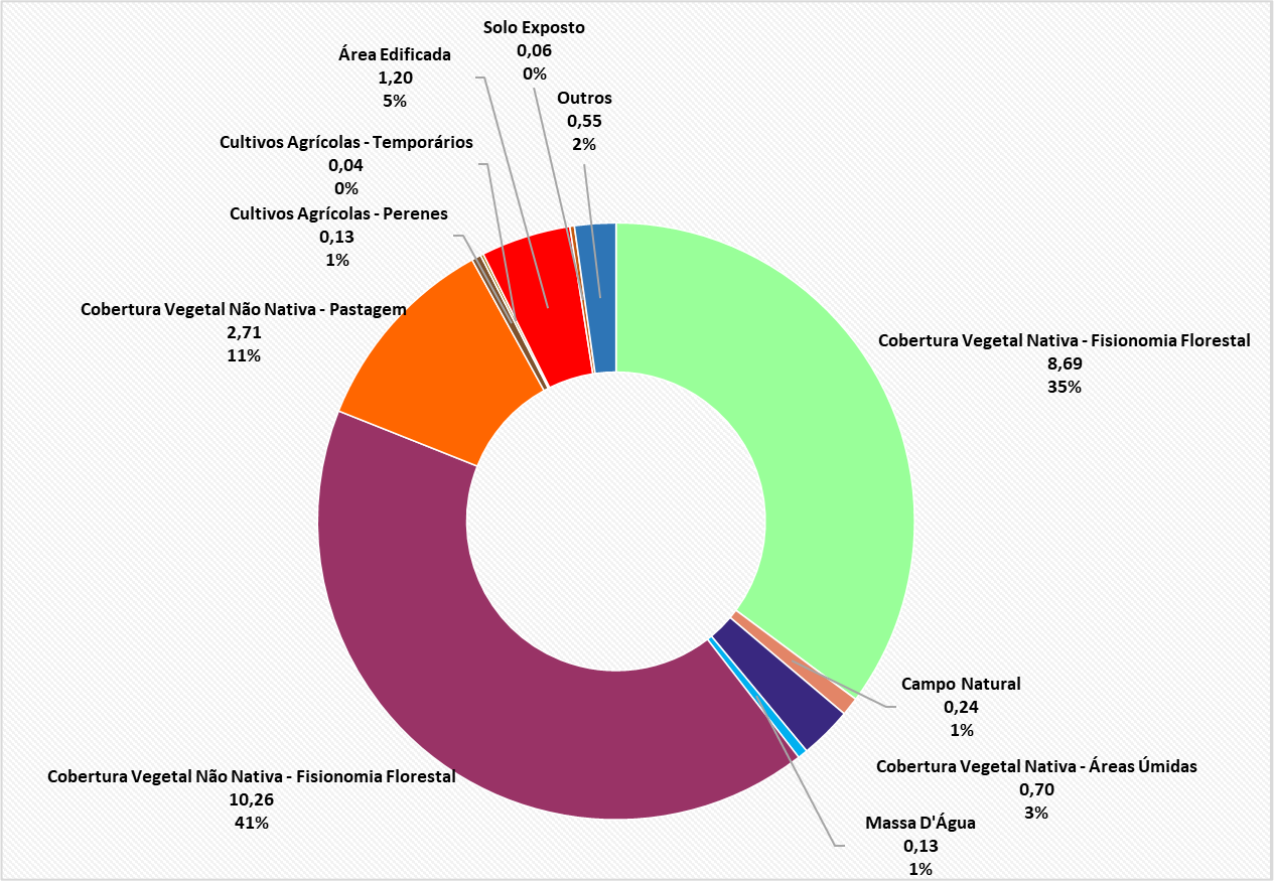
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 79 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 6.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	8,70	1,08	4,36%
	Campo Natural	0,25		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,70		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,13		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	10,26	14,95	60,47%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	2,71		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,13		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,04		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	1,20		
	Solo Exposto	0,06		
	Outros	0,55		
	Total	24,73		64,83%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 132 – Bacia do Córrego Joãozinho (UTAP 6).



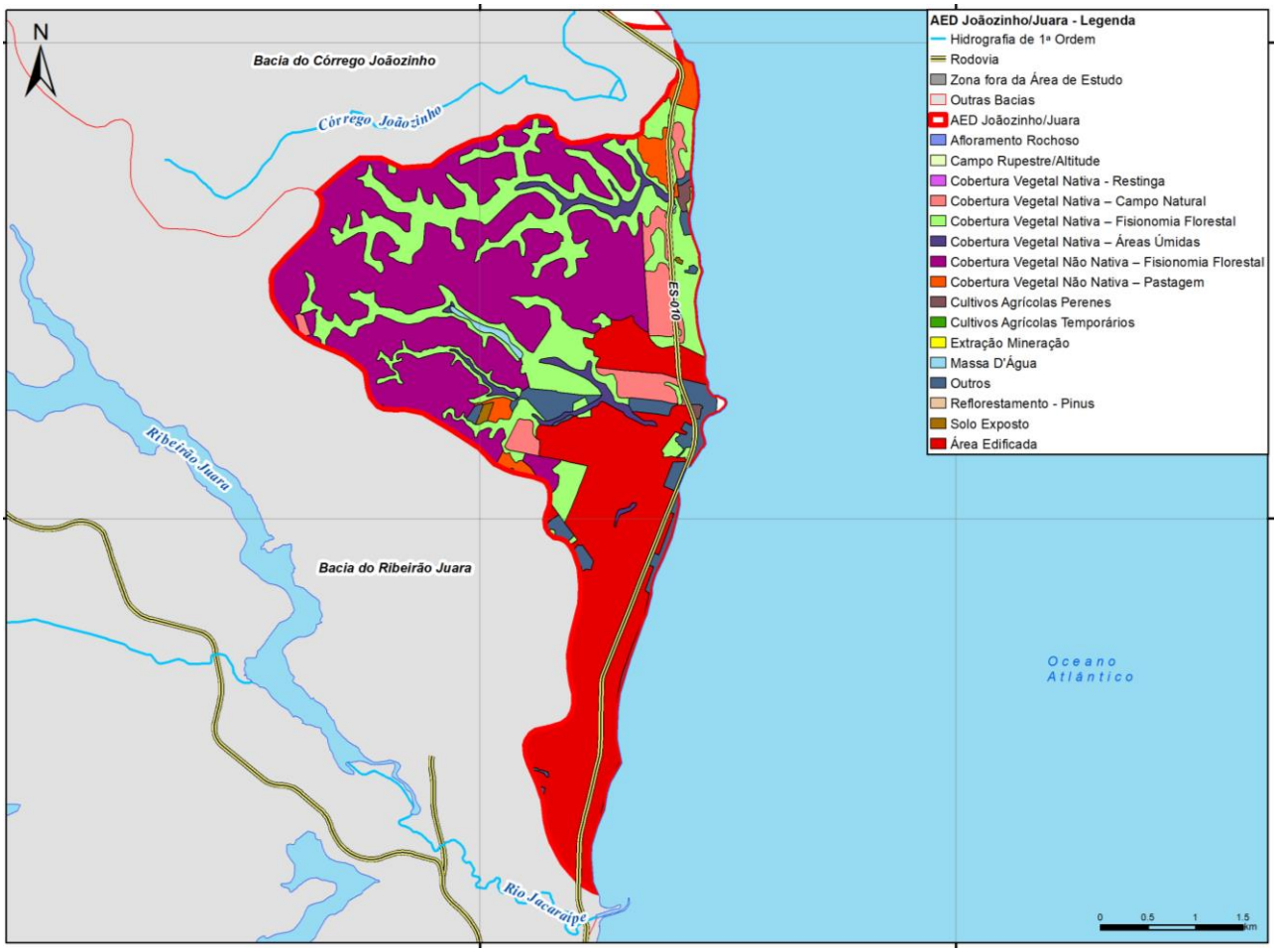
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Joãzinho/Juara (UTAP 7)

A AED Joãzinho/Juara possui 16,59 km2, sendo que 5,06 km2 (28%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Serra da RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 133 indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Fisionomia Florestal” de 38,08% (6,31 km2) do território, seguida por 21,87% (3,62 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 25,8% (4,27 km2) do território da bacia (UTAP7). Os dados podem ser observados no quadro 80 e na Figura 134.

Figura 133 – AED Joãzinho/Juara (UTAP 7).



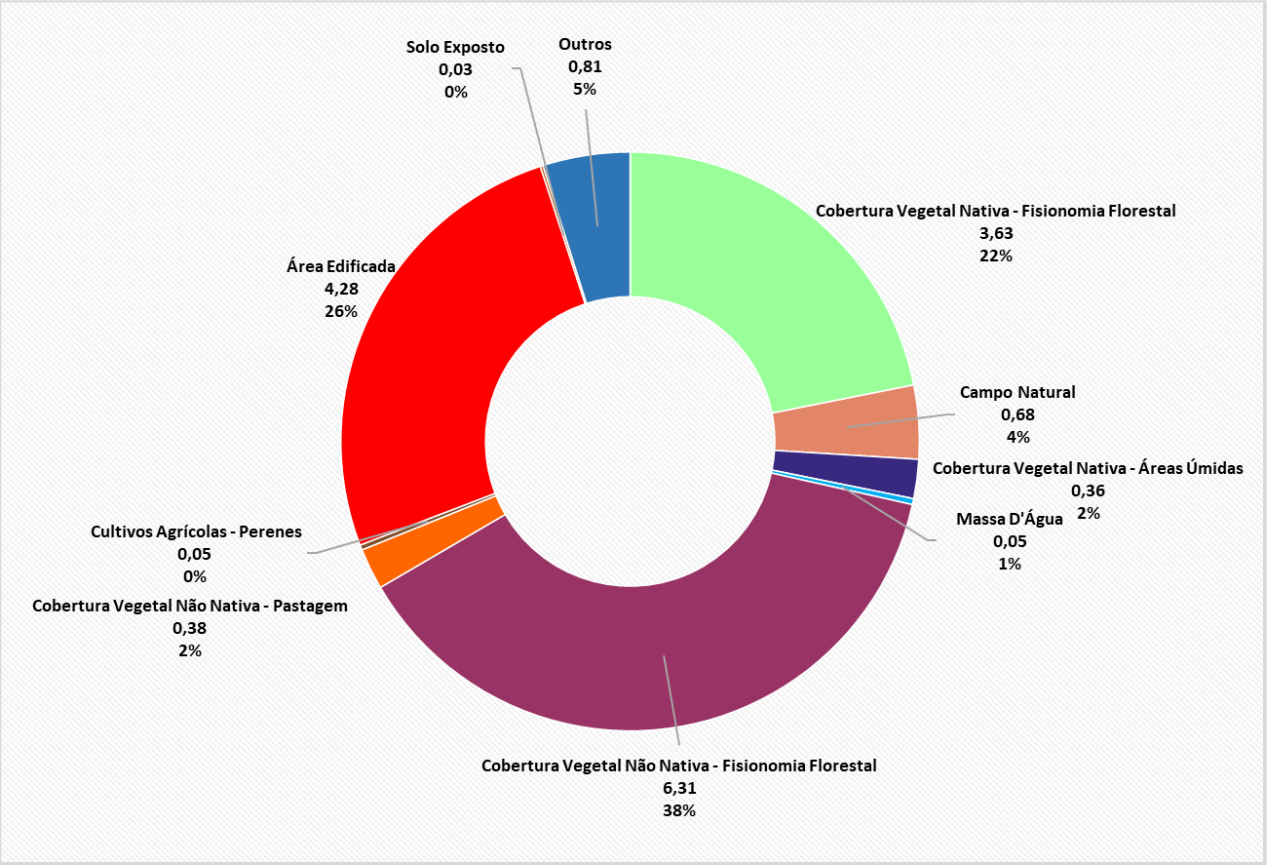
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 80 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 7.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	3,63	1,10	6,63%
	Campo Natural	0,68		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,36		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,05		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	6,32	11,86	71,50%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	0,38		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,05		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	4,28		
	Solo Exposto	0,03		
	Outros	0,81		
	Total	16,59		78,13%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 134 – AED Joãzinho/Juara (UTAP 7).



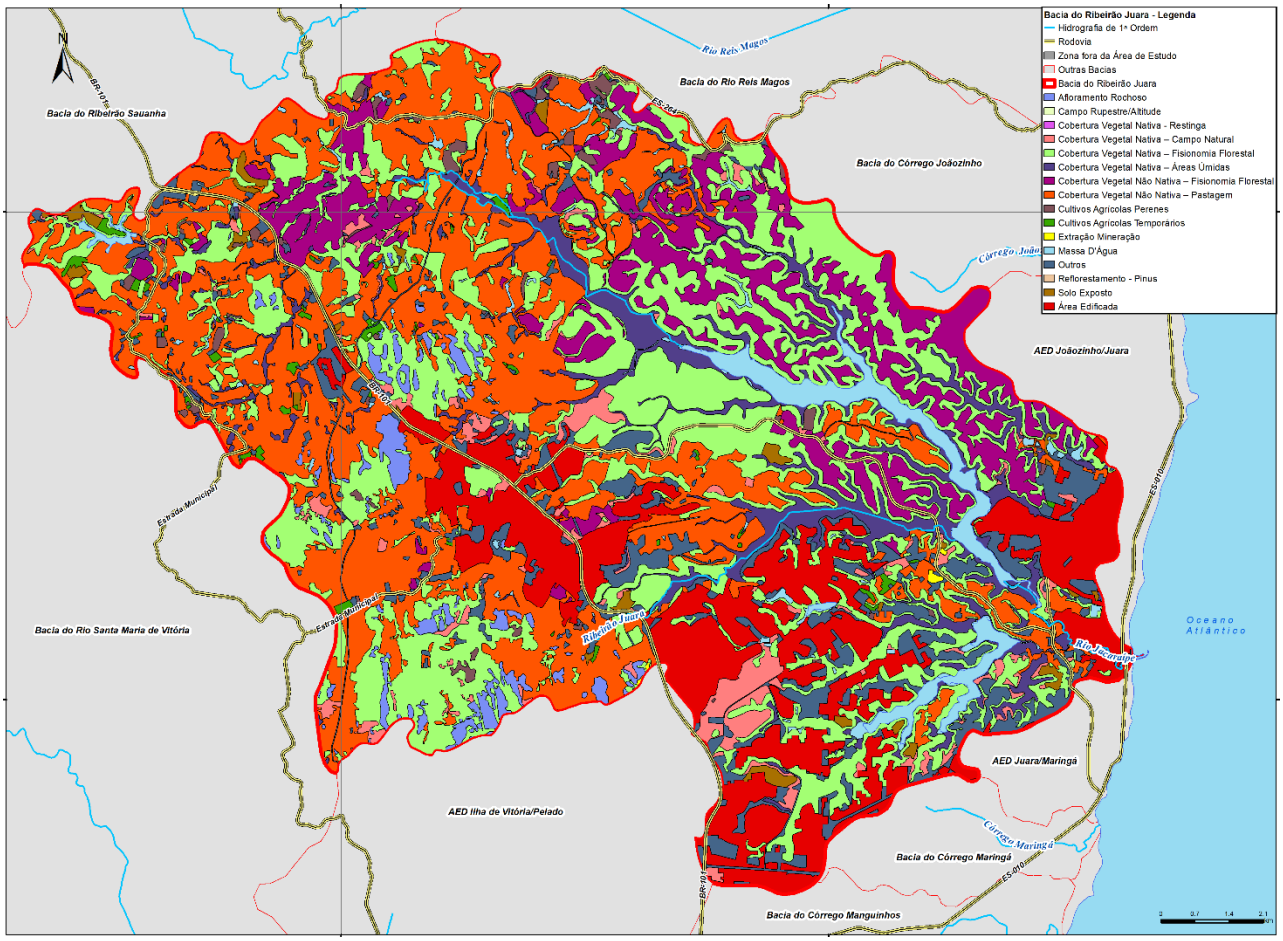
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Ribeirão Juara (UTAP 8)

A Bacia do Ribeirão Juara possui 221,49 km2, sendo que 37,68 km2 (17%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Serra.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 135, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 28,62% (63,38 km2) do território, seguida por 25,17% (55,74 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 12,53% (27,76 km2) do território da bacia (UTAP8). Os dados podem ser observados no quadro 81 e na Figura 136.

Figura 135 – Bacia do Ribeirão Juara (UTAP 8).



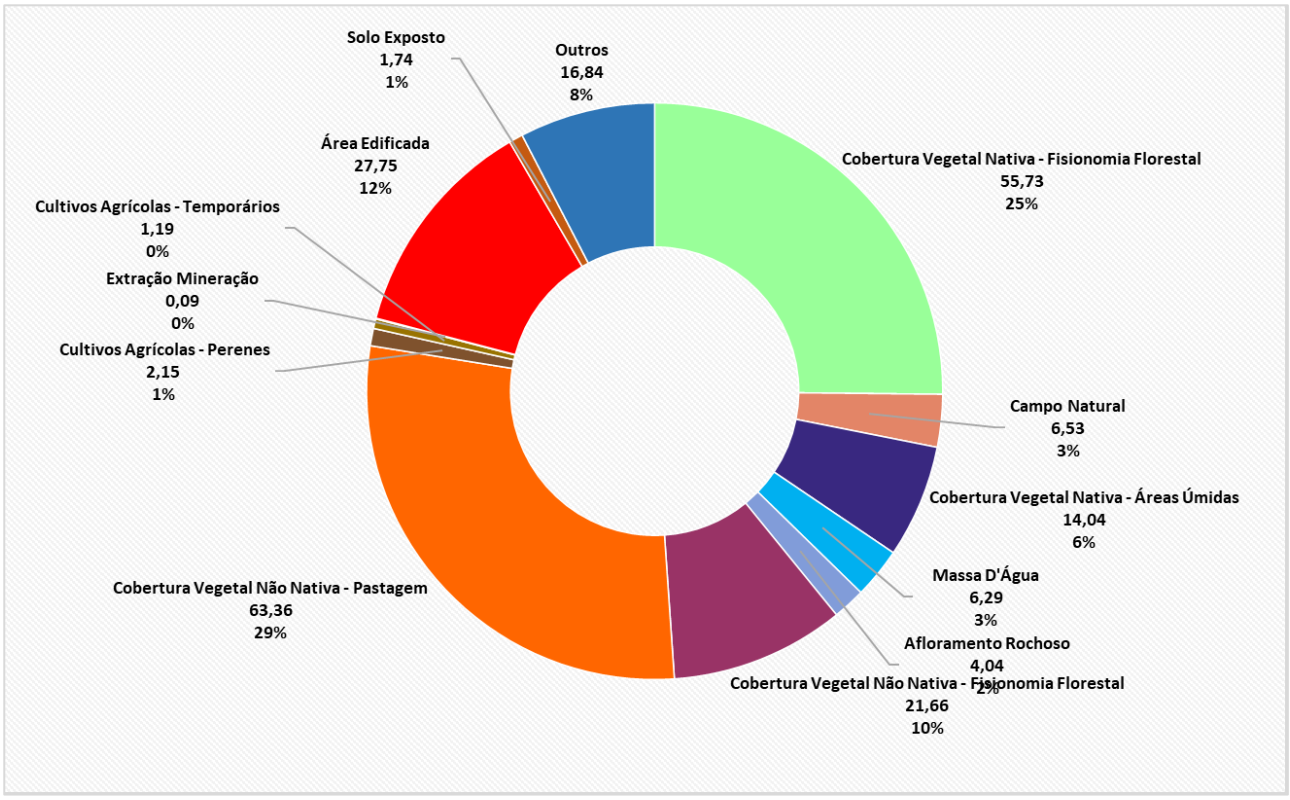
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 81 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 8

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	55,75	30,91	13,96%
	Campo Natural	6,53		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	14,05		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	6,29		
	Afloramento Rochoso	4,04		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	21,67	134,83	60,87%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	63,38		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	2,15		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	1,19		
	Extração Mineração	0,09		
	Área Edificada	27,76		
	Solo Exposto	1,74		
	Outros	16,85		
	Total	221,49		74,83%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 136 – Bacia do Ribeirão Juara (UTAP 8)



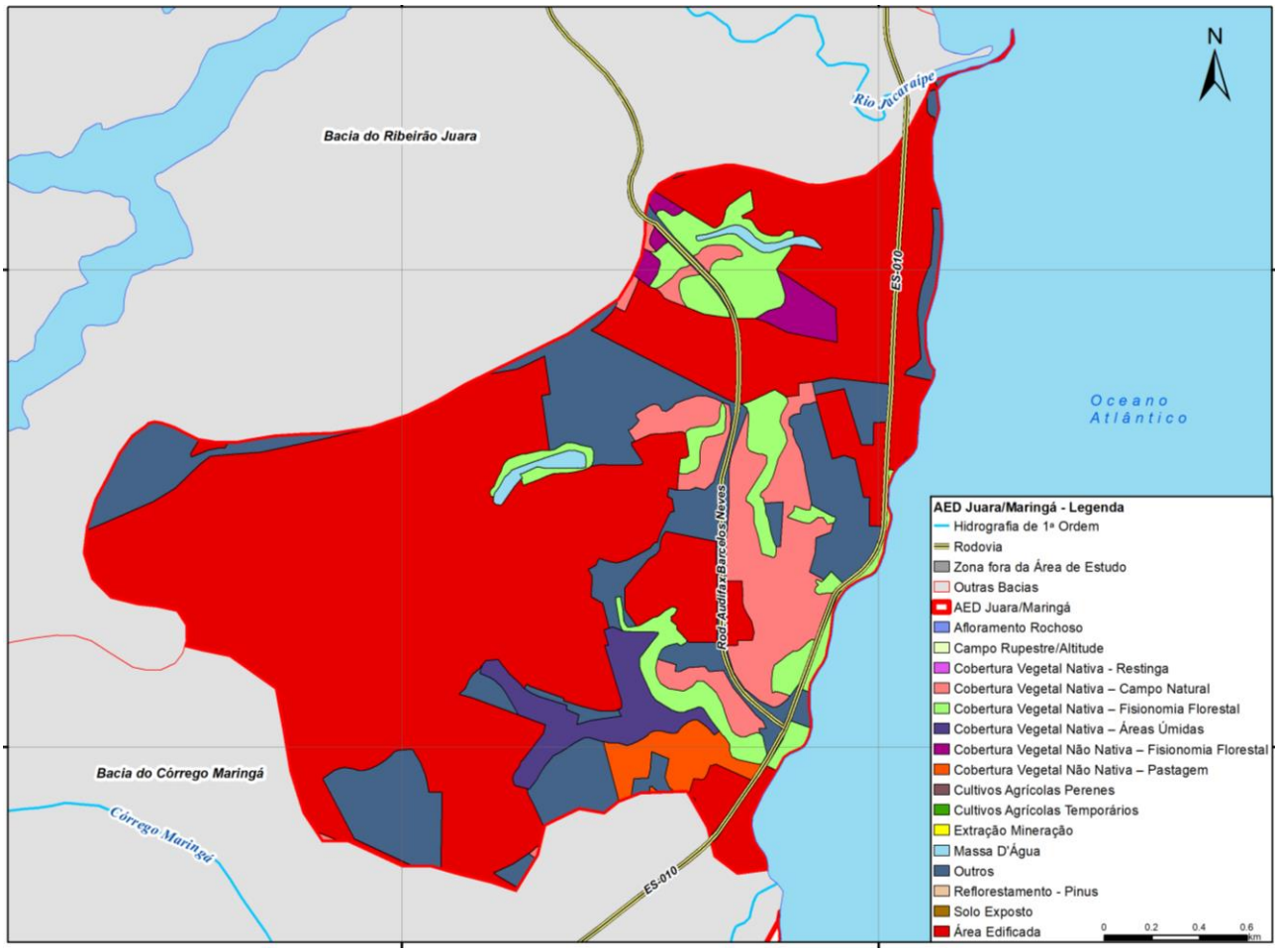
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Juara/Maringá (UTAP 9)

A AED Juara/Maringá possui 6,34 km2, sendo que 6,04 km2 (83%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Serra na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 137, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 6,71% (0,42 km2). A “área edificada” representa 61,36% (3,89 km2), somado a “outros” com 18,5% (1,17 km2) do território da bacia (UTAP9). Os dados podem ser observados no quadro 82 e na Figura 138.

Figura 137 – AED Juara/Maringá (UTAP 9).



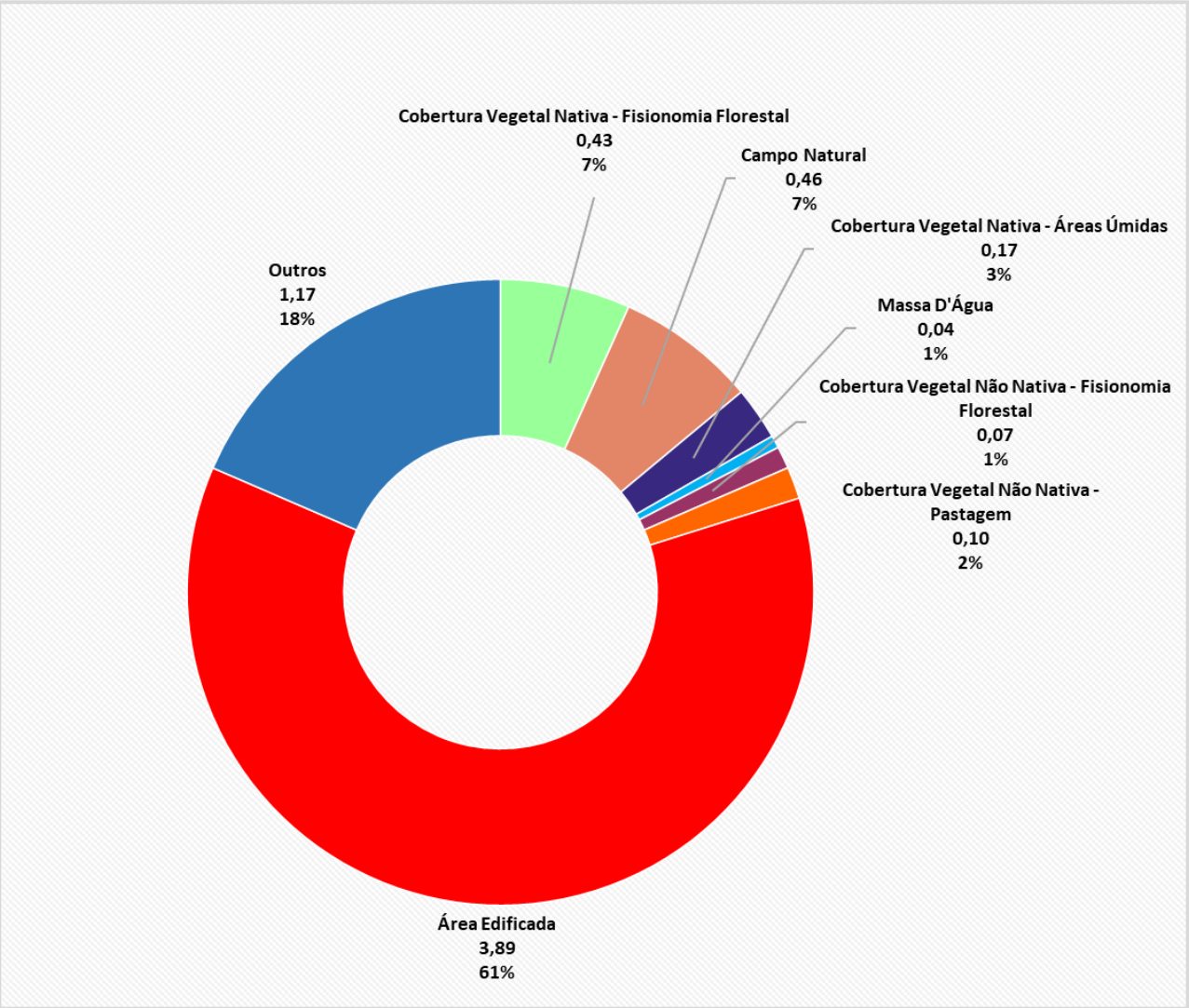
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 82 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 9.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	0,43	0,67	10,62%
	Campo Natural	0,46		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,17		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,04		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,07	5,24	82,66%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	0,10		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	-		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	3,89		
	Solo Exposto	-		
	Outros	1,17		
	Total	6,34		93,29%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 138 – AED Juara/Maringá (UTAP 9)



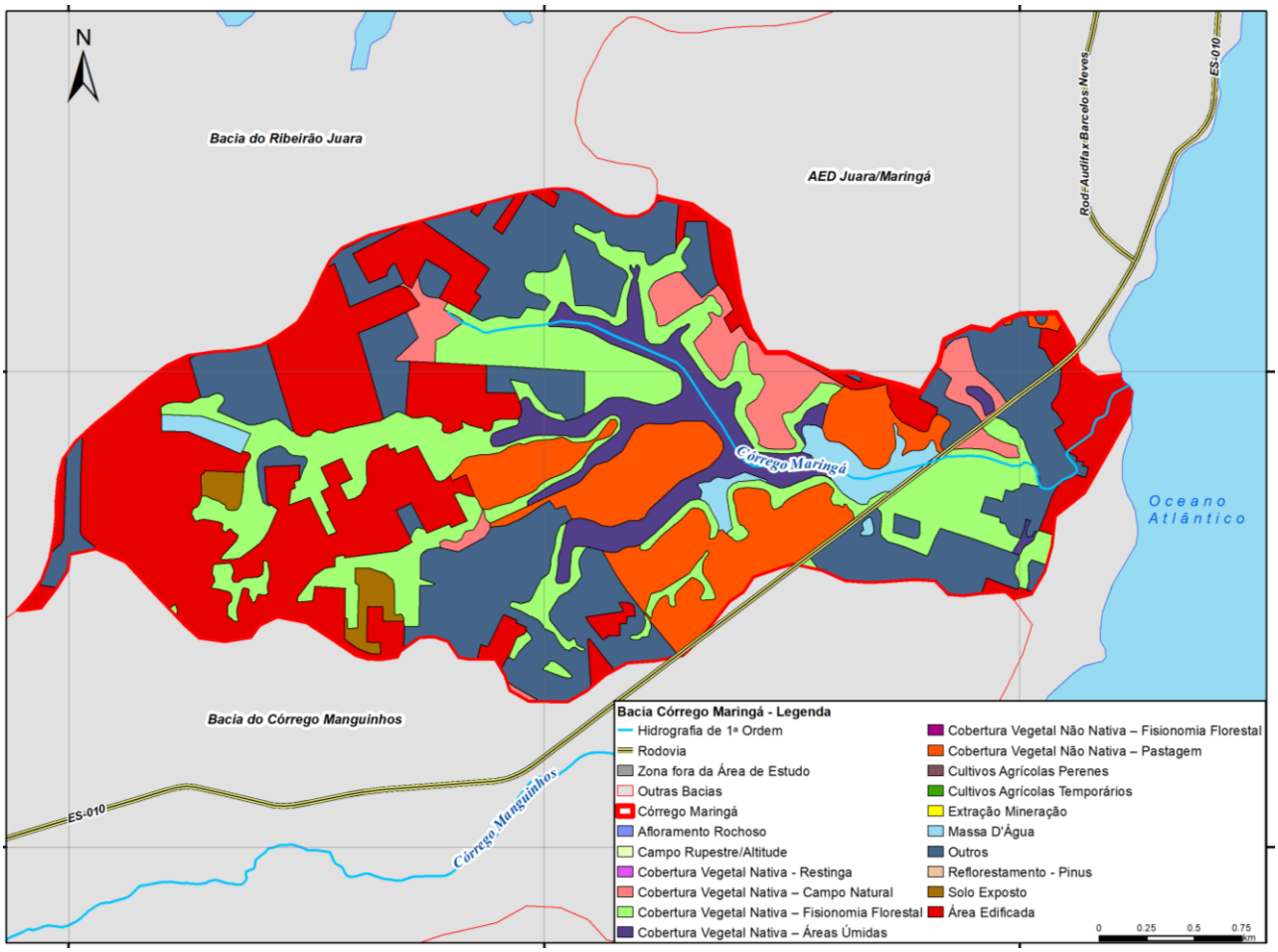
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Córrego Maringá (UTAP 10)

A Bacia do Córrego Maringá possui 9,21 km2, sendo que 9,21 km2 (100%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Serra da RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 139, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 19,67% (1,81 km2) do território, seguida por 11,71% (1,07 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa 27,75 (2,55 km2), somado a “outros” com 26,56% (2,44 km2) do território da bacia (UTAP10). Os dados podem ser observados no quadro 83 e na Figura 140.

Figura 139 – Bacia do Córrego Maringá (UTAP 10)



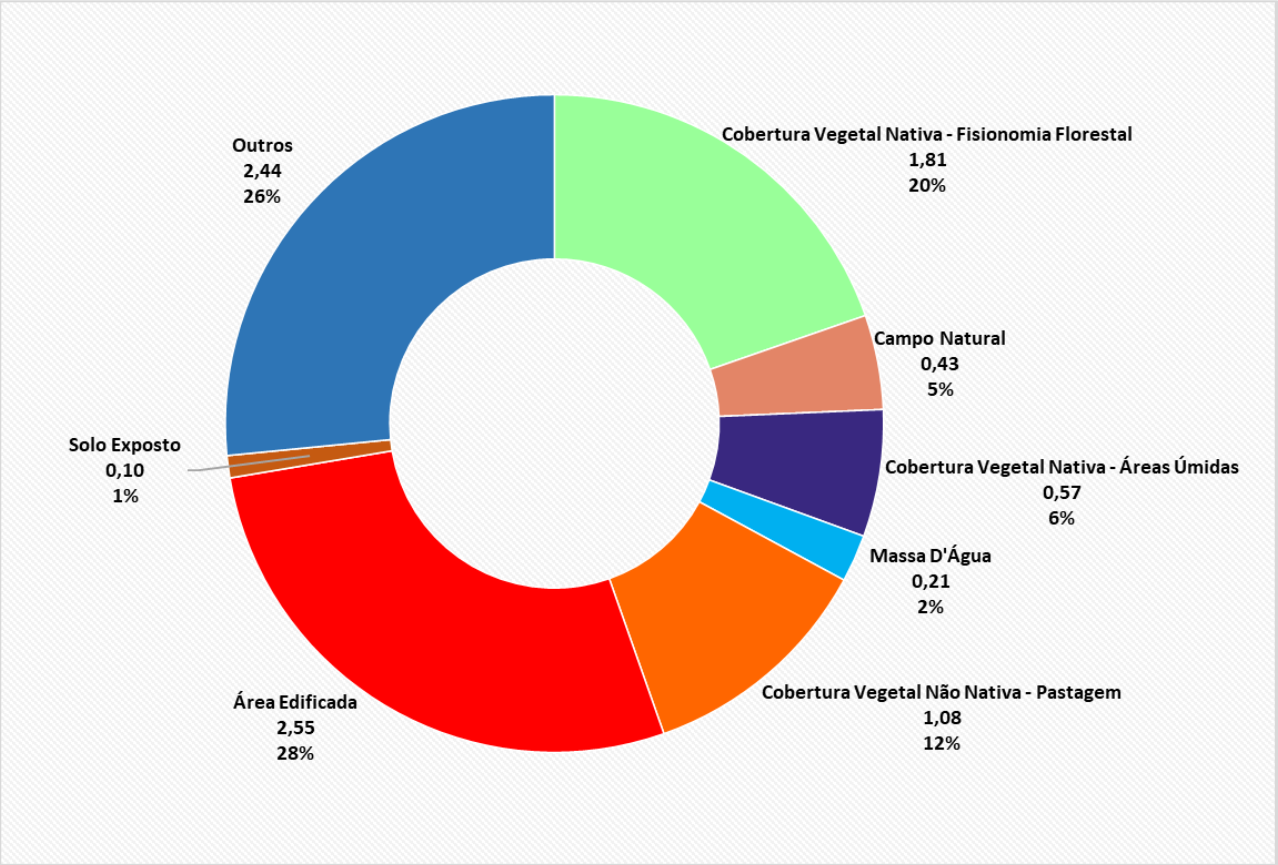
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 83 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 10.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	1,81	1,22	13,23%
	Campo Natural	0,43		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,58		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,21		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	6,18	67,10%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	1,08		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	-		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	2,55		
	Solo Exposto	0,10		
	Outros	2,44		
	Total	9,21		80,33%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 140 – Bacia do Córrego Maringá (UTAP 10).



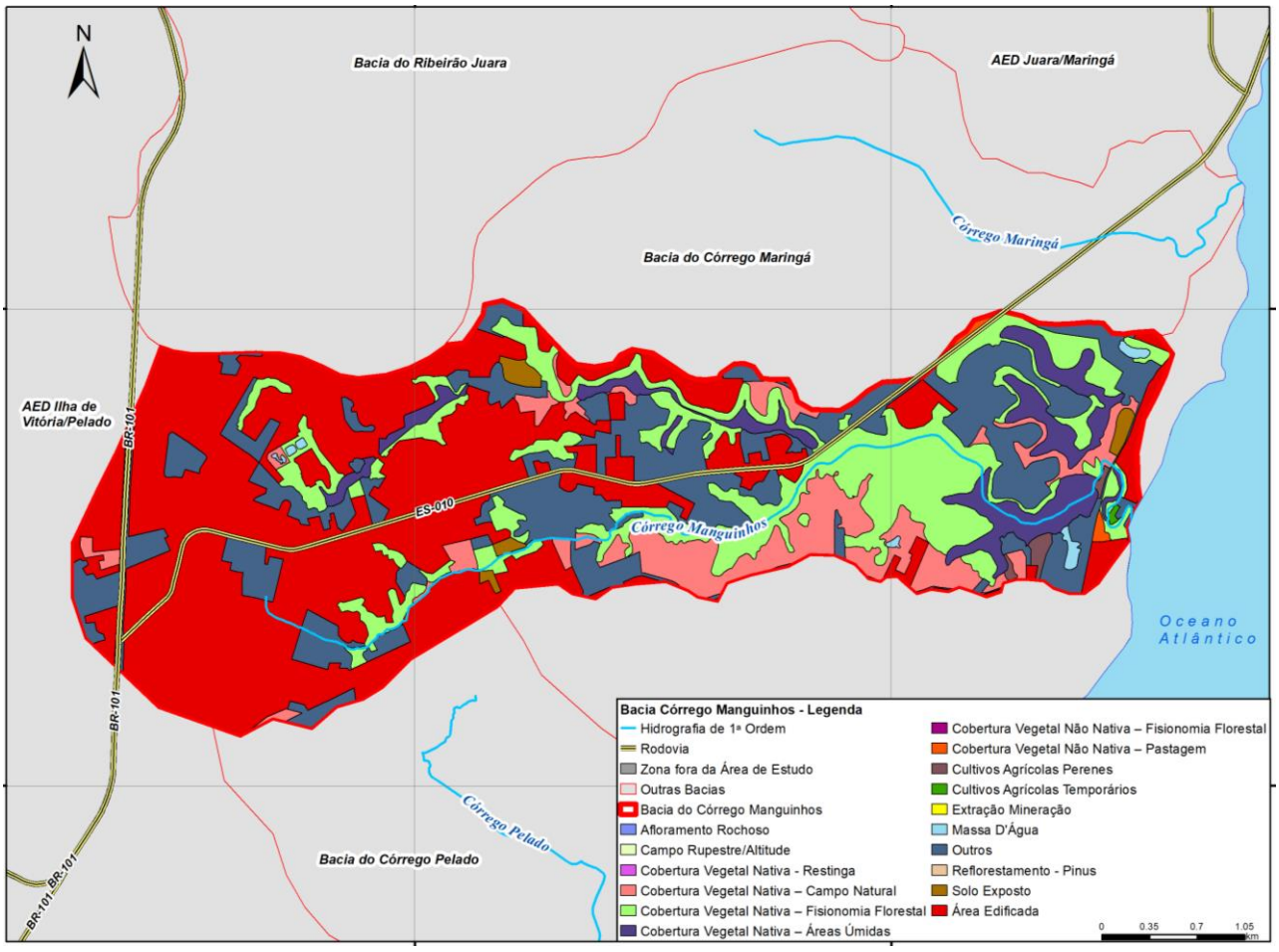
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Córrego Manguinhos (UTAP 11)

A Bacia do Córrego Manguinhos possui 15,19 km2, sendo que 15,19 km2 (100%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Serra na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 141, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 17,02% (2,58 km2) do território. A “área edificada” representa 44,8% (6,8 km2), somado a “outros” com 22,54% (3,42 km2) do território da bacia (UTAP11). Os dados podem ser observados no quadro 84 e na Figura 142.

Figura 141 – Bacia do Córrego Manguinhos (UTAP 11)



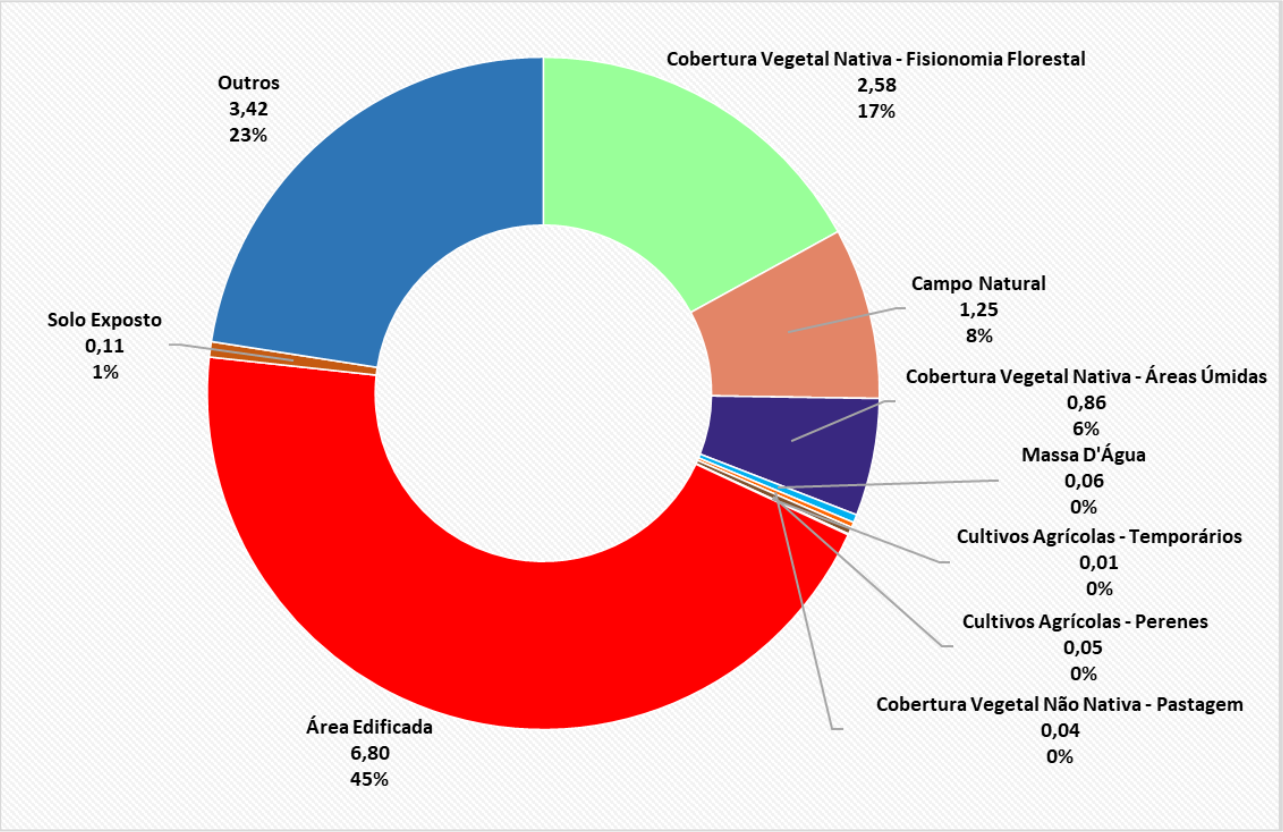
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 84 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 11.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	2,58	2,17	14,26%
	Campo Natural	1,25		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,86		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,06		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	10,44	68,72%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	0,04		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,05		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,01		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	6,80		
	Solo Exposto	0,11		
	Outros	3,42		
	Total	15,19		82,98%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 142 – Bacia do Córrego Manguinhos (UTAP 11).



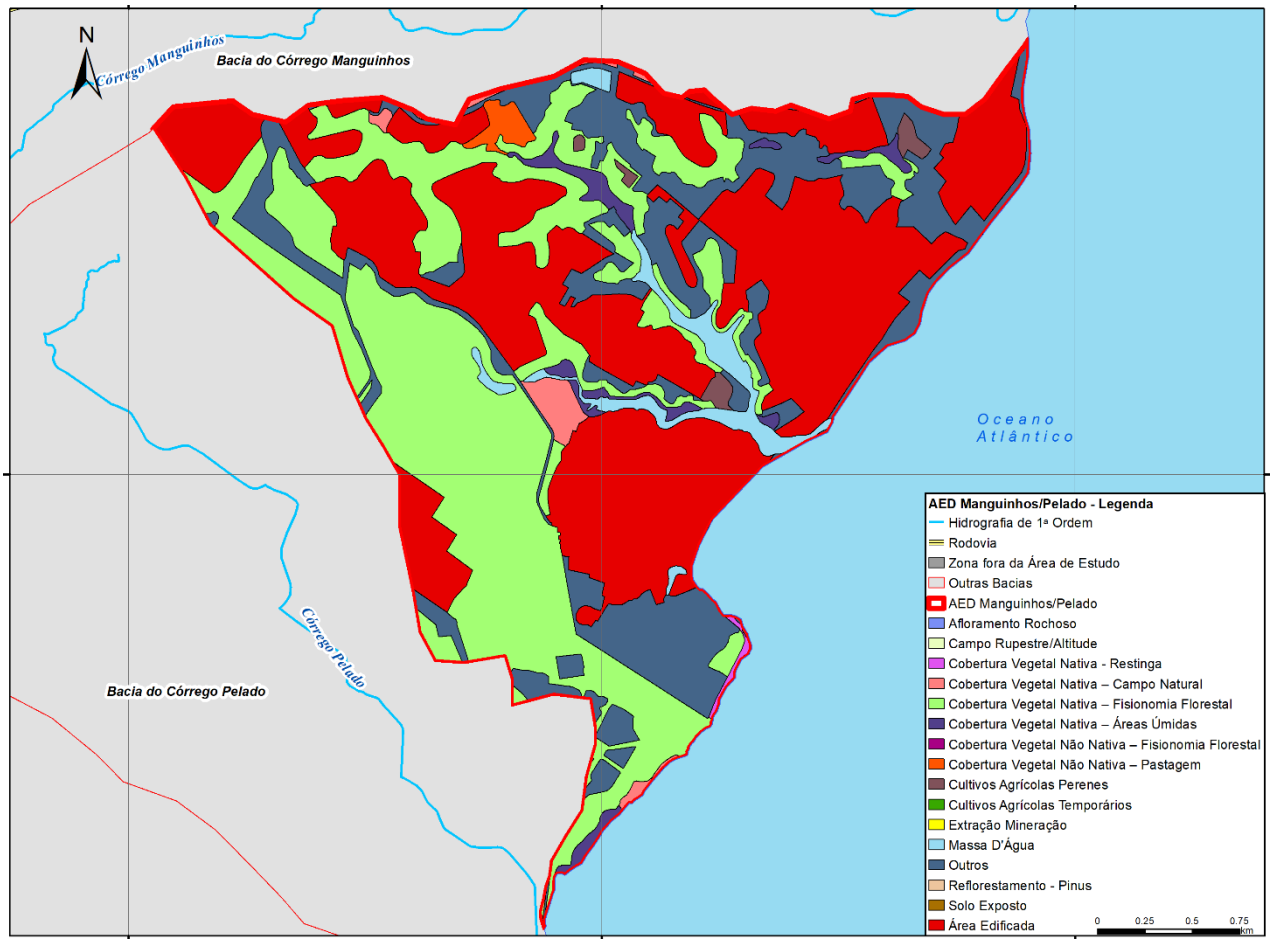
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Manguinhos/Pelado (UTAP 12)

A AED Manguinhos/Pelado possui 9,13 km2, sendo que 5,96km2 (64%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Victoria e Serra na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 143 indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 32,2% (2,94 km2) do território. A “área edificada” representa 41,24% (3,76 km2), somado a “outros” com 19,72% (1,8 km2) do território da bacia (UTAP11). Os dados podem ser observados no quadro 85 e na Figura 144.

Figura 143 – AED Manguinhos/Pelado (UTAP 12).



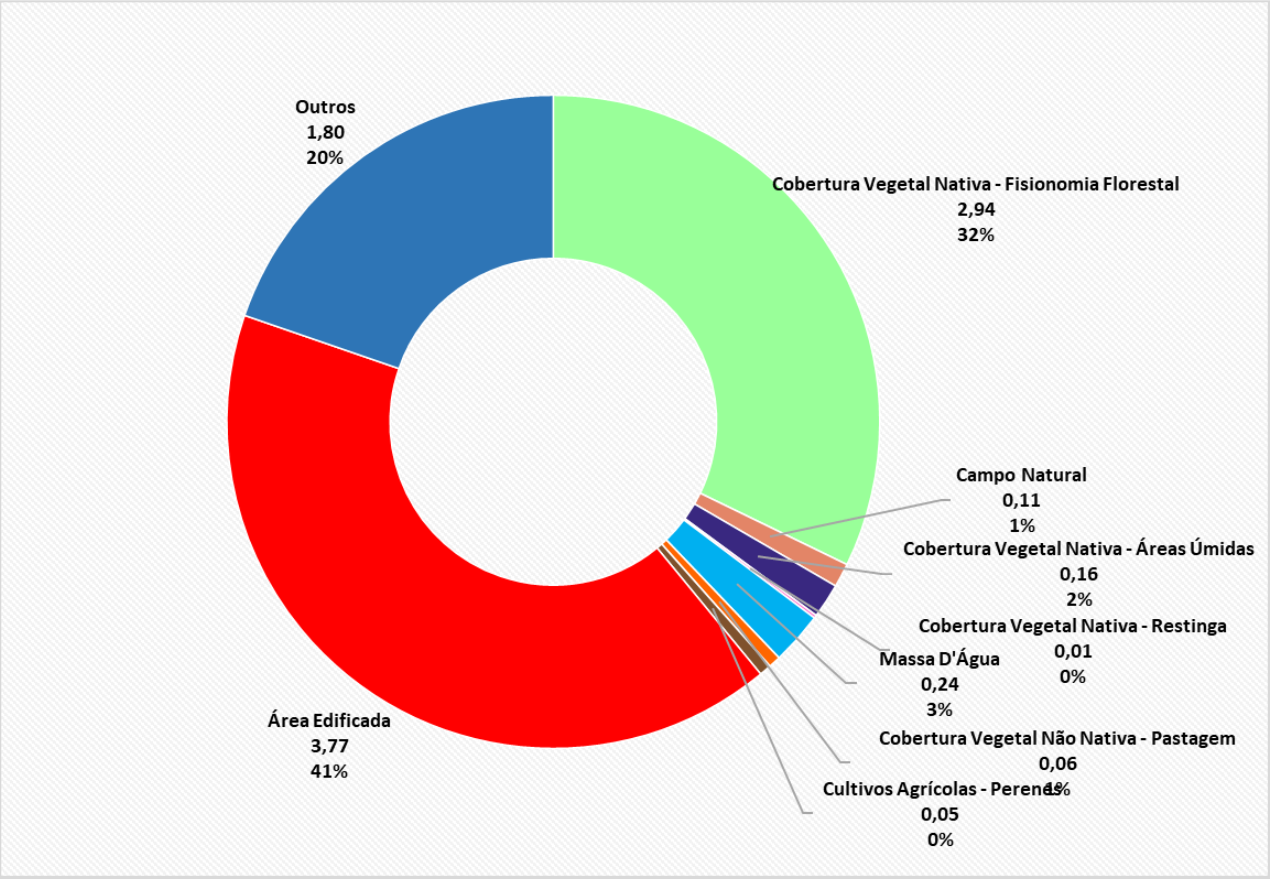
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 85 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 12.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	2,94	0,52	5,65%
	Campo Natural	0,11		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,16		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,01		
	Massa D'Água	0,24		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	5,68	62,15%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	0,06		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,05		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	3,77		
	Solo Exposto	-		
	Outros	1,80		
	Total	9,13		67,80%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 144 – AED Manguinhos/Pelado (UTAP 12)



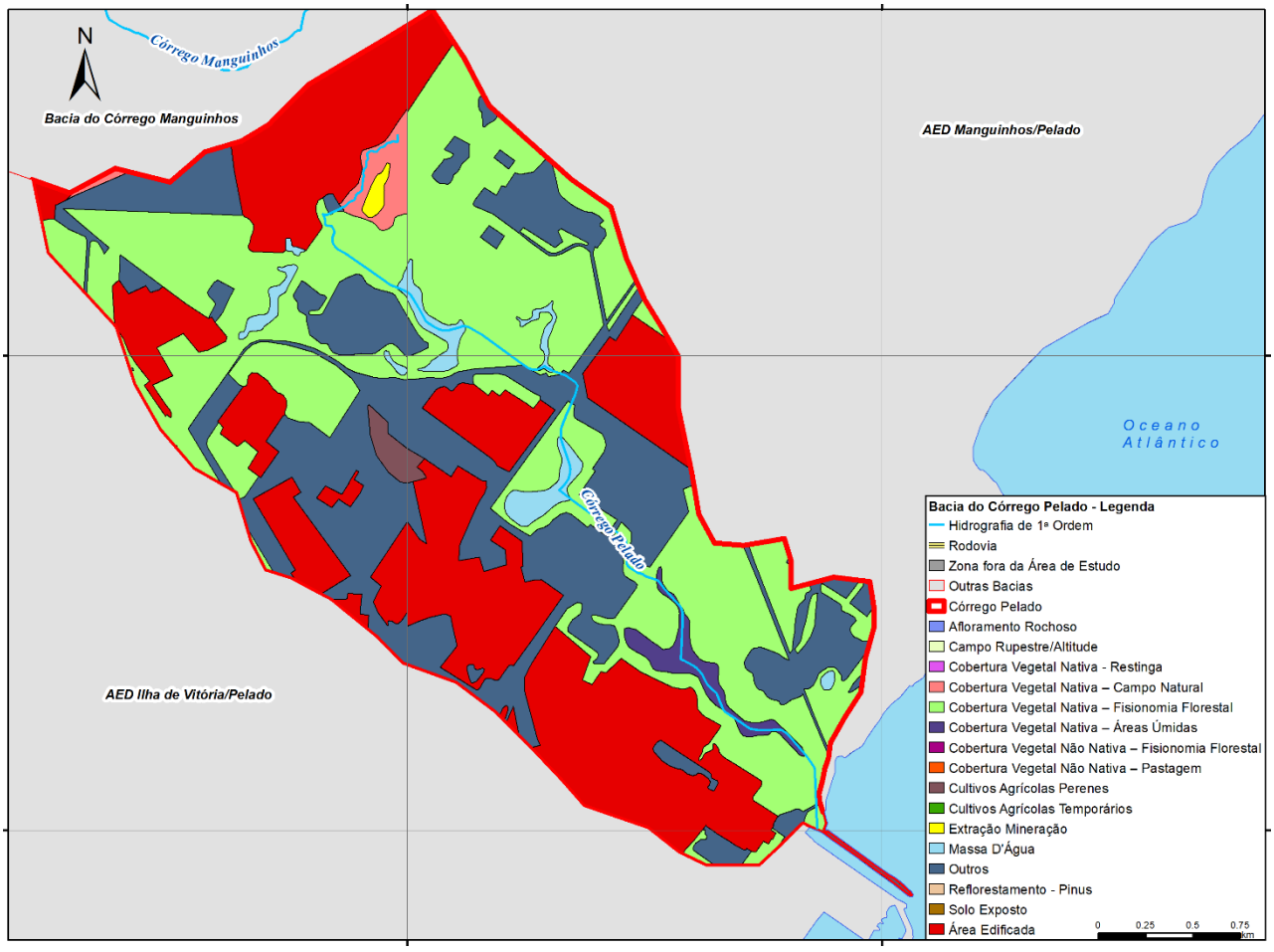
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Córrego Pelado (UTAP 13)

A Bacia do Córrego Pelado possui 9,56 km2, sendo que 9,53 km2 (99%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Victoria e Serra na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 145, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 37,04% (3,54 km2) do território. A “área edificada” representa apenas 30,47% (2,91 km2) do território da bacia (UTAP13). Os dados podem ser observados no quadro 86 e na Figura 146.

Figura 145 – Bacia do Córrego Pelado (UTAP 13)



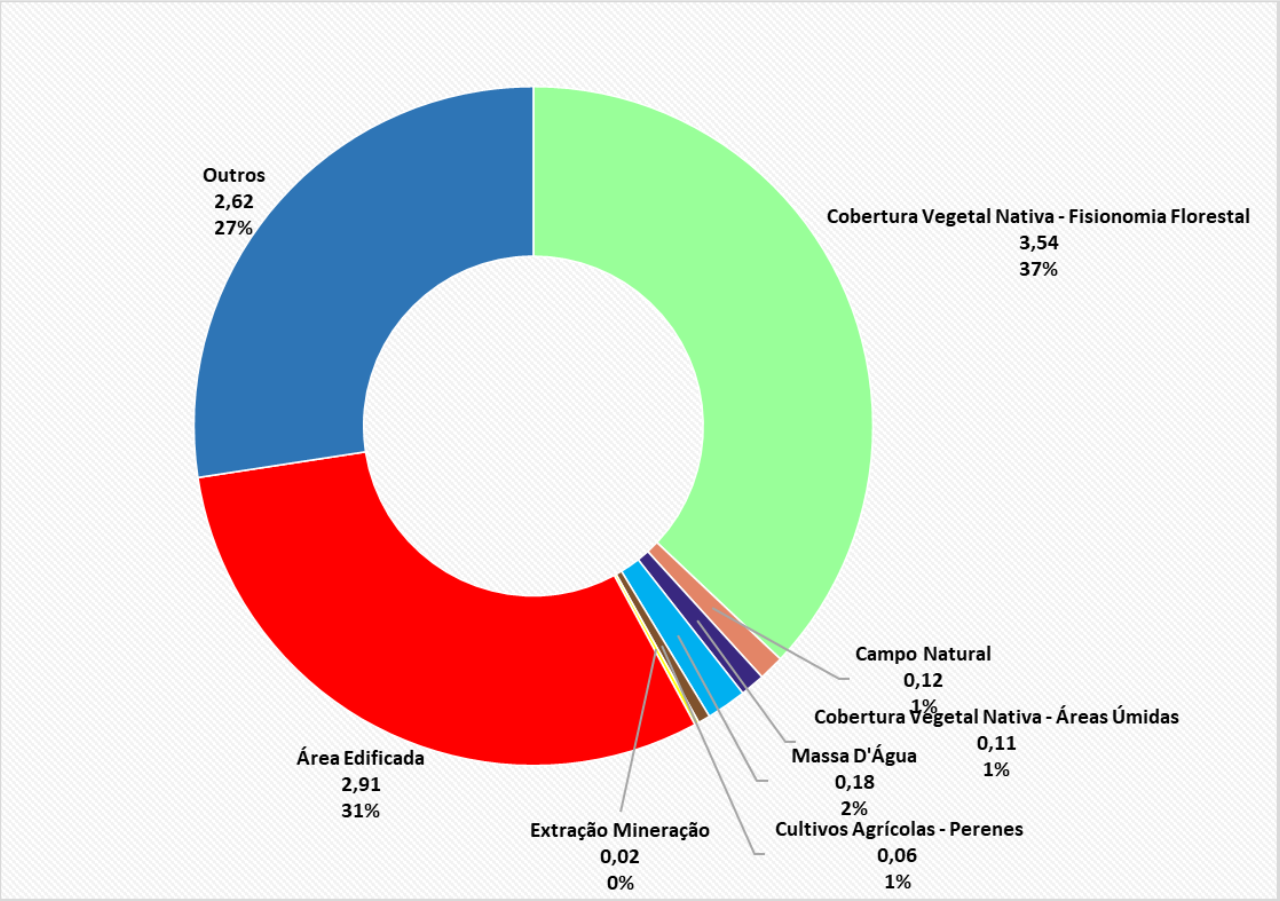
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 86 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 13.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	3,54	0,41	4,29%
	Campo Natural	0,12		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,11		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,18		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	5,61	58,68%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	-		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,06		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	0,02		
	Área Edificada	2,91		
	Solo Exposto	-		
	Outros	2,62		
	Total	9,56		62,96%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 146 – Bacia do Córrego Pelado (UTAP 13).



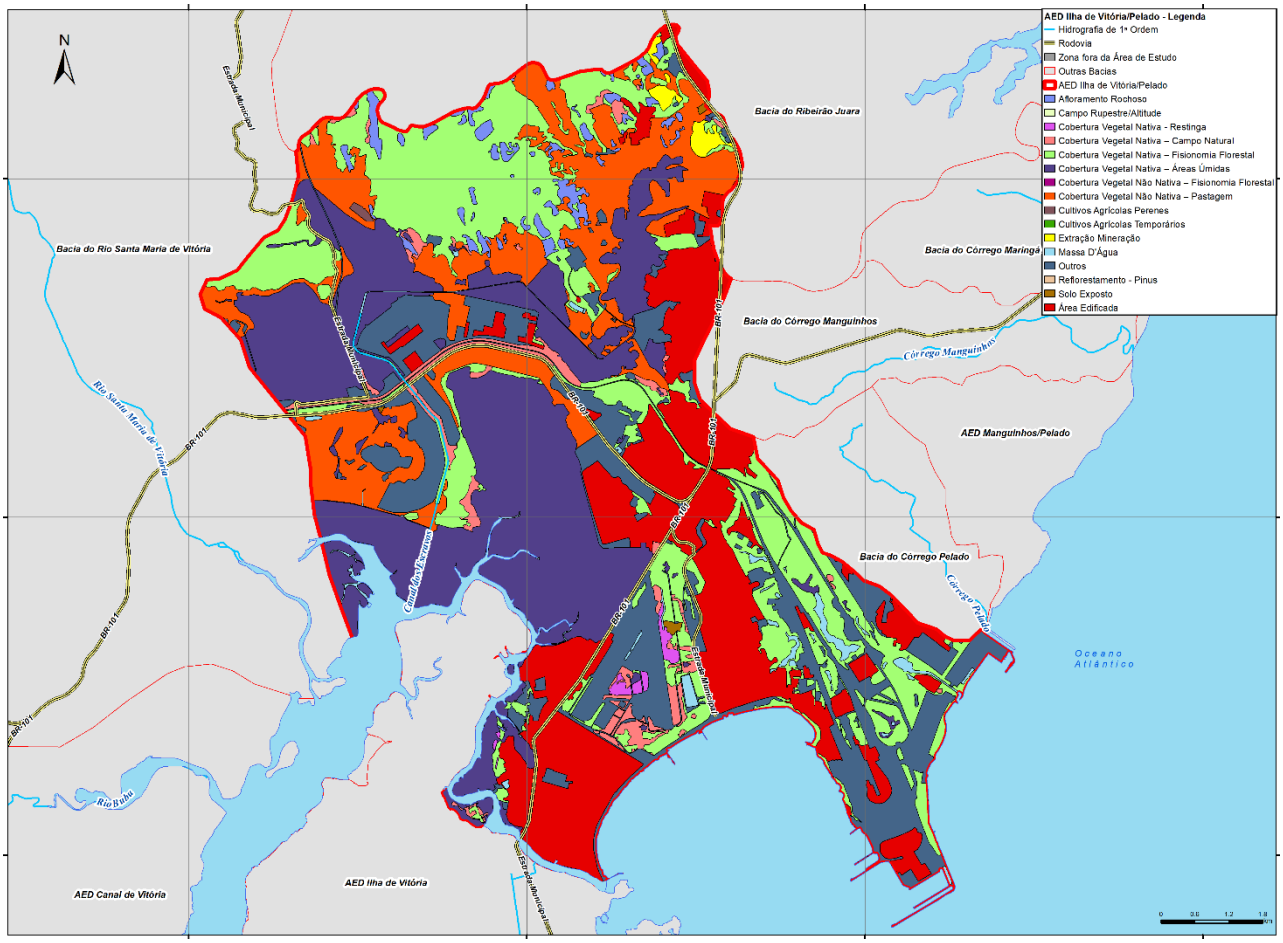
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Ilha de Vitória/Pelado (UTAP 14)

A AED Ilha de Vitória/Pelado possui 104,8 km2, sendo que 58,01 km2 (56%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Serra e Victoria na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 147 indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Áreas úmidas” de 24,06% (25,21 km2) do território, seguida por 19,87% (20,82 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa 18,11% (18,98 km2), somado a “outros” com 16,41% (17,19 km2) do território da bacia (UTA14). Os dados podem ser observados no quadro 87 e na Figura 148.

Figura 147 – AED Ilha de Vitória/Pelado (UTAP 14).



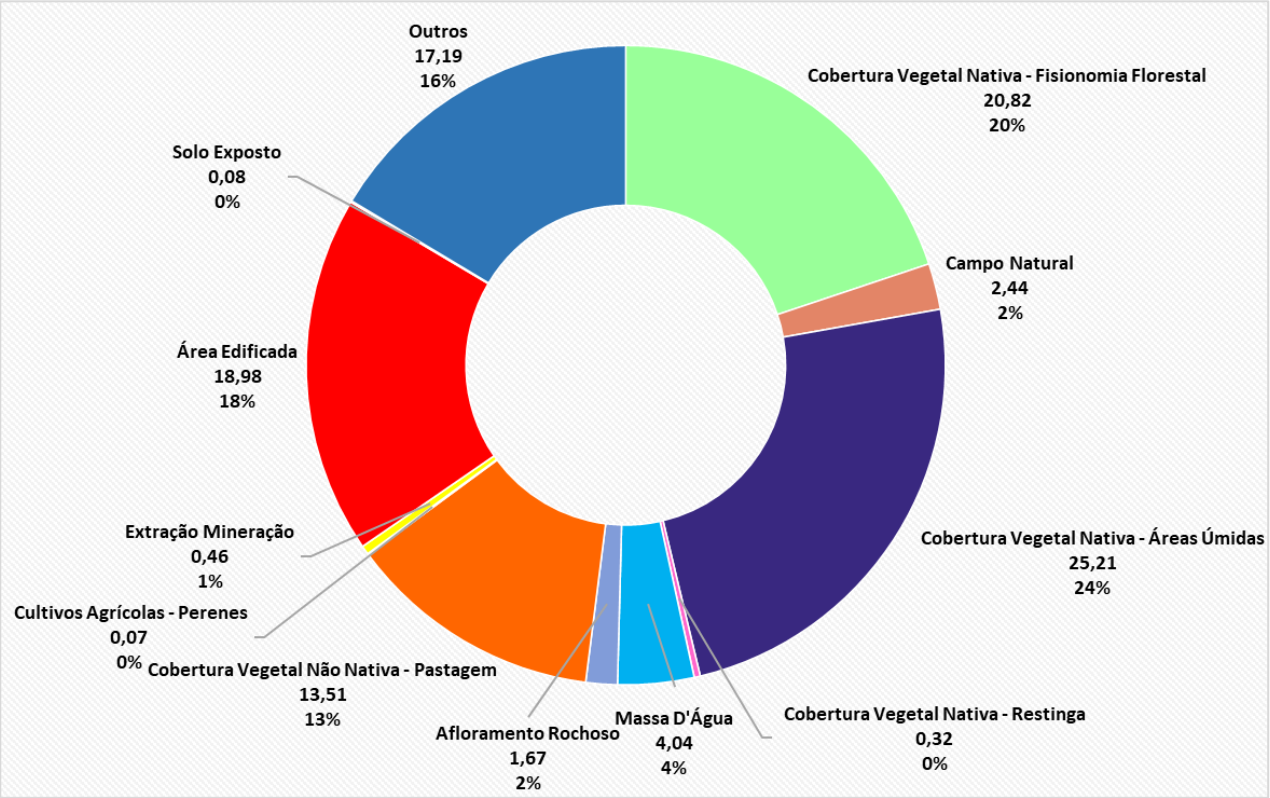
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 87 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 14.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	20,82	33,68	32,13%
	Campo Natural	2,44		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	25,21		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,32		
	Massa D'Água	4,04		
	Afloramento Rochoso	1,67		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	50,30	48,00%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	13,51		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,07		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	0,46		
	Área Edificada	18,98		
	Solo Exposto	0,08		
	Outros	17,19		
	Total	104,80		80,13%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 148 – AED Ilha de Vitória/Pelado (UTAP 14).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Santa Maria (UTAP 15)

A Bacia do Rio Santa Maria possui 1.578,39 km2, sendo que 2,78 km2 (0,73%) é de área urbanizada, abrangendo os municípios de Afonso Cláudio, Cariacica, Domingos Martins, Itarana, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá, Santa Teresa, Serra, Viana, Vitória.

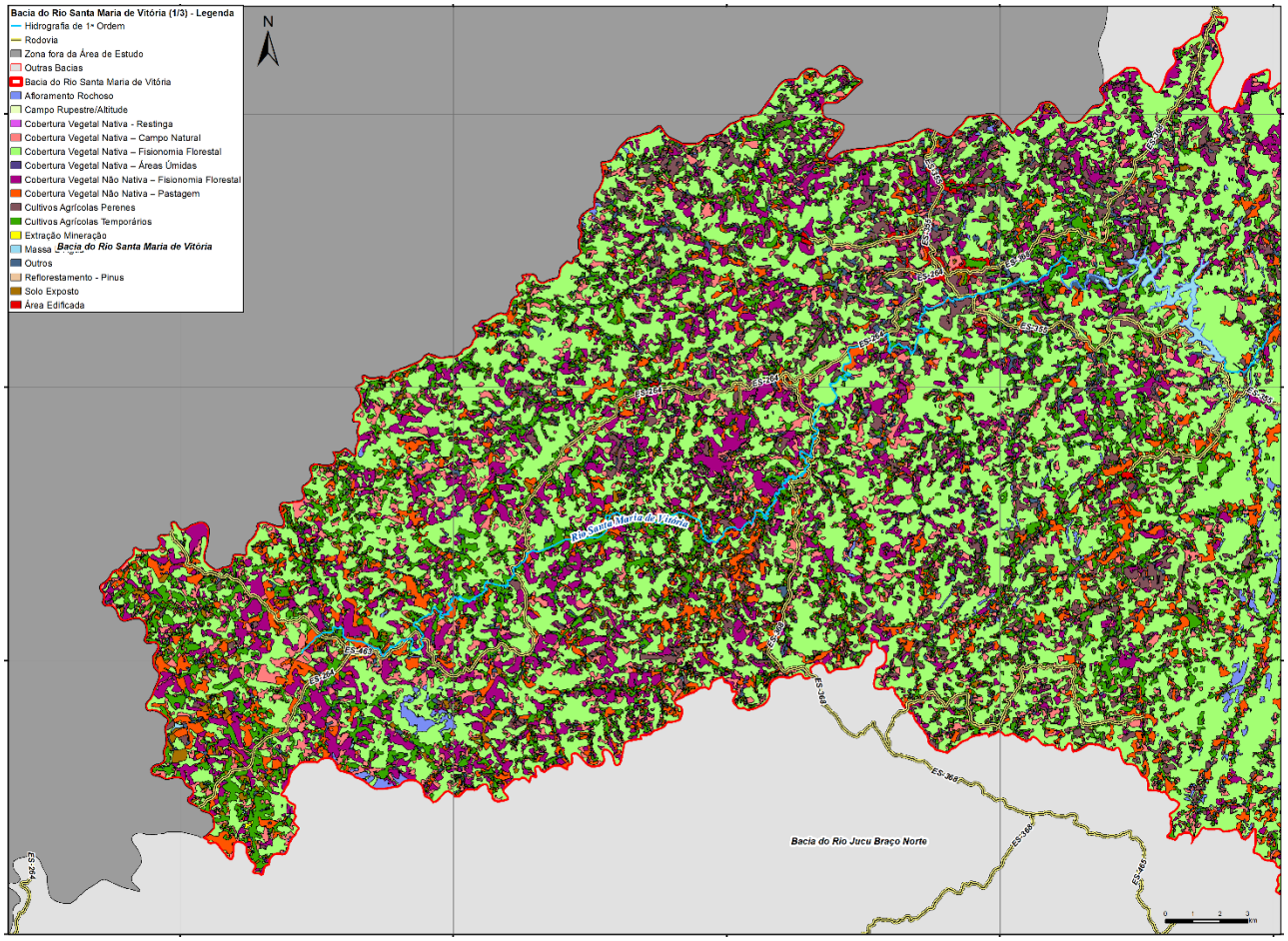
A porção da UTAP15 contida na RMGV é de 218,1 km2 (13,81%), sendo que 5,74 km2 (2,63%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 149, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 45,91% (724,62 km2) do território, seguida por 15,38% (242,8 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa apenas 0,52% (8,22 km2) do território da bacia (UTAP15). Os dados podem ser observados no quadro 88 e no Figura 152.

Em relação a porção da UTAP15 inserida na RMGV, a área de ““cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 39,38% (85,88 km2) do território, seguida por 31,86% (69,48 km2) de

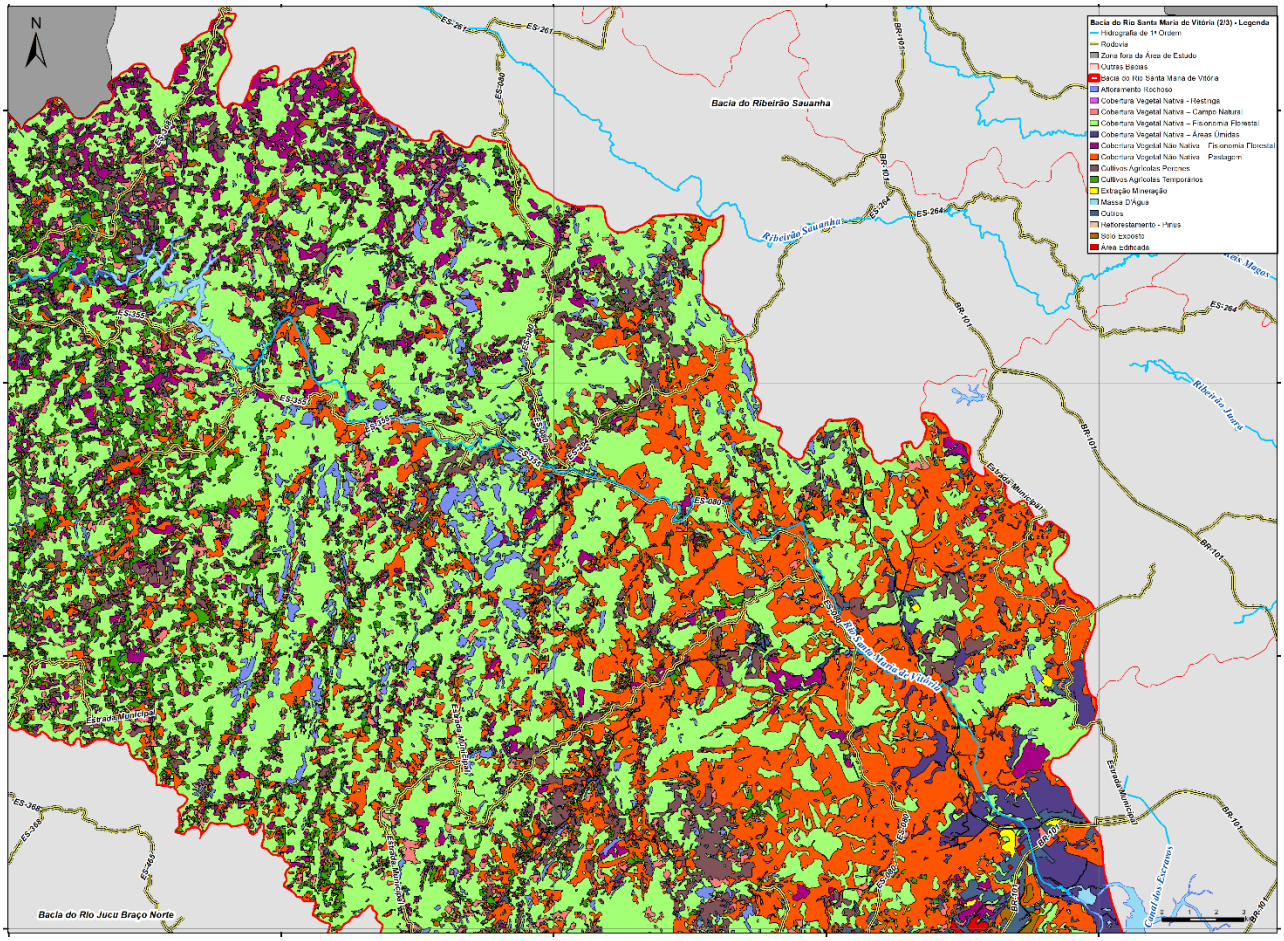
“cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa 2,16% (4,7 km2) da porção da UTAP15 no território da RMGV (ver quadro 88 e na Figura 152)

Figura 149 Bacia do Rio Santa Maria de Victoria (UTAP 15 – 1/3)



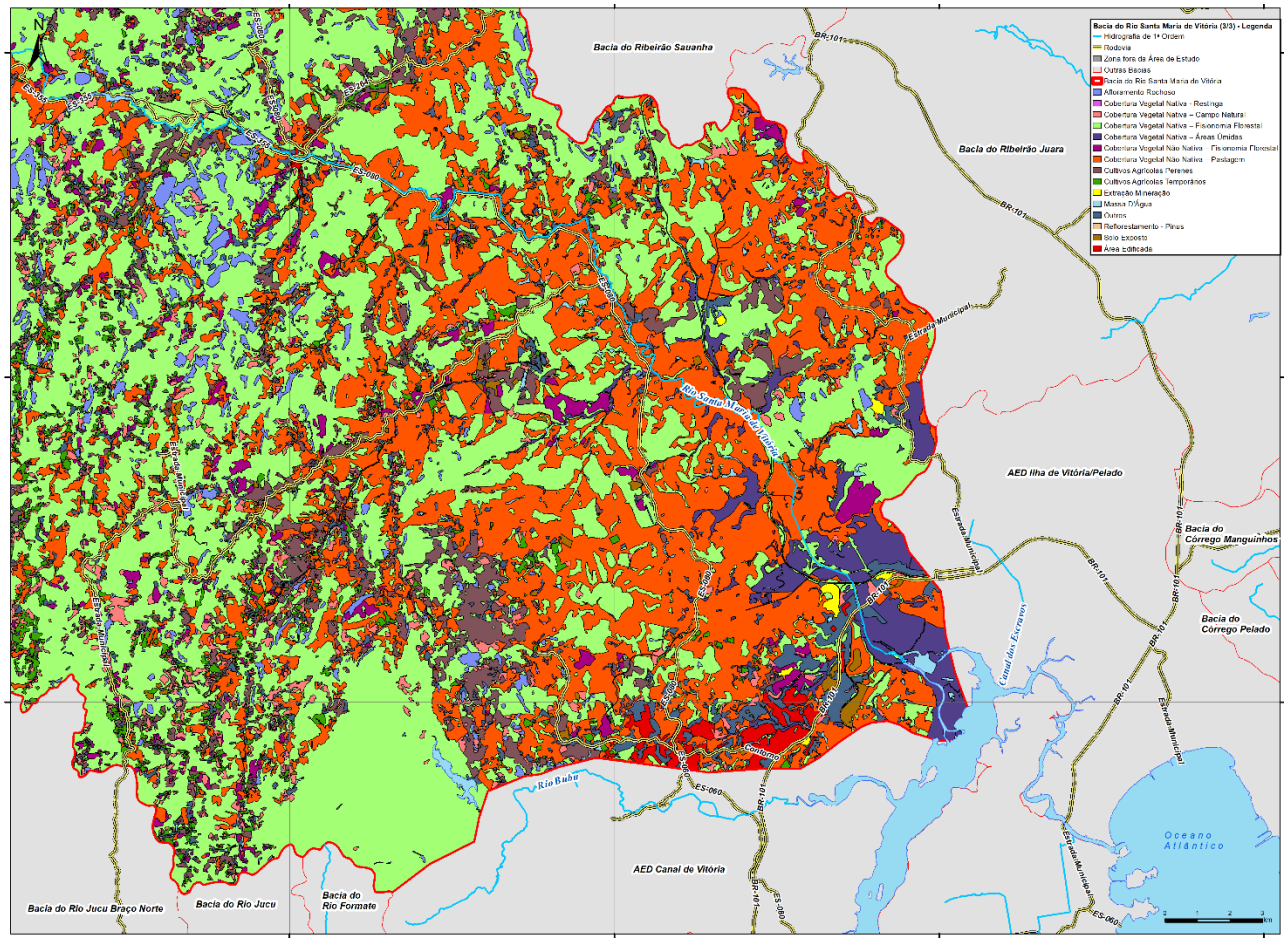
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 150 – Bacia do Rio Santa Maria de Victoria (UTAP 15 – 2/3)



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 151 – Bacia do Rio Santa Maria de Victoria (UTAP 15 – 3/3)



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

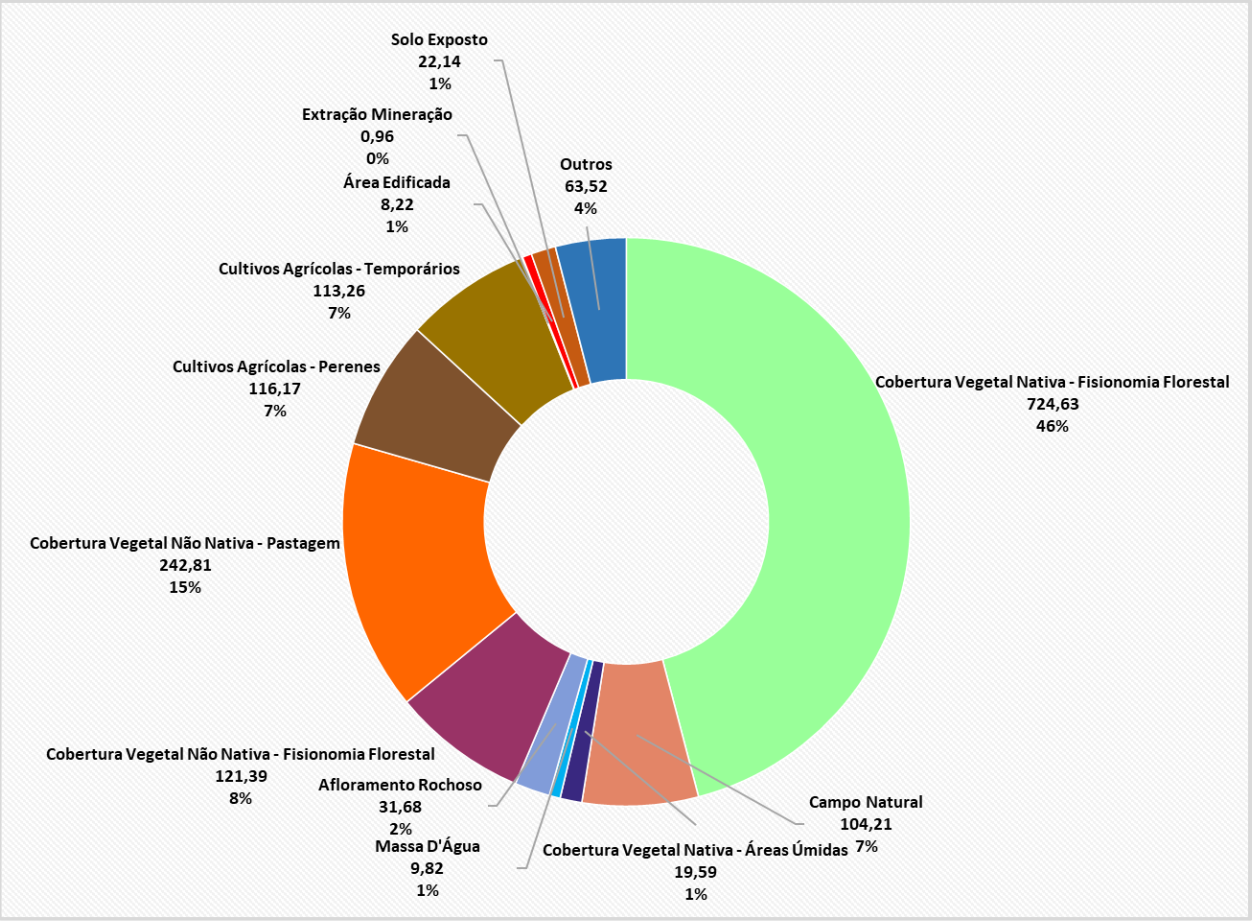
Quadro 88 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 15.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	85,89	25,86	11,86%
	Campo Natural	5,52		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	14,18		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	3,59		
	Afloramento Rochoso	2,57		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	3,70	106,36	48,77%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	69,49		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	12,08		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	1,71		
	Extração Mineração	0,82		
	Área Edificada	4,71		
	Solo Exposto	1,49		
	Outros	12,37		
	Total	218,10		60,62%

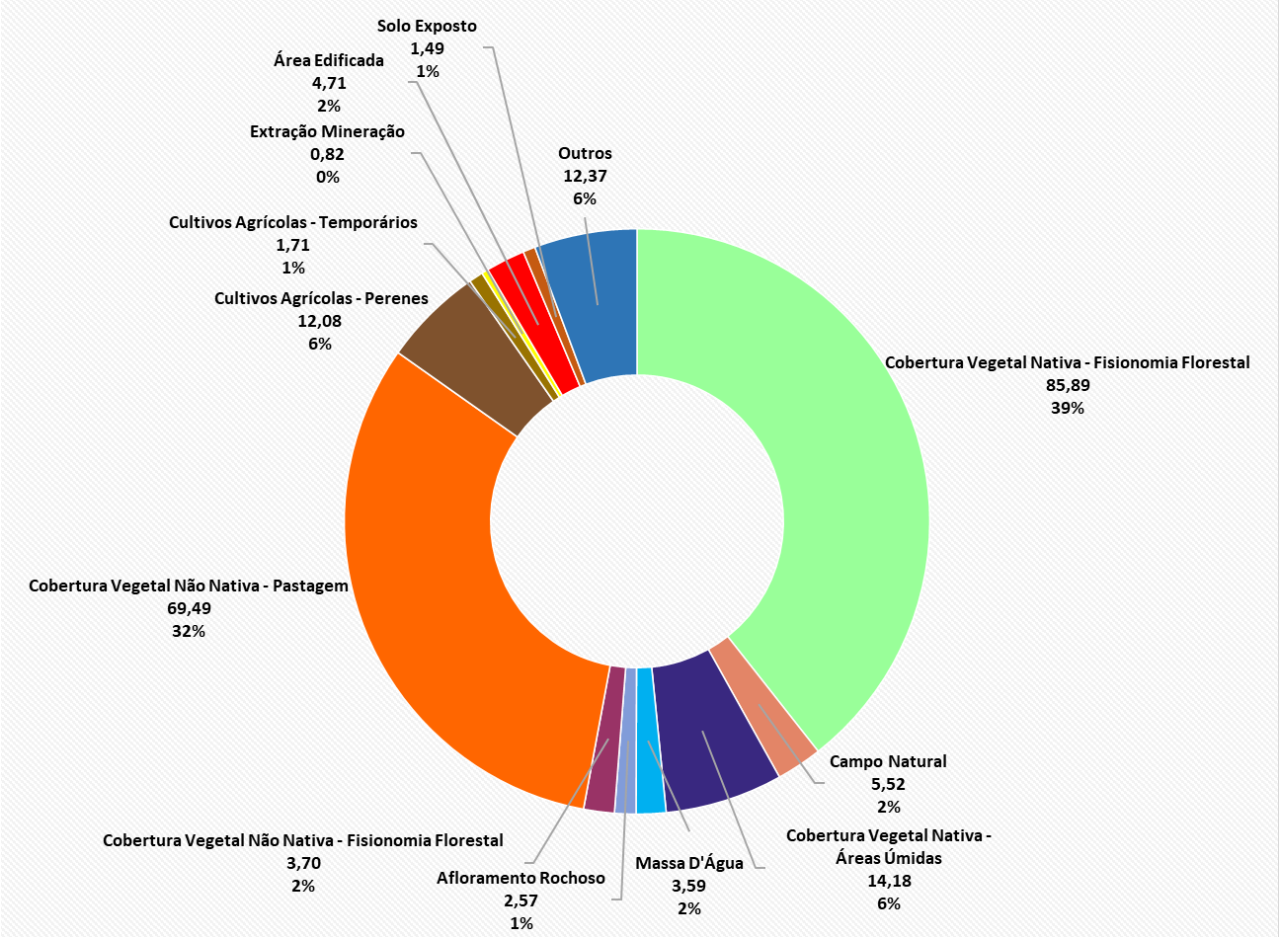
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 152 – Bacia do Rio Santa Maria (UTAP 15).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 153 – Bacia do Rio Santa Maria (UTAP 15) porção inserida na RMGV.



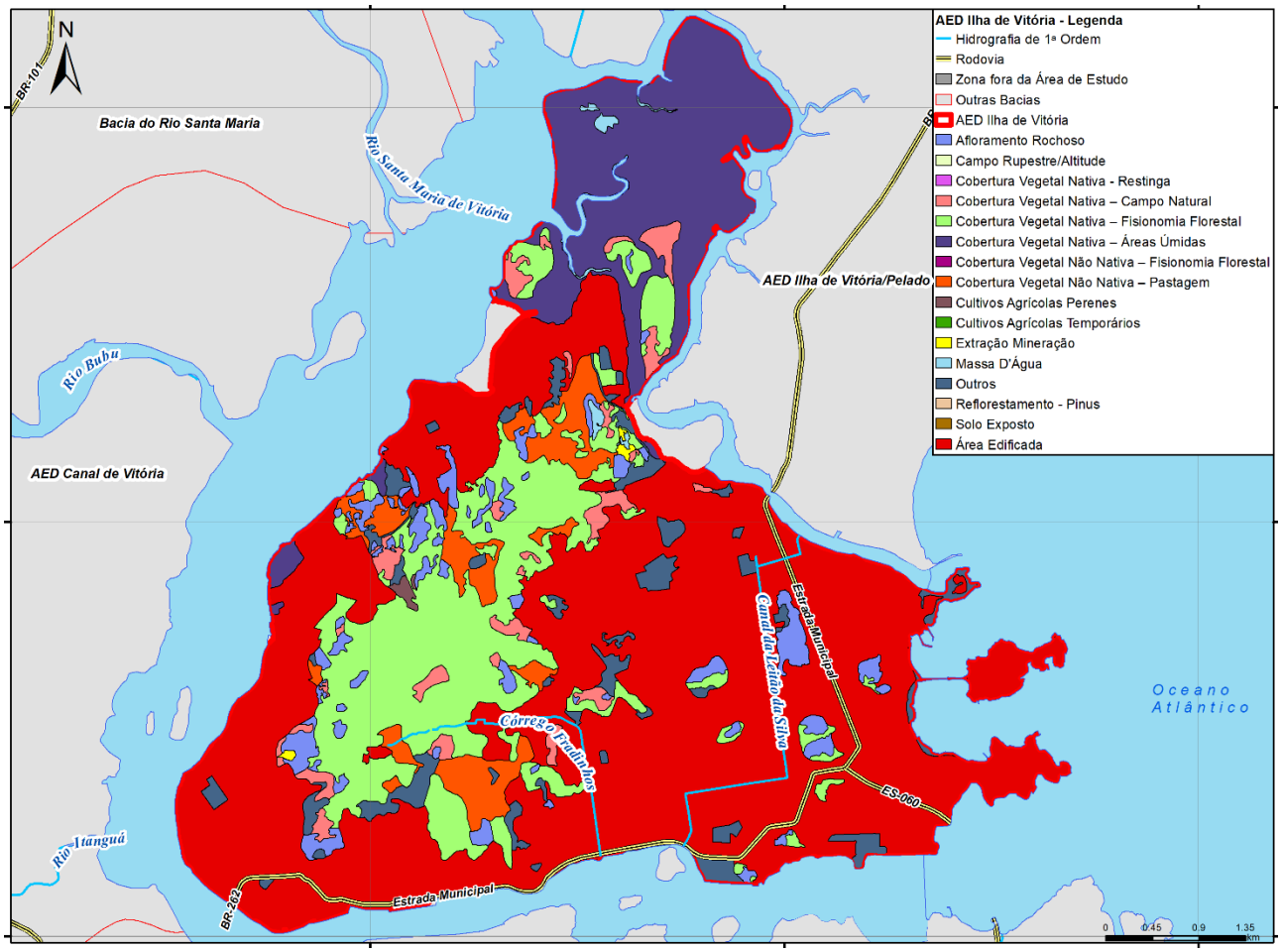
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Ilha de Vitória (UTAP 16)

A AED Ilha de Vitória possui 34,03 km2, sendo que 19,7 km2 (58%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Victória na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 154, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 15,97% (5,43 km2) do território, seguida por 13,09% (4,45 km2) de “cobertura vegetal não nativa –Pastagem”. A “área edificada” representa 55,13% (18,76 km2) do território da bacia (UTAP16). Os dados podem ser observados no quadro 89 e na Figura 155.

Figura 154 – AED Ilha de Vitória (UTAP 16).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

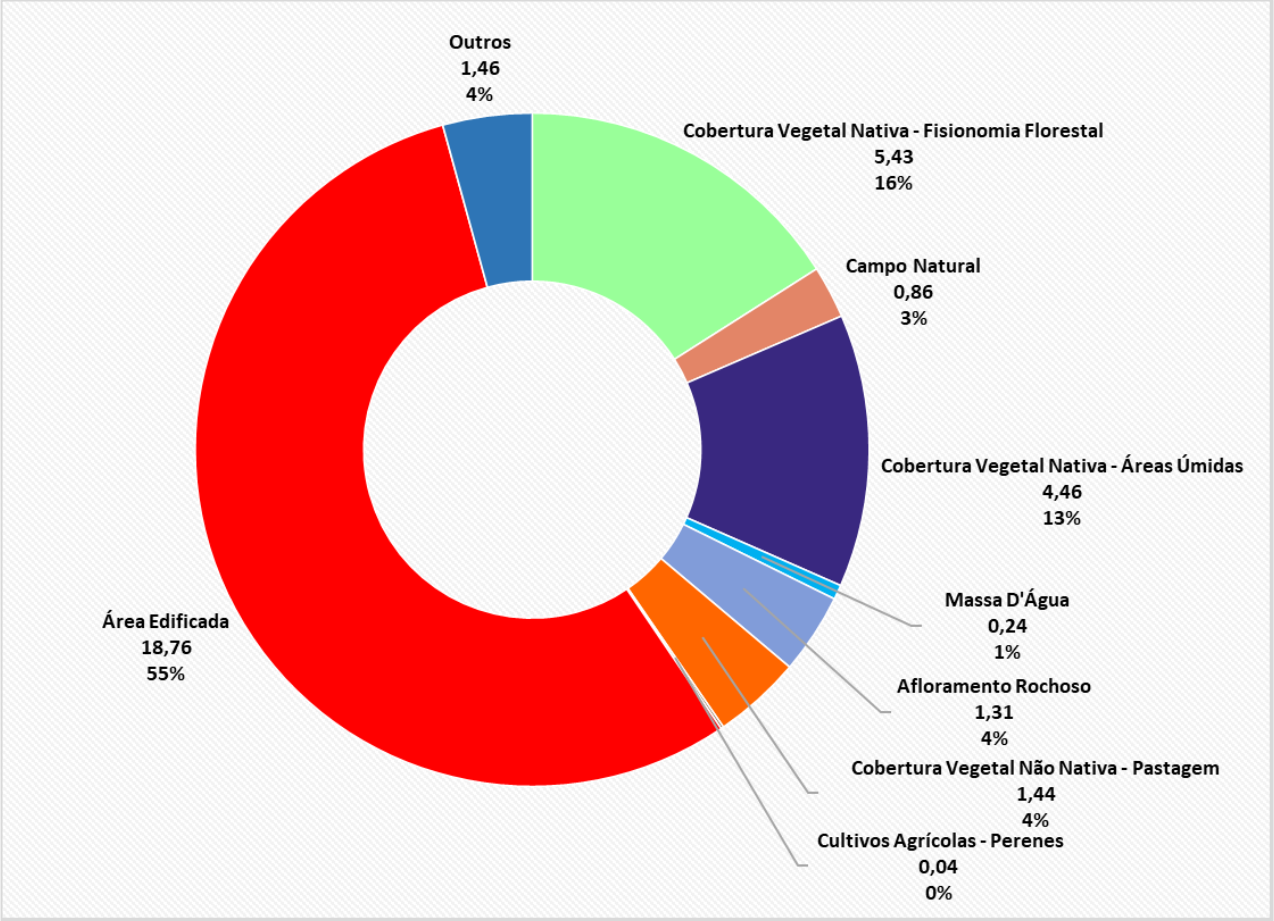
Quadro 89 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 16.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	5,43	6,86	20,17%
	Campo Natural	0,86		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	4,46		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,24		
	Afloramento Rochoso	1,31		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	21,73	63,86%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	1,44		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,04		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	0,03		
	Área Edificada	18,76		
	Solo Exposto	-		
	Outros	1,46		
	Total	34,03		84,03%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 155 – AED Ilha de Vitória (UTAP 16).



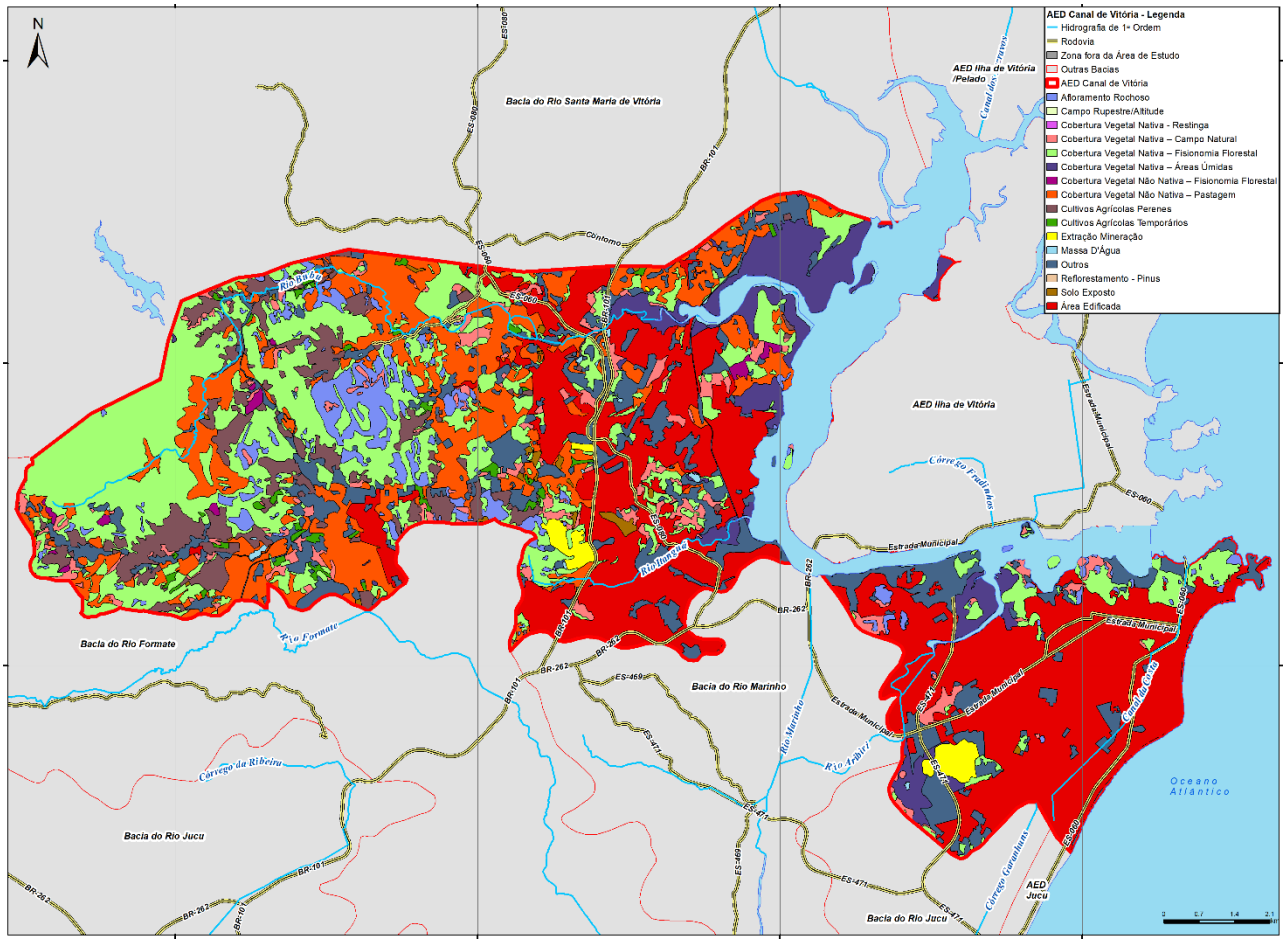
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Canal de Vitória (UTAP 17)

A AED Canal de Vitória possui 136,26 km2, sendo que 75,18 km2 (55%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Cariacica, Vila Velha e Victoria na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 156, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa - Fisionomia Florestal” de 19,74% (26,9 km2) do território, seguida por 12,77% (17,39 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa 26,78% (36,49 km2) do território da bacia (UTAP17). Os dados podem ser observados no quadro 90 e na Figura 157.

Figura 156 – AED Canal de Vitória (UTAP 17).



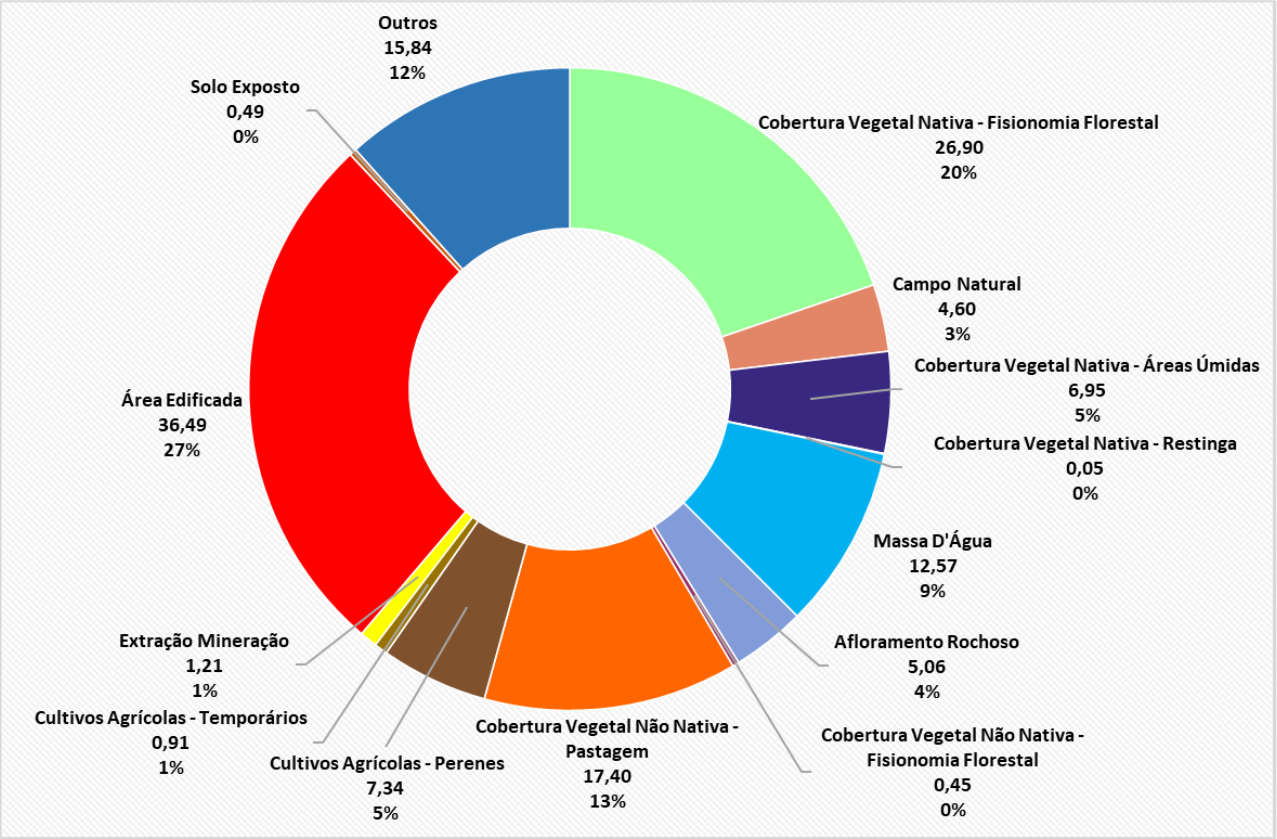
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 90 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 17.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	26,90	29,23	21,45%
	Campo Natural	4,60		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	6,95		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,05		
	Massa D'Água	12,57		
	Afloramento Rochoso	5,06		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,45	80,13	58,80%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	17,40		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	7,34		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,91		
	Extração Mineração	1,21		
	Área Edificada	36,49		
	Solo Exposto	0,49		
	Outros	15,84		
	Total	136,26		80,26%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 157 – AED Canal de Vitória (UTAP 17).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Jucú (UTAP 18)

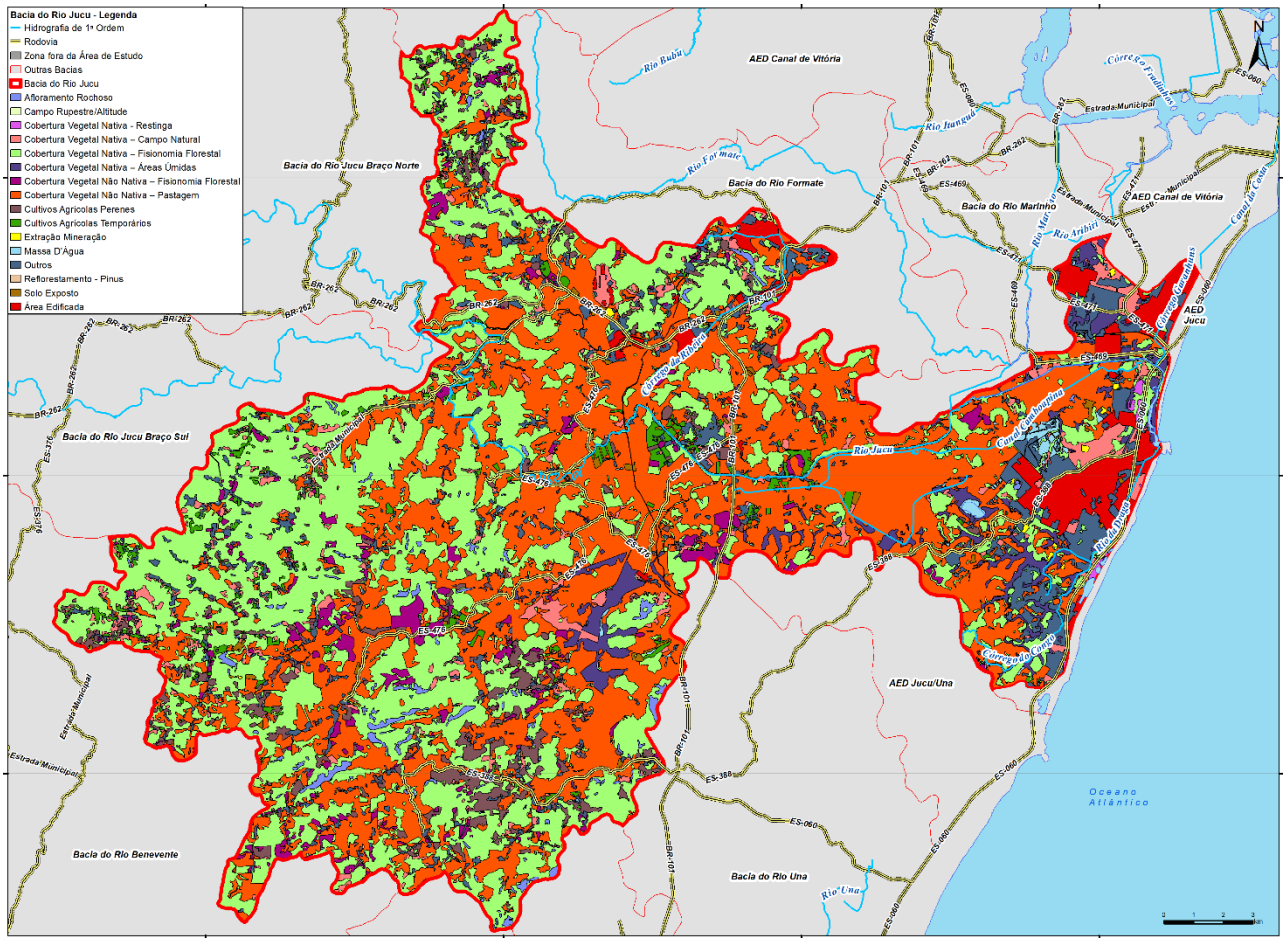
A Bacia do Rio Jucú, composta pelo Braço Norte e Braço Sul, possui 2001,06 km2, sendo que 21,93 km2 (1,09%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Afonso Cláudio, Alfredo Chaves, Cariacica, Castelo, Domingos Martins, Guarapari, Marechal Floriano, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá, Vargem Alta, Venda Nova do Imigrante, Viana, Vila Velha.

A porção da UTAP18 contida na RMGV é de 491,06 km2 (24,53%), sendo que 18,84 km2 (3,83%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 158, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 42,99% (860,24 km2) do território, seguida por 18,54% (371,07 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa apenas 0,94% (18,78 km2) do território da bacia (UTAP18). Os dados podem ser observados no quadro 91 e na Figura 162.

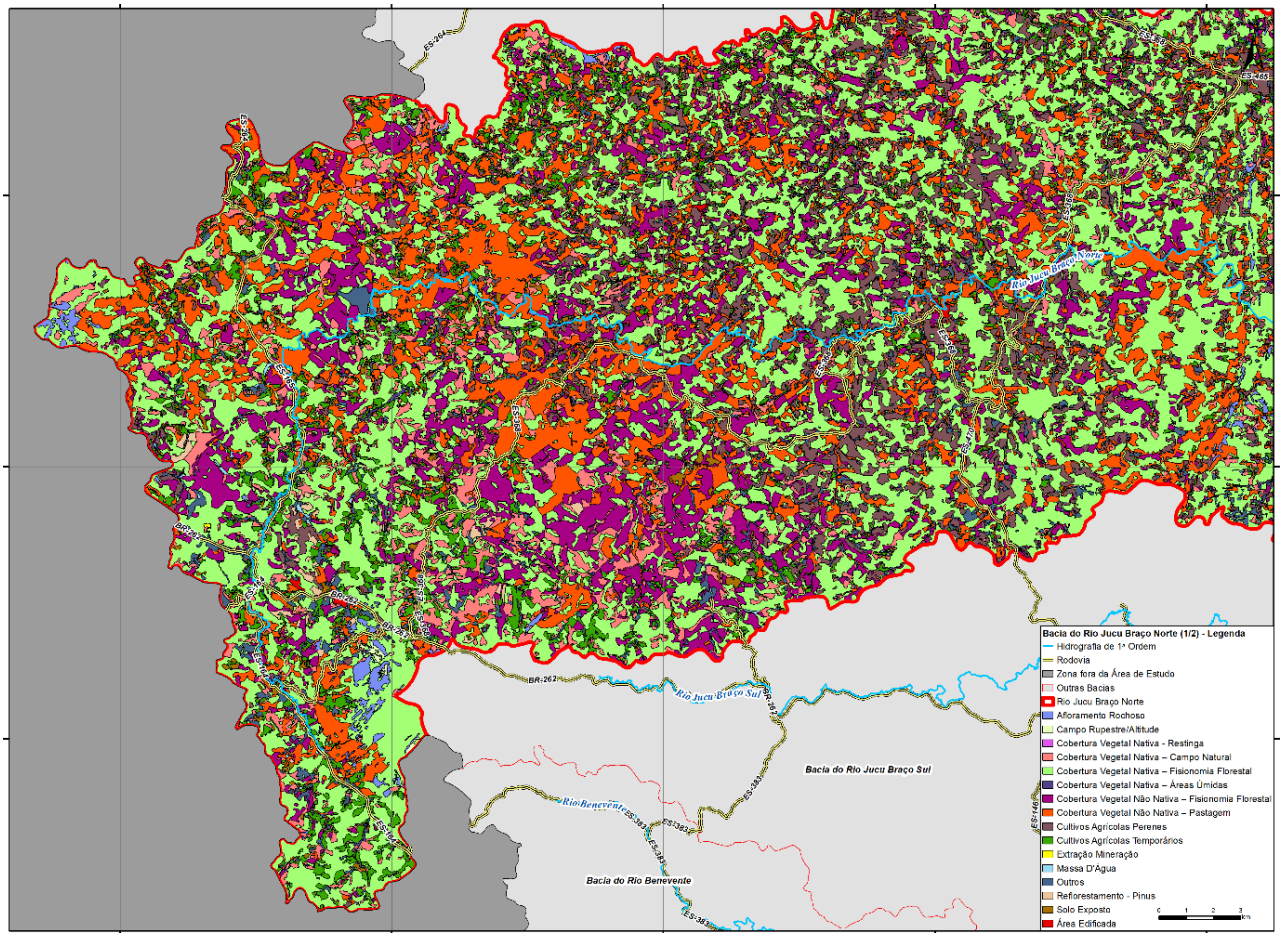
Em relação a porção da UTAP18 inserida na RMGV, a área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 36,07% (177 km2) do território, seguida por 36,33% (18,54 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa apenas 3,11% (15,26 km2) da porção da UTAP18 no território da RMGV (ver quadro 91 e Figura 162)

Figura 158 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18).



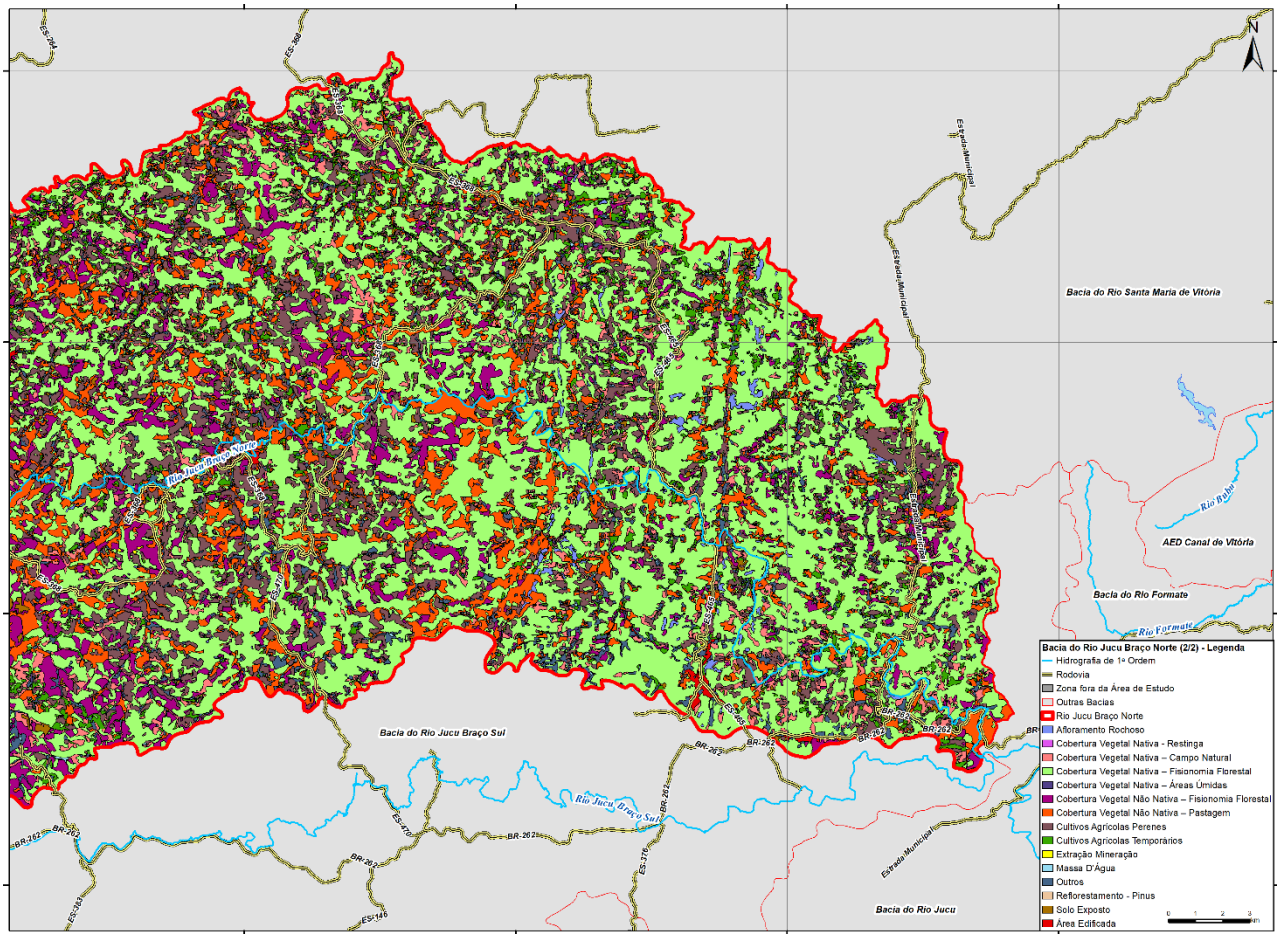
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 159 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) – Braço Norte 1/2.



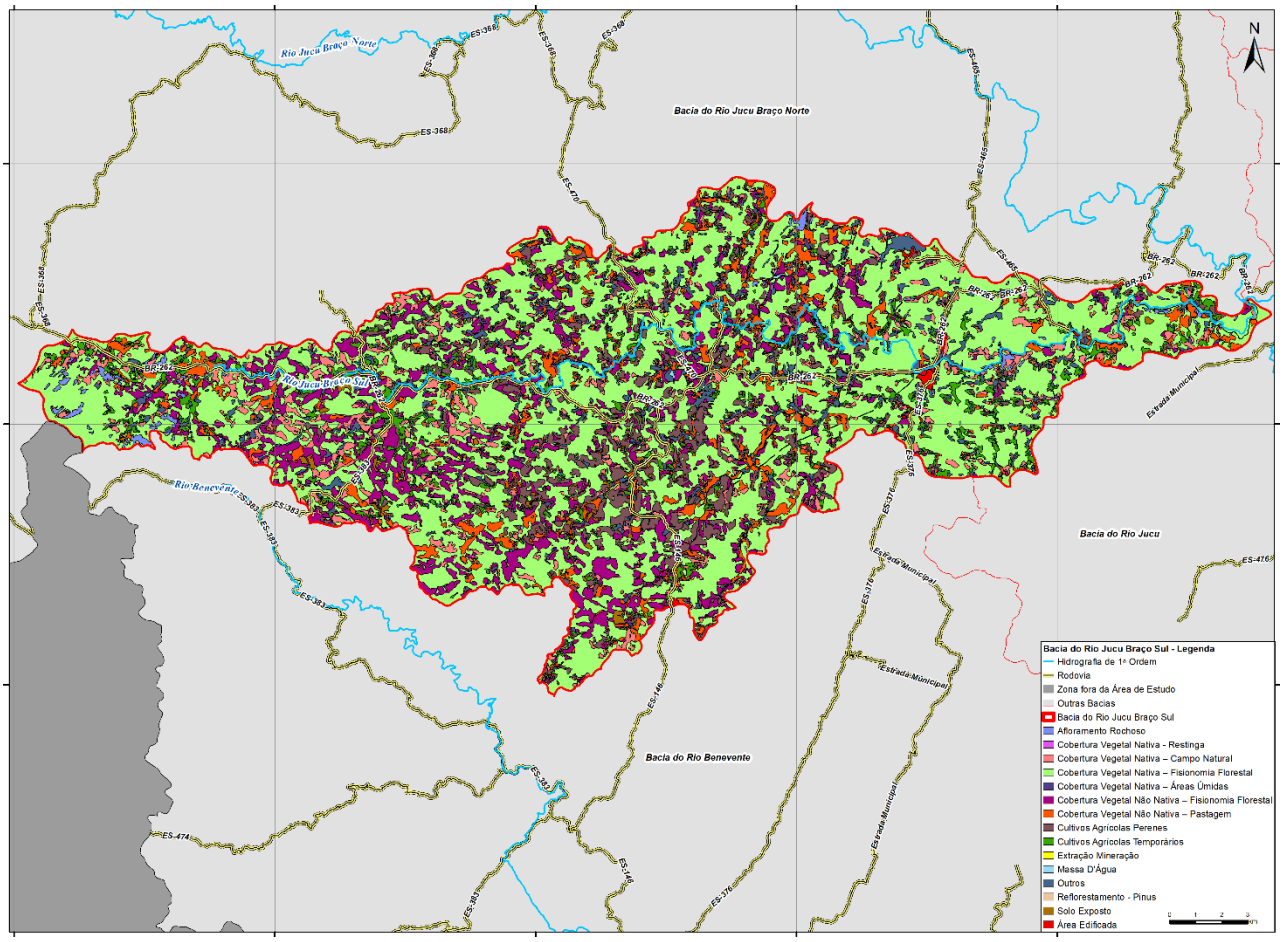
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 160 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) – Braço Norte 2/2.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 161 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) – Braço Sul.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

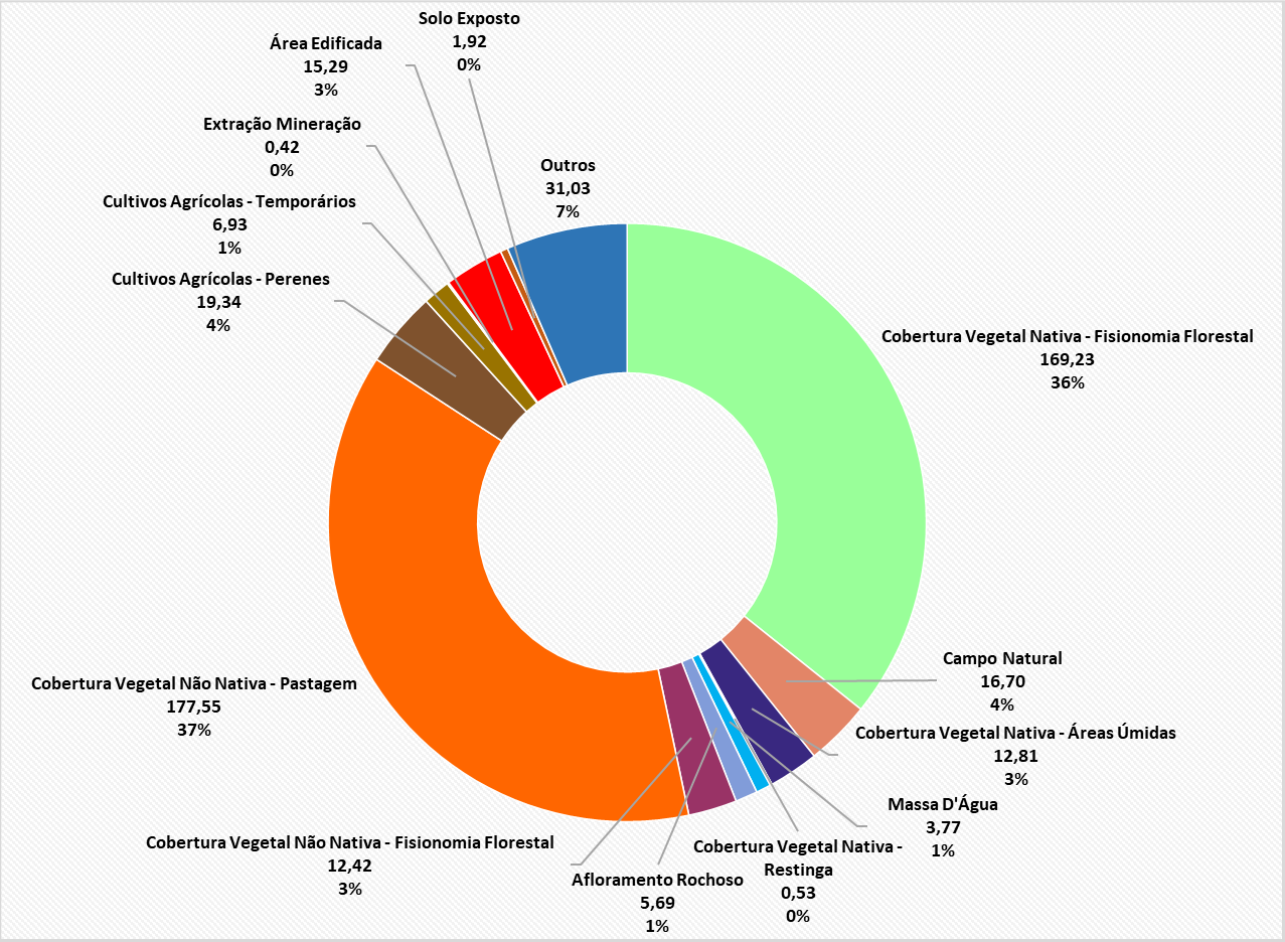
Quadro 91 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 18.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	860,25	1.041,64	52,05%	177,14	218,10	44,41%
	Campo Natural	136,80			18,04		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	16,41			12,81		
	Cobertura Vegetal Nativa	0,53			0,53		

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
	- Restinga						
	Massa D'Água	9,00			3,84		
	Afloramento Rochoso	18,64			5,73		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	182,44	959,42	47,95%	14,55	272,96	55,59%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	371,07			178,39		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	181,16			23,76		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	79,10			7,16		
	Extração Mineração	0,91			0,43		
	Área Edificada	18,78			15,26		
	Solo Exposto	20,89			2,06		
	Outros	105,07			31,36		
	Total	2001,06		100,00%	491,06		100,00%

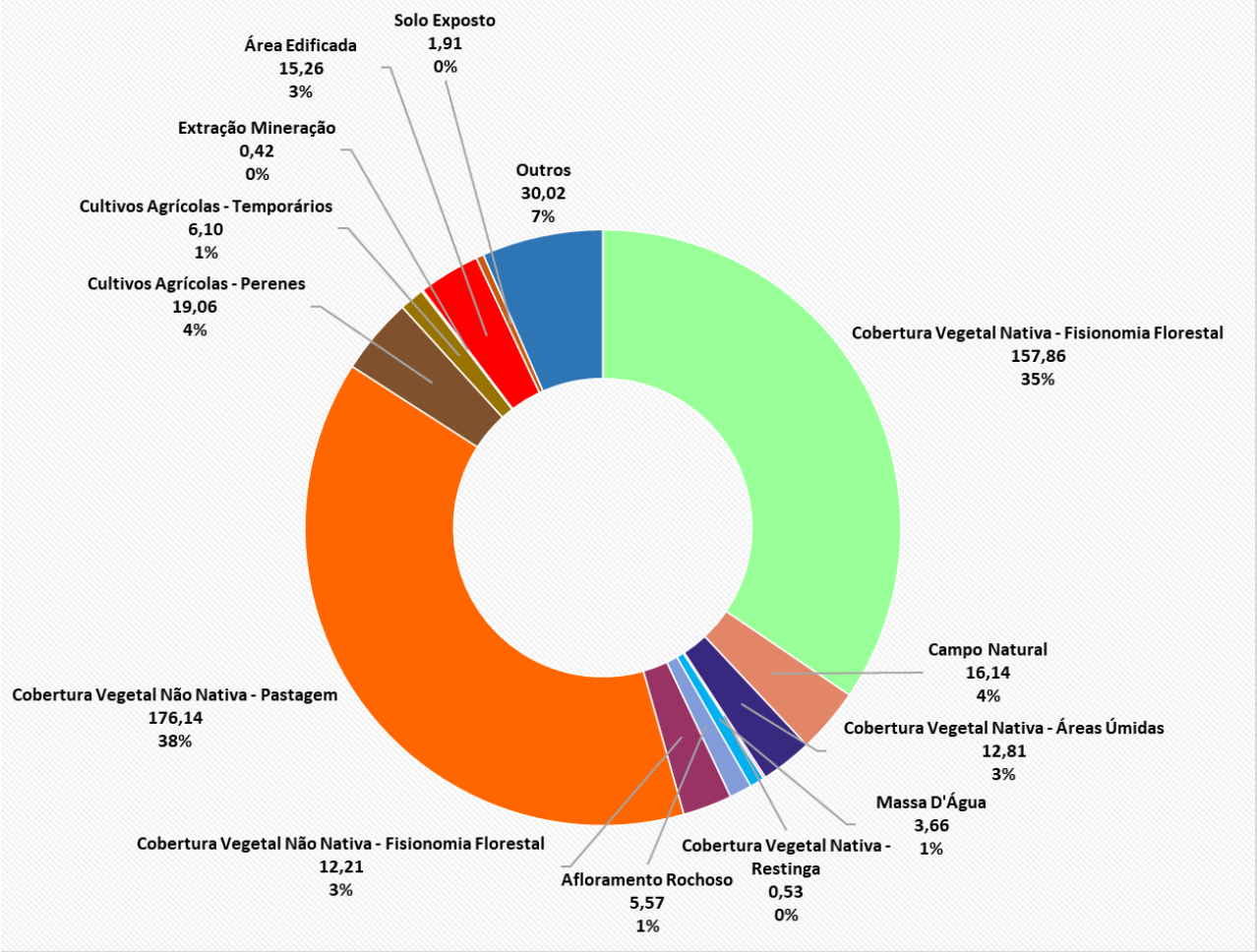
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 162 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 163 – Bacia do Rio Jucú (UTAP 18) porção inserida na RMGV.



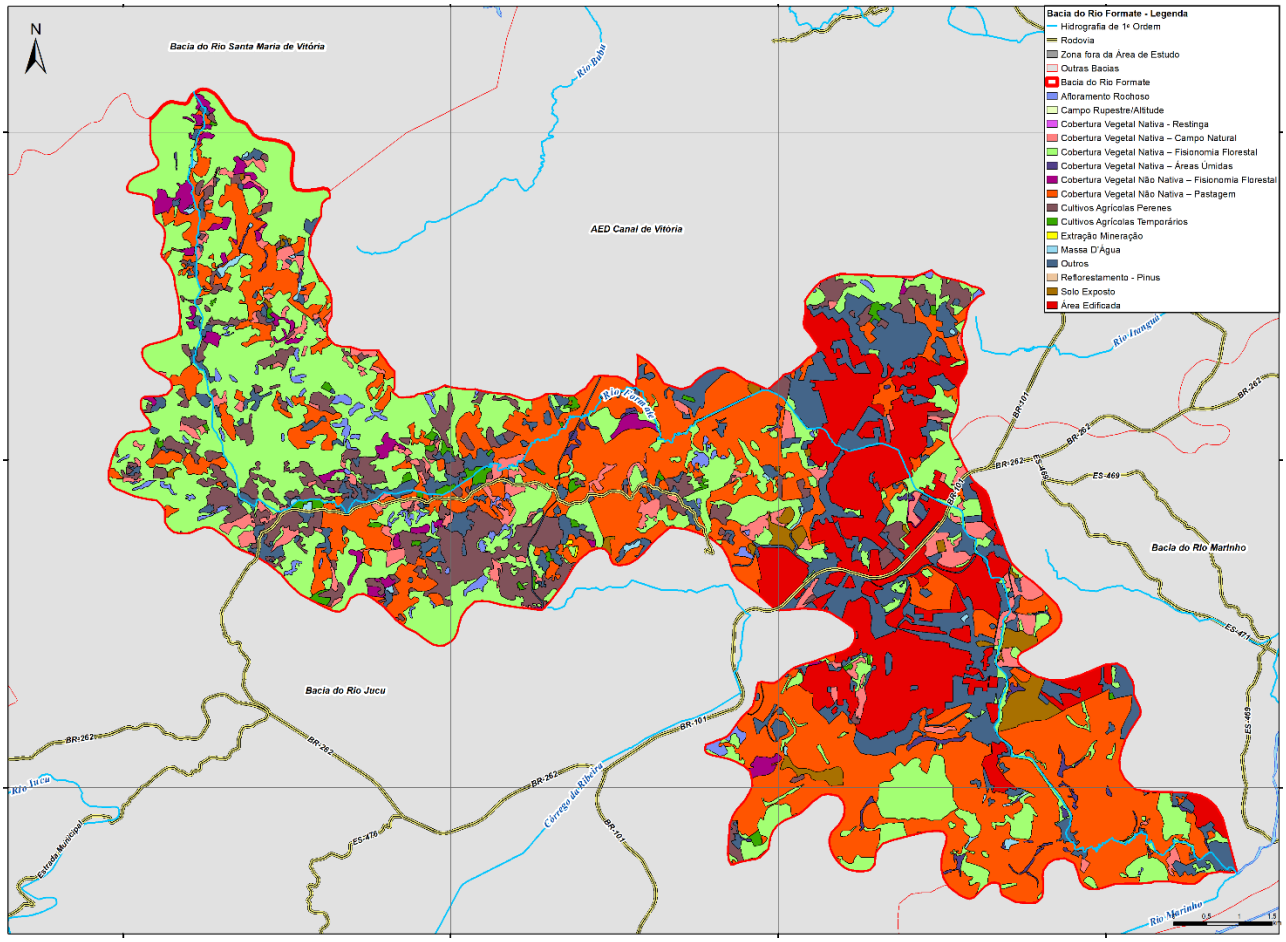
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Formate (UTAP 19)

A Bacia do Rio Formate possui 76,77 km2, sendo que 13,08 km2 são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Cariacica, Viana e Vila Velha na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 164 indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 29,95% (22,99 km2) do território, seguida por 28% (21,49 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa 12,42% (9,53 km2) do território da bacia (UTAP19). Os dados podem ser observados no quadro 92 e na Figura 165.

Figura 164 – Bacia do Rio Formate (UTAP 19).



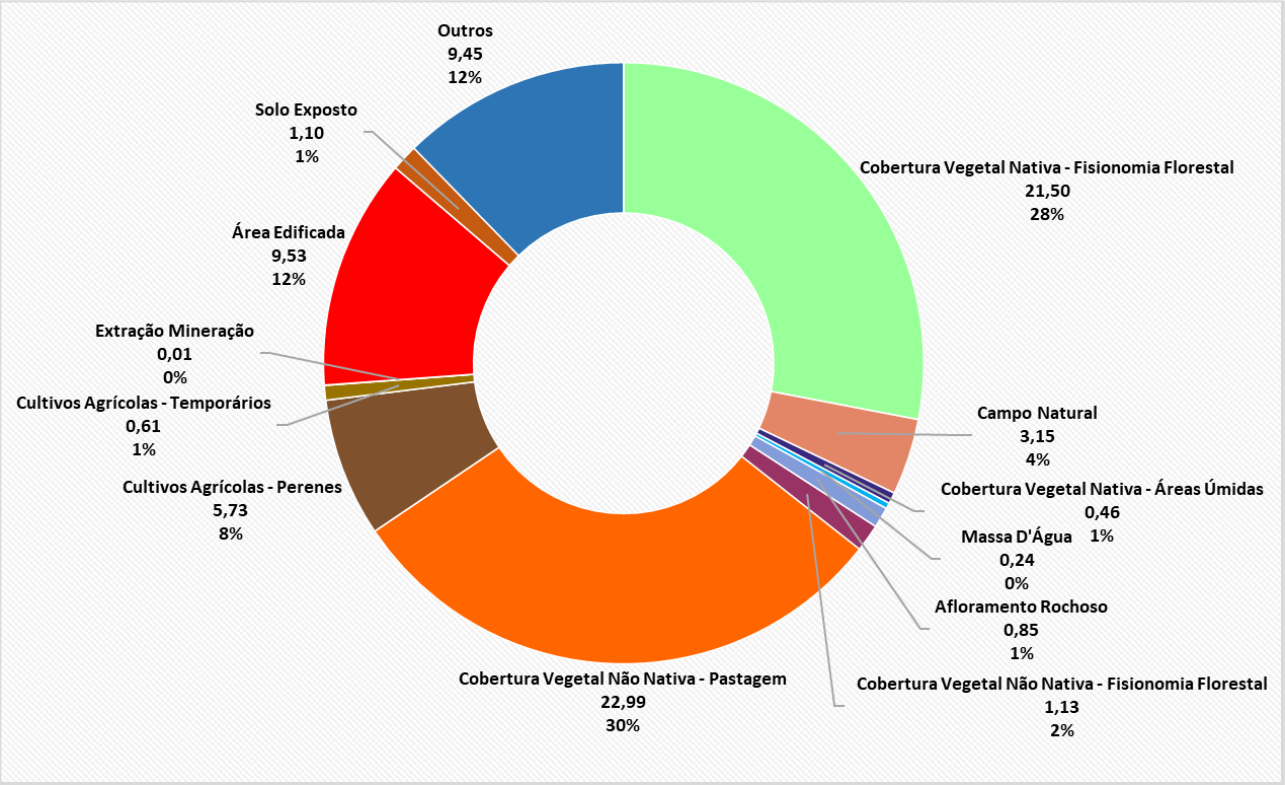
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 92 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 19.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	21,50	4,71	6,13%
	Campo Natural	3,15		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,46		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,24		
	Afloramento Rochoso	0,85		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	1,13	50,56	65,86%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	22,99		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	5,73		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,61		
	Extração Mineração	0,01		
	Área Edificada	9,53		
	Solo Exposto	1,10		
	Outros	9,45		
	Total	76,77		72,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 165 – Bacia do Rio Formate (UTAP 19).



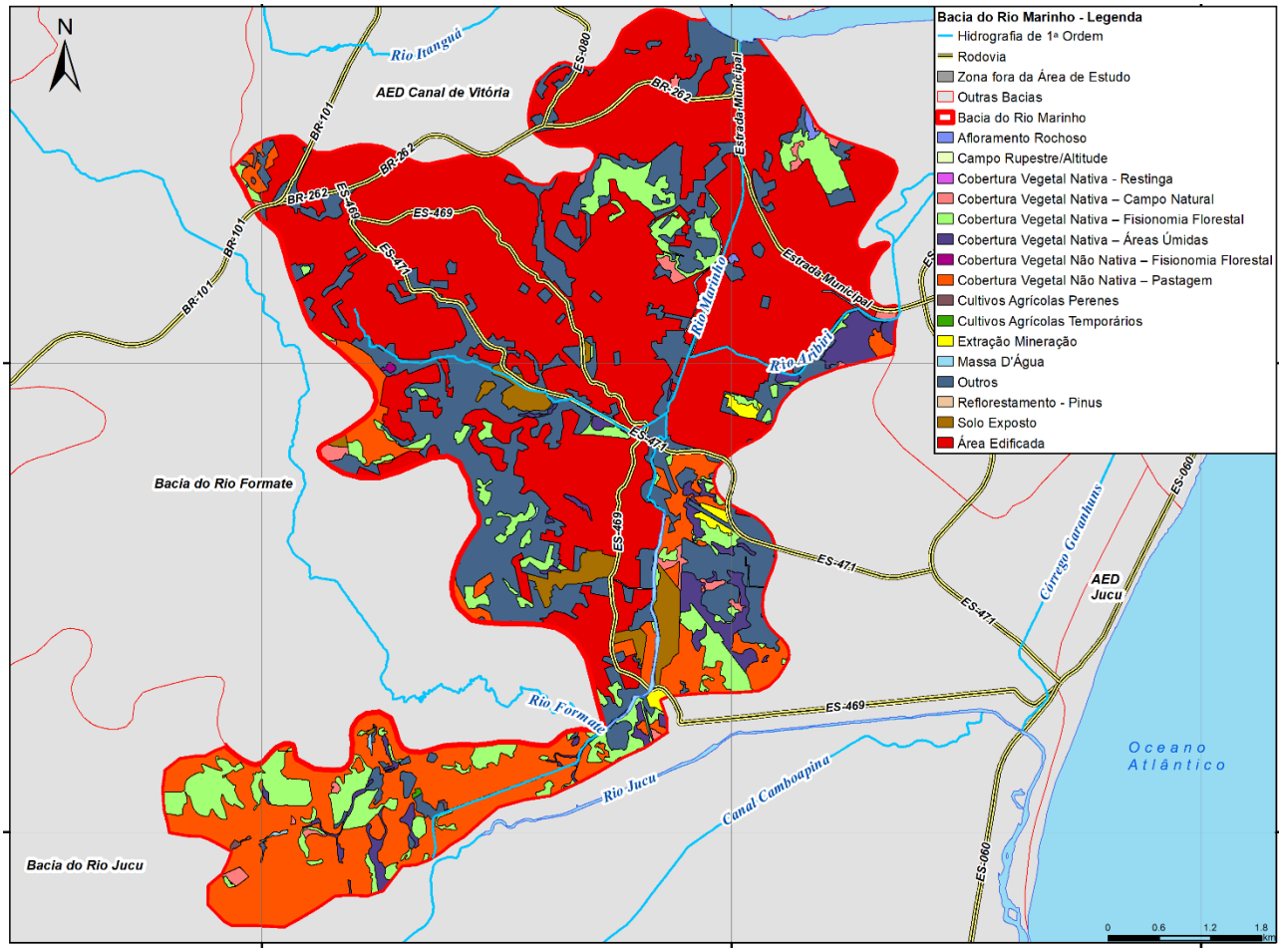
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Marinho (UTAP 20)

A Bacia do Rio Marinho possui 43,12 km2, sendo que 38,69 km2 (89,7%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Cariacica, Viana Vila Velha e Victoria.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 166, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 15,48% (6,67 km2) do território. A “área edificada” representa 49,33% (21,27 km2), somado a “outros” com 19,66% (8,47 km2) do território da bacia (UTAP20). Os dados podem ser observados no quadro 93 e na Figura 167.

Figura 166 – Bacia do Rio Marinho (UTAP 20).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

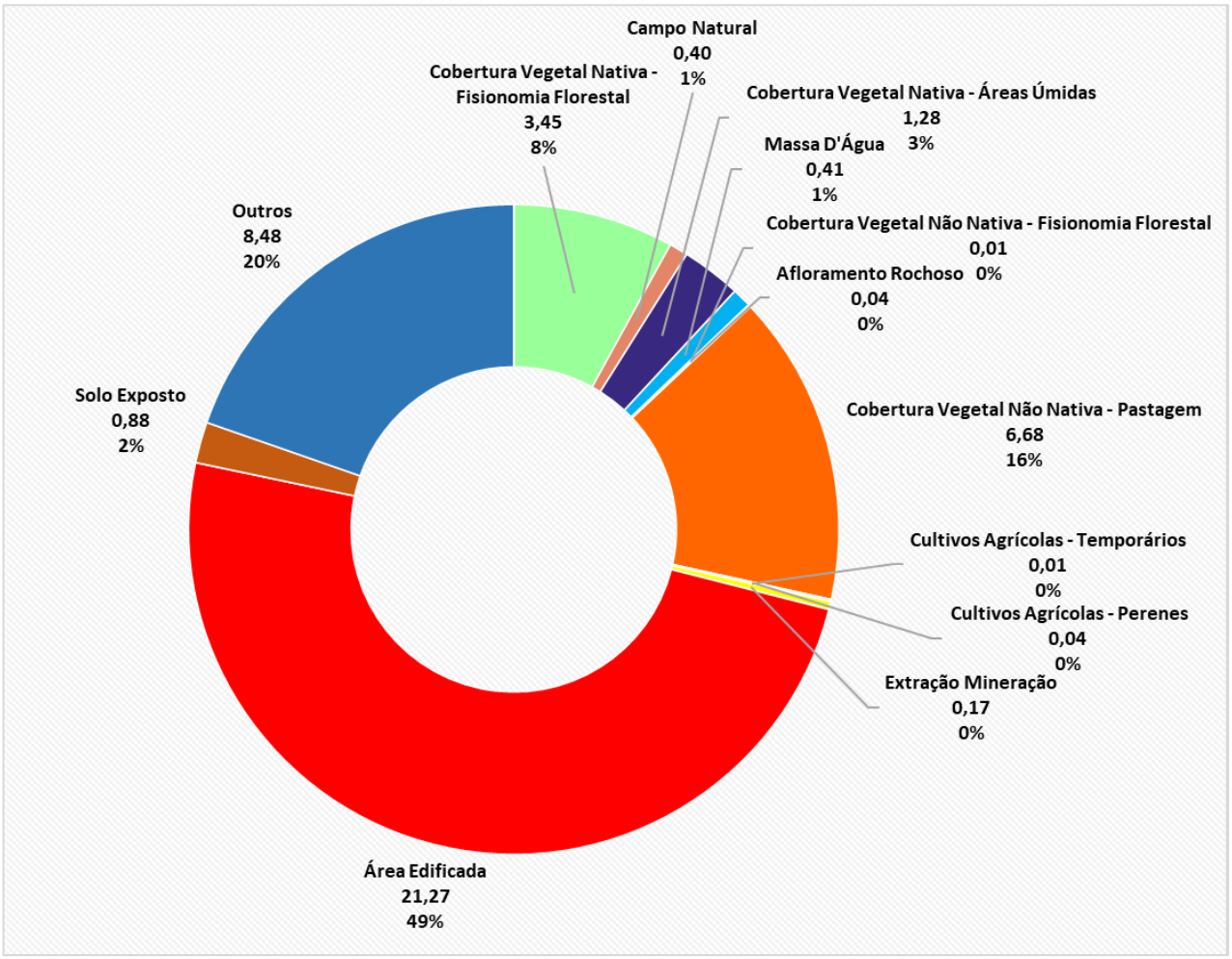
Quadro 93 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 20.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	3,45	2,13	4,95%
	Campo Natural	0,40		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	1,28		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,41		
	Afloramento Rochoso	0,04		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,01	37,54	87,05%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	6,68		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,04		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,01		
	Extração Mineração	0,17		
	Área Edificada	21,27		
	Solo Exposto	0,88		
	Outros	8,48		
	Total	43,12		92,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 167 – Bacia do Rio Marinho (UTAP 20).



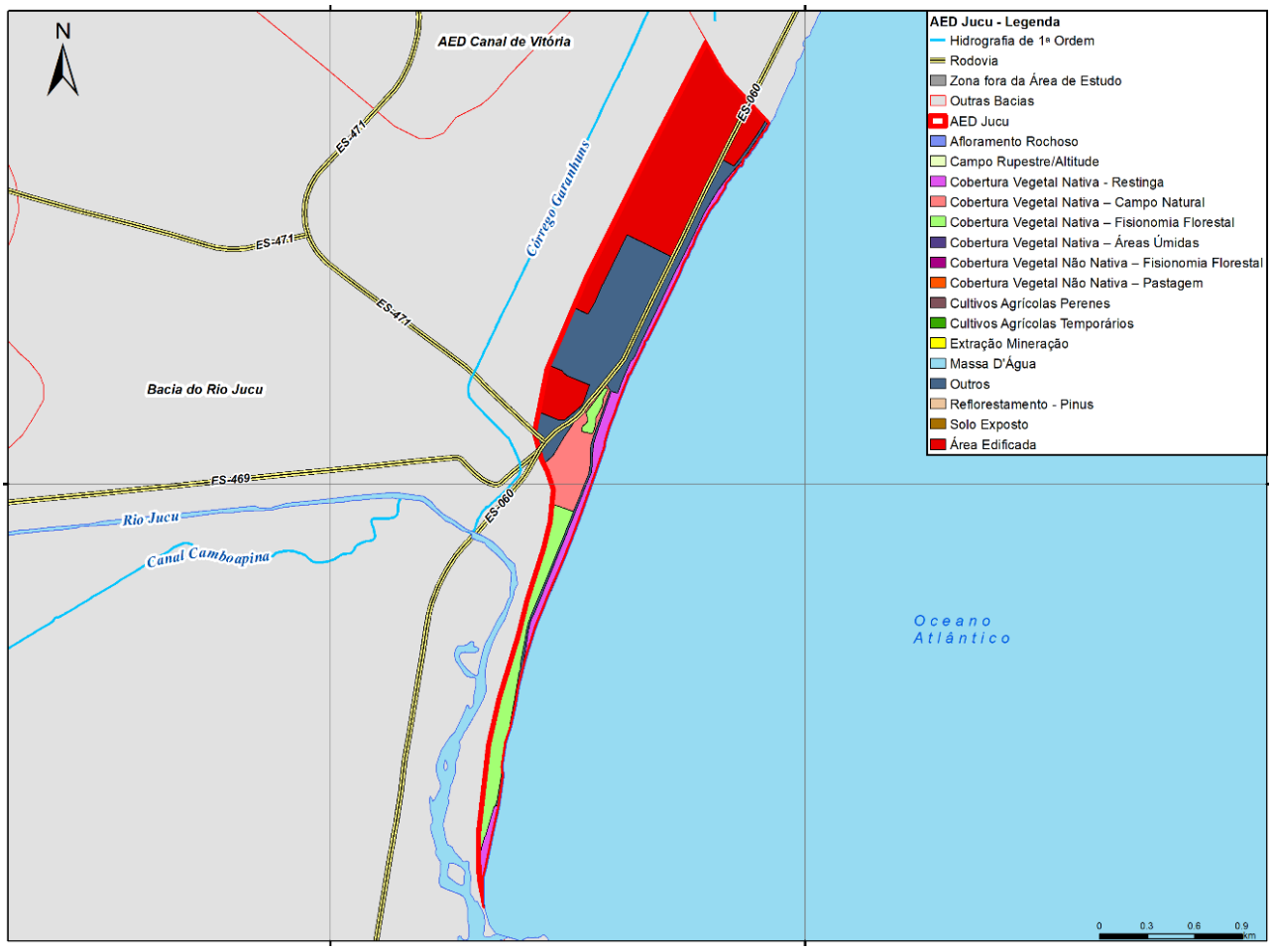
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Jucú (UTAP 21)

A AED Jucú possui 1,72 km2, sendo que 1,09 km2 (63%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Cariacica, Viana, Vila Velha, Victoria.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 168, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 11,46% (0,19 km2) do território. A “área edificada” representa 39,79% (0,68 km2), somado a “outros” com 31,82% (0,54 km2) do território da bacia (UTAP21). Os dados podem ser observados no quadro 94 e na Figura 169.

Figura 168 – AED Jucú (UTAP 21)



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

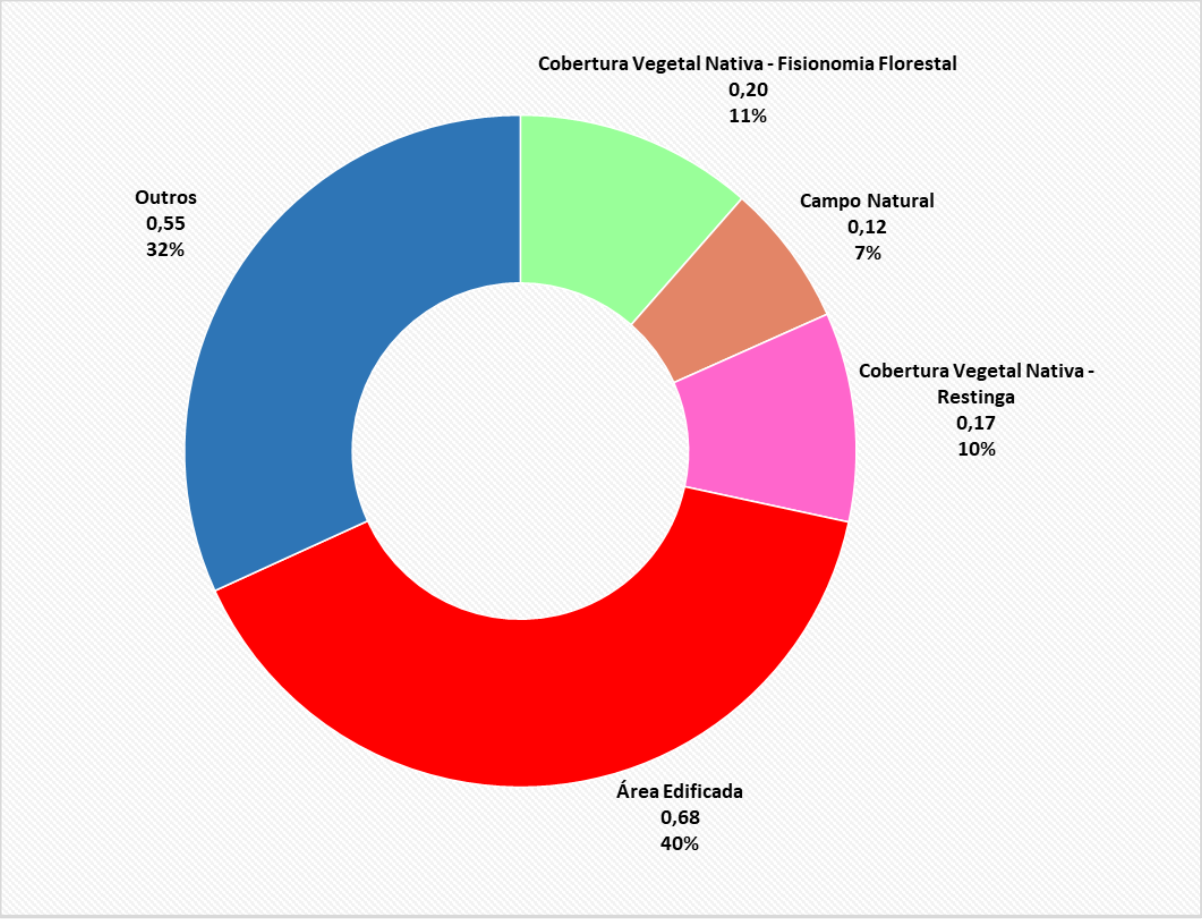
Quadro 94 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 21.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	0,20	0,29	16,93%
	Campo Natural	0,12		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	-		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,17		
	Massa D'Água	-		
	Afloramento Rochoso	-		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	1,23	71,61%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	-		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	-		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	0,68		
	Solo Exposto	-		
	Outros	0,55		
	Total	1,72		88,54%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 169 – AED Jucú (UTAP 21)



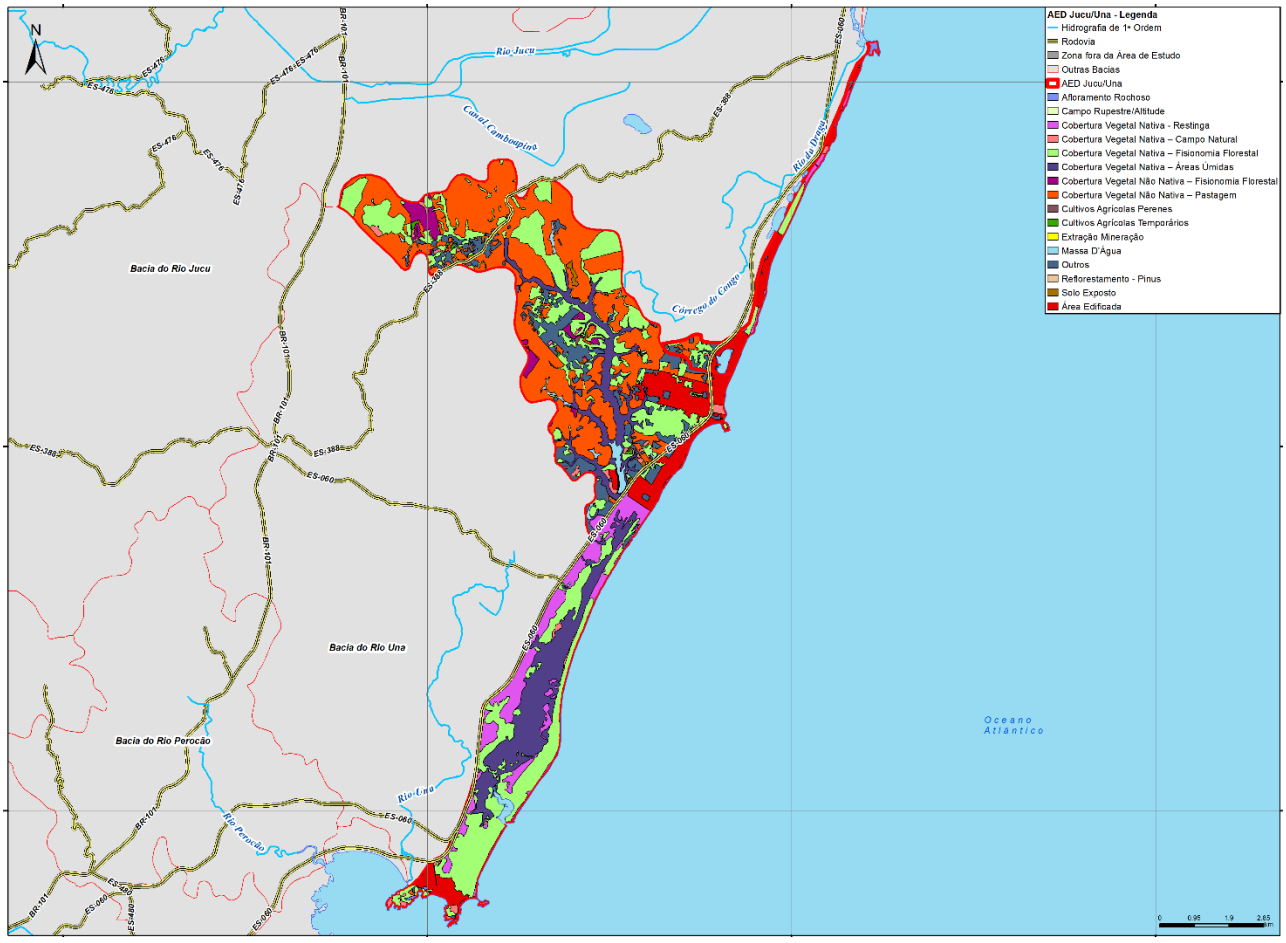
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Jucú/Una (UTAP 22)

A AED Jucú/Una possui 61,83 km2, sendo que 10,86 km2 (17%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Guarapari e Vila Velha na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 170, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 29,30% (18,11 km2) do território, seguida por 25,53% (15,78 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 0,55% (0,34 km2) do território da bacia (UTAP22). Os dados podem ser observados no quadro 95 e na Figura 171.

Figura 170 – AED Jucú/Una (UTAP 22)



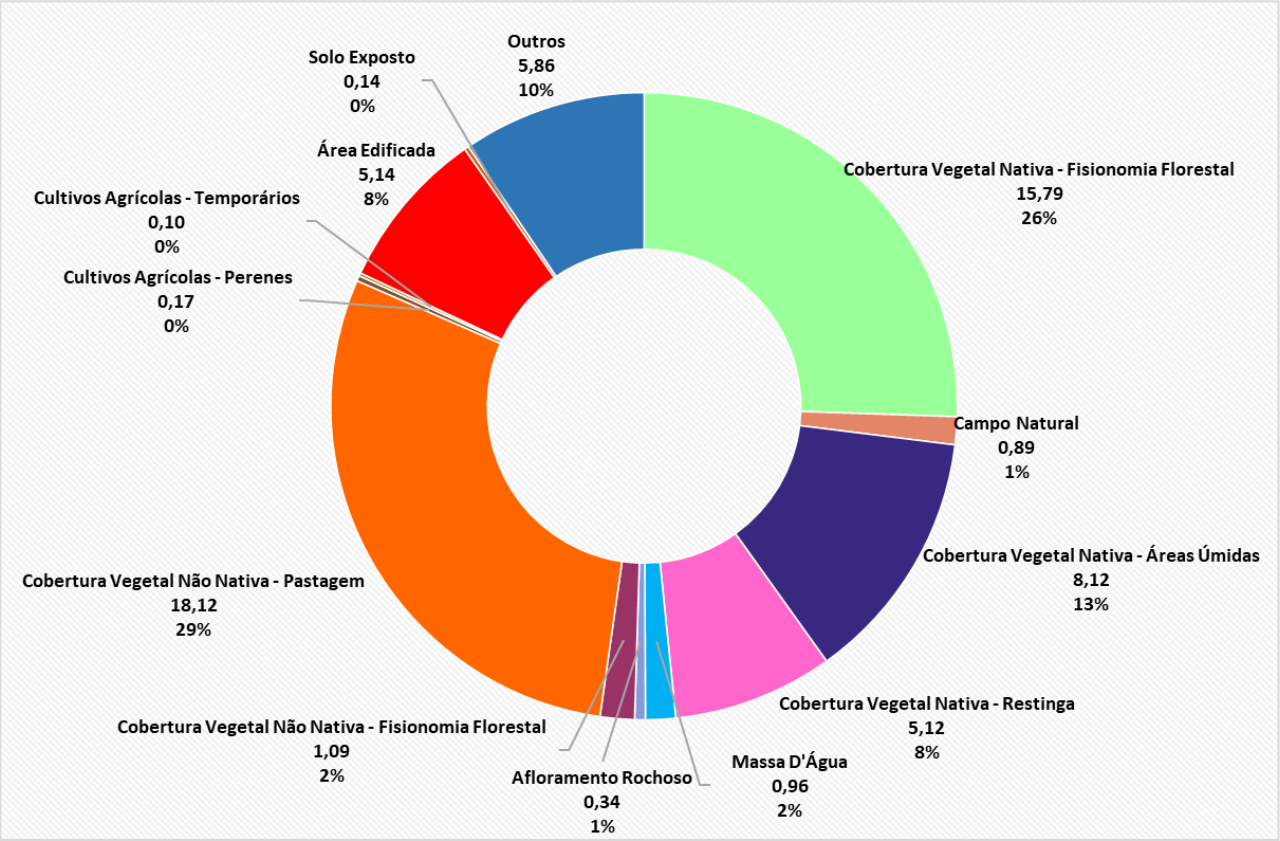
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 95 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 22.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	15,79	15,43	24,95%
	Campo Natural	0,89		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	8,12		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	5,12		
	Massa D'Água	0,96		
	Afloramento Rochoso	0,34		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	1,09	30,61	49,51%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	18,12		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,17		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,10		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	5,14		
	Solo Exposto	0,14		
	Outros	5,86		
	Total	61,83		74,47%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 171 – AED Jucú/Una (UTAP 22).



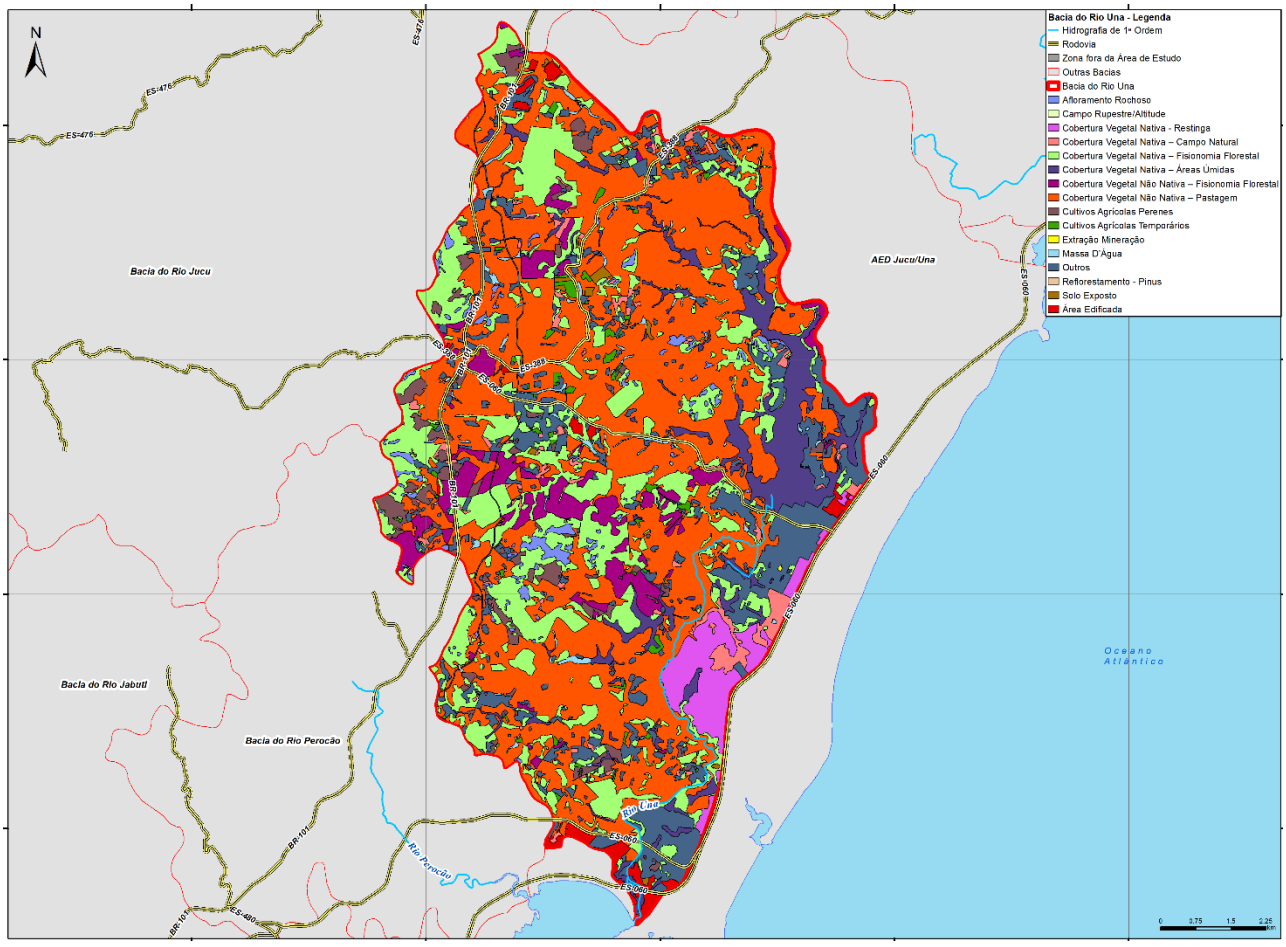
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Una (UTAP 23)

A Bacia do Rio Una possui 118,52 km2, sendo que 2,24 km2 (1,88%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Guarapari, Viana e Vila Velha na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 172, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 45,47% (53,89 km2) do território, seguida por 18,95% (22,46 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 1,26% (1,49 km2) do território da bacia (UTAP23). Os dados podem ser observados no quadro 96 e na Figura 173.

Figura 172 – Bacia do Rio Una (UTAP 23).



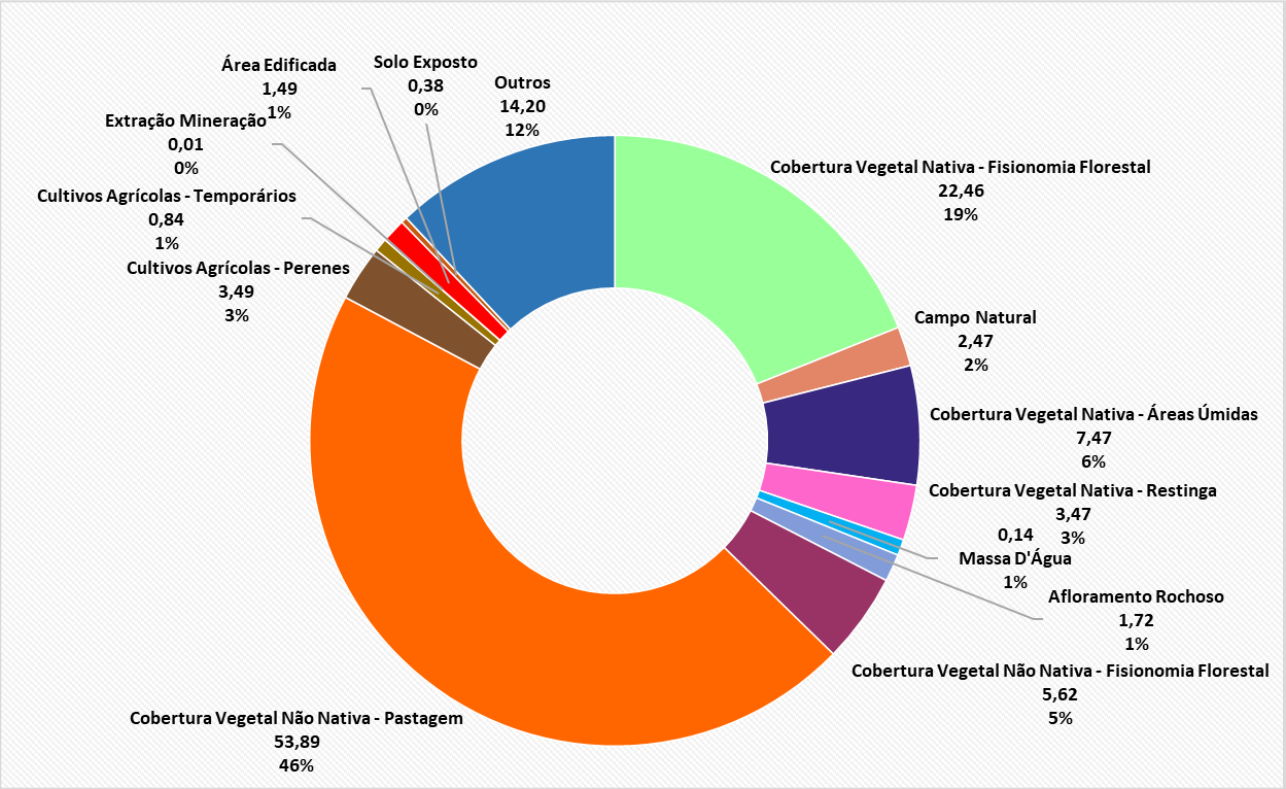
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 96 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 23

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	22,46	16,13	13,61%
	Campo Natural	2,47		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	7,47		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	3,47		
	Massa D'Água	1,00		
	Afloramento Rochoso	1,72		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	5,62	79,92	67,43%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	53,89		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	3,49		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,84		
	Extração Mineração	0,01		
	Área Edificada	1,49		
	Solo Exposto	0,38		
	Outros	14,20		
	Total	118,52		81,05%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 173 – Bacia do Rio Una (UTAP 23).



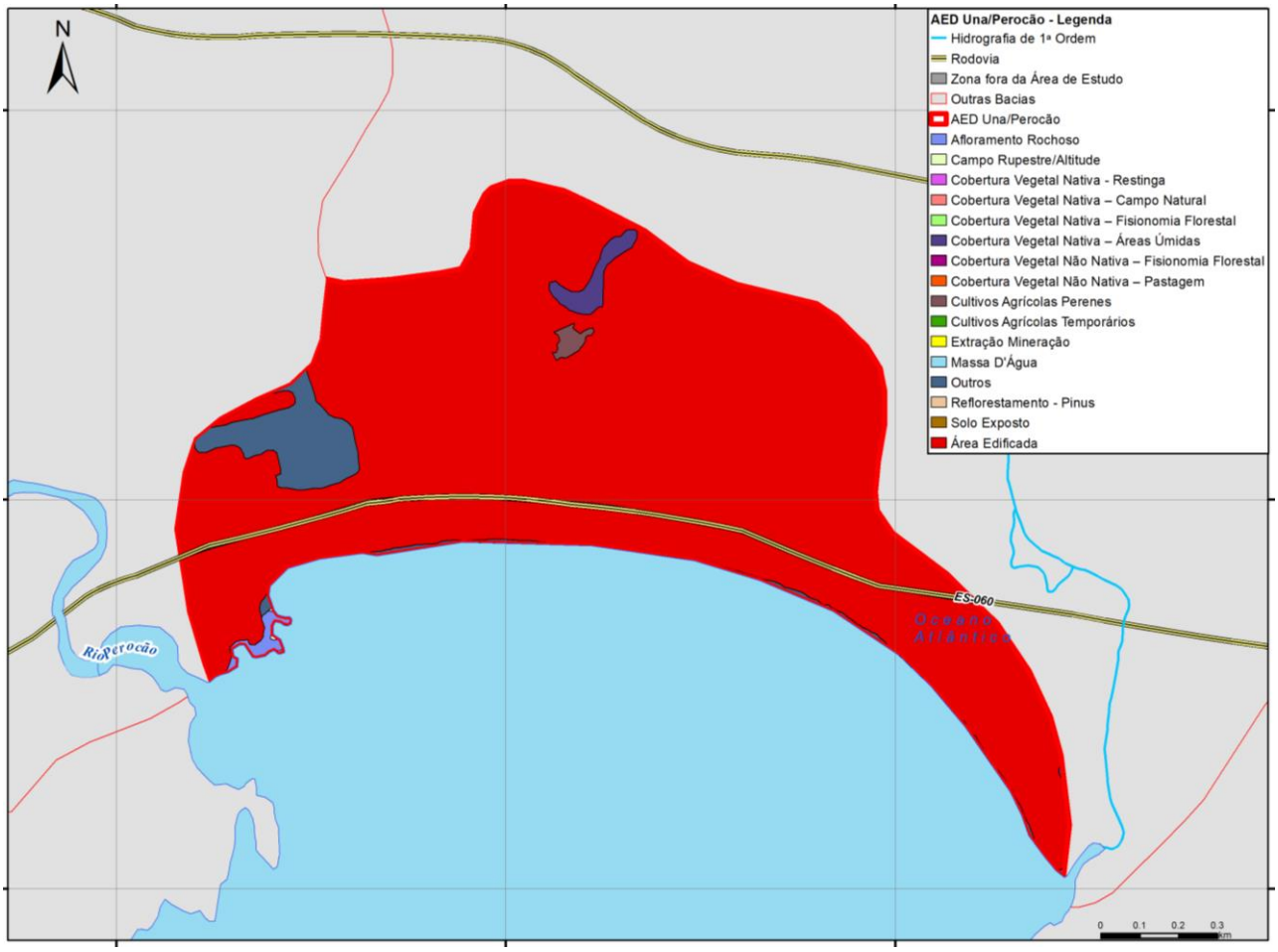
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Una/Perocão (UTAP 24)

A AED Una/Perocão possui 1,51 km2, sendo que 1,48 km2 (97%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Guarapari na RMGV.

O mapeamento apresenta na Figura 174, a “área edificada” que representa 91,96% (1,38 km2) do território da bacia (UTAP24). Os dados podem ser observados no quadro 97 e na Figura 175.

Figura 174 – AED Una/Perocão (UTAP 24).



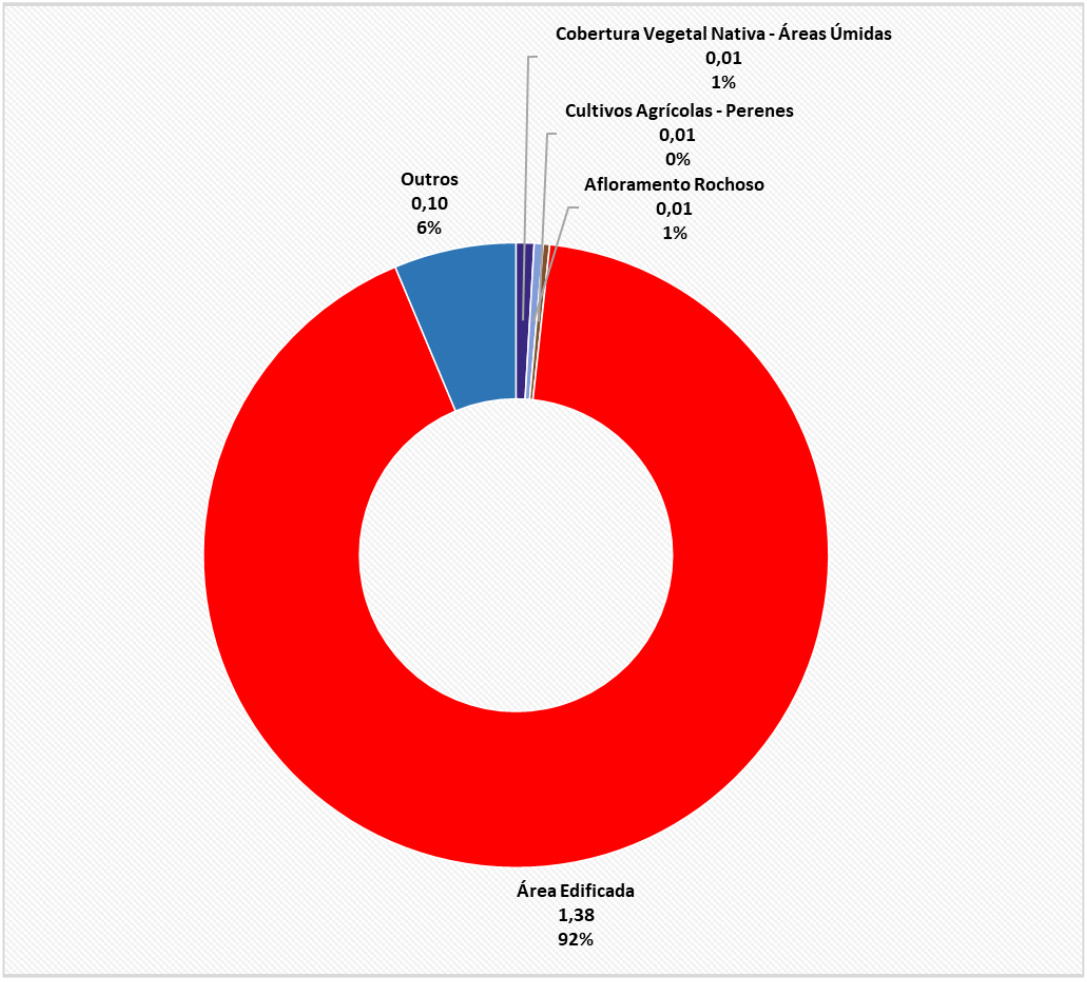
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 97 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 24.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	-	0,02	1,40%
	Campo Natural	-		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,01		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	-		
	Afloramento Rochoso	0,01		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	-	1,48	98,60%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	-		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,01		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	1,38		
	Solo Exposto	-		
	Outros	0,10		
	Total	1,51		100,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 175 – AED Una/Perocão (UTAP 24).



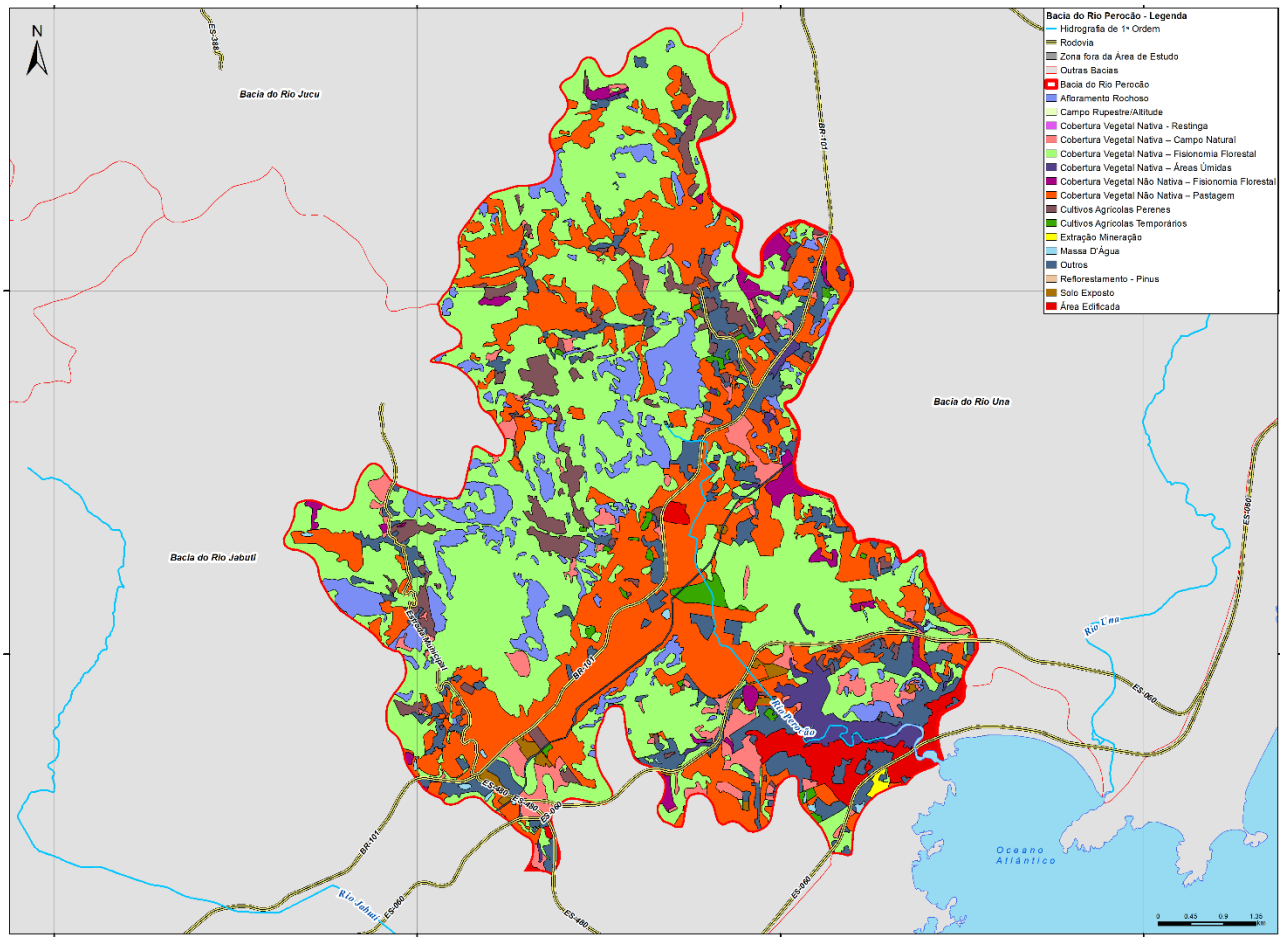
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Perocão (UTAP 25)

A Bacia do Rio Perocão possui 57,11 km2, sendo que 1,49 km2 (2,6%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Guarapari na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 176, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 26,3% (15,01 km2) do território, seguida por 41,24% (23,55 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa 2,24% (1,27 km2) do território da bacia (UTAP25). Os dados podem ser observados no quadro 98 e na Figura 177.

Figura 176 – Bacia do Rio Perocão (UTAP 25).



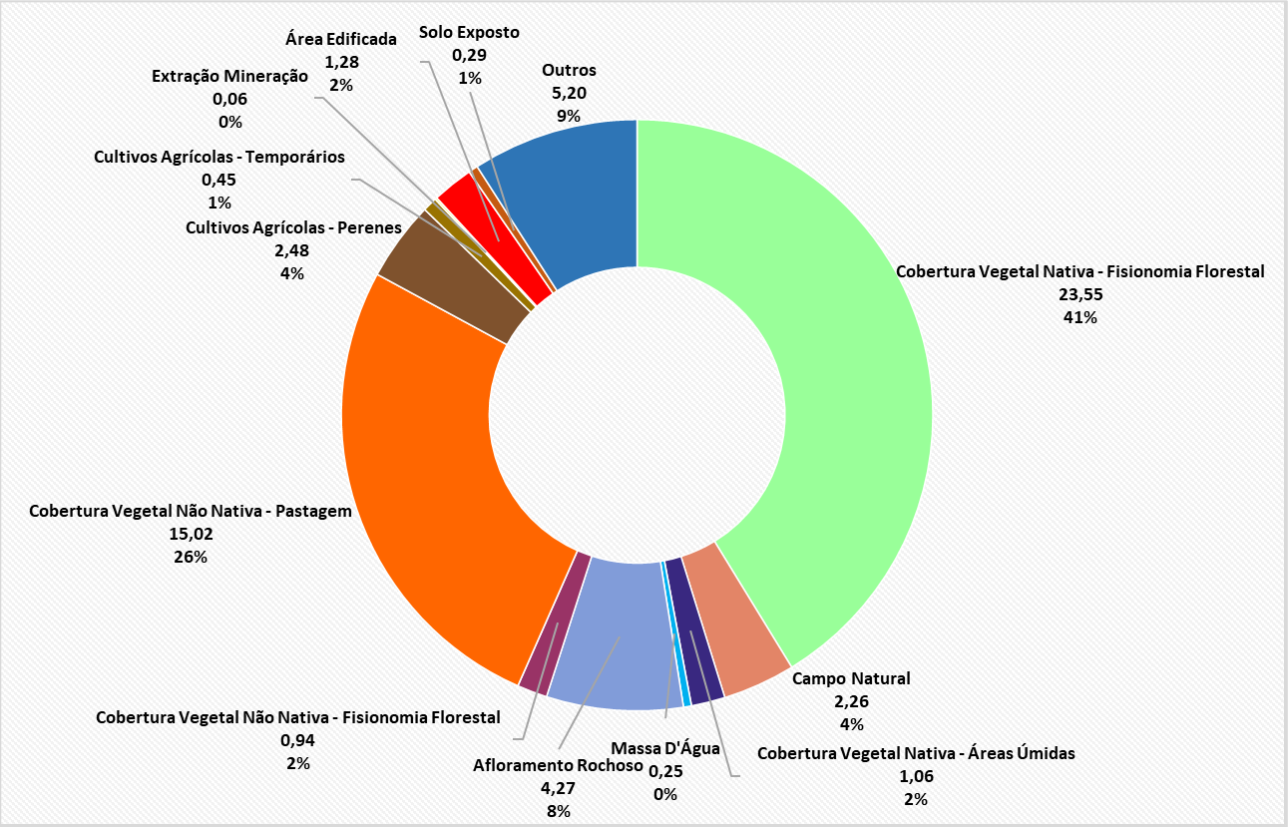
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 98 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 25.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	23,55	7,83	13,72%
	Campo Natural	2,26		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	1,06		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,25		
	Afloramento Rochoso	4,27		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,94	25,72	45,04%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	15,02		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	2,48		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,45		
	Extração Mineração	0,06		
	Área Edificada	1,28		
	Solo Exposto	0,29		
	Outros	5,20		
	Total	57,11		58,76%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 177 – Bacia do Rio Perocão (UTAP 25).



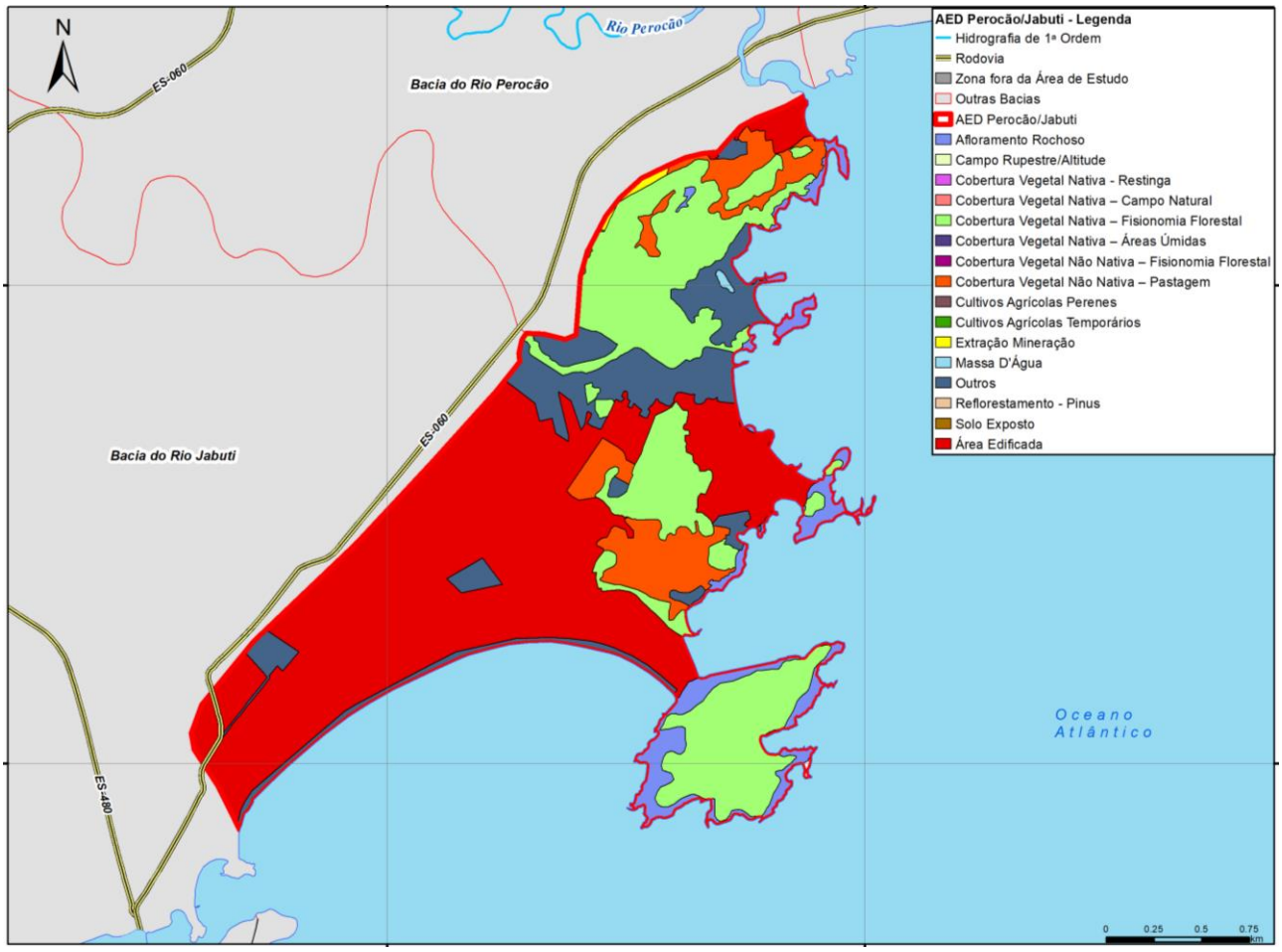
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Perocão/Jabuti (UTAP 26)

A AED Perocão/Jabuti possui 5,26km2, sendo que 2,63 km2 (46%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Guarapari na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 178, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 25,54% (1,34 km2) do território. A “área edificada” representa 47% (2,47 km2) do território da bacia (UTAP26). Os dados podem ser observados no quadro 99 e na Figura 179.

Figura 178 – AED Perocão/Jabuti (UTAP 26)



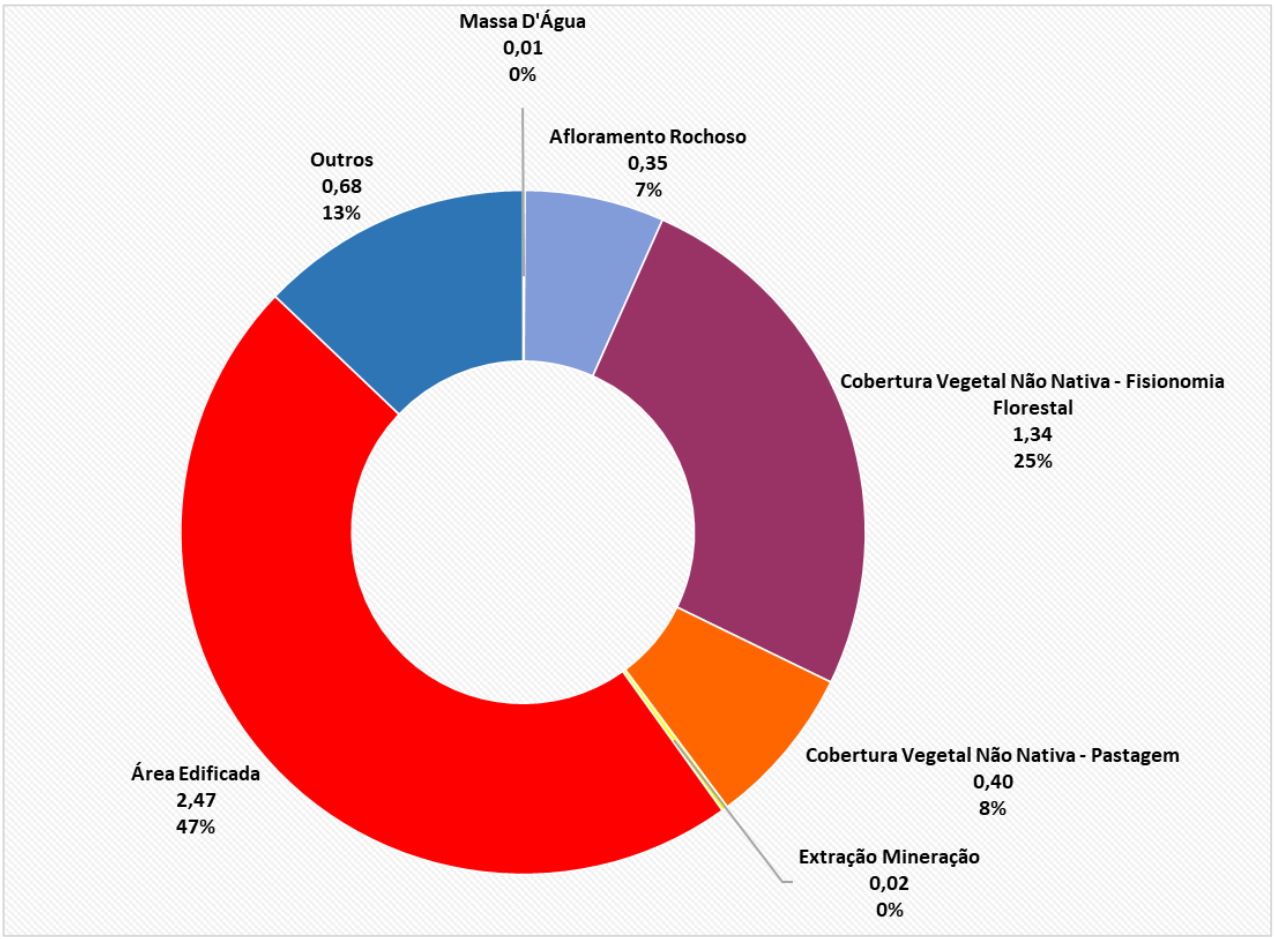
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 99 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 26.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	-	0,35	6,68%
	Campo Natural	-		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	-		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,01		
	Afloramento Rochoso	0,35		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	1,34	4,90	93,32%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	0,40		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	-		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	0,02		
	Área Edificada	2,47		
	Solo Exposto	-		
	Outros	0,68		
	Total	5,26		100,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 179 – AED Perocão/Jabuti (UTAP 26).



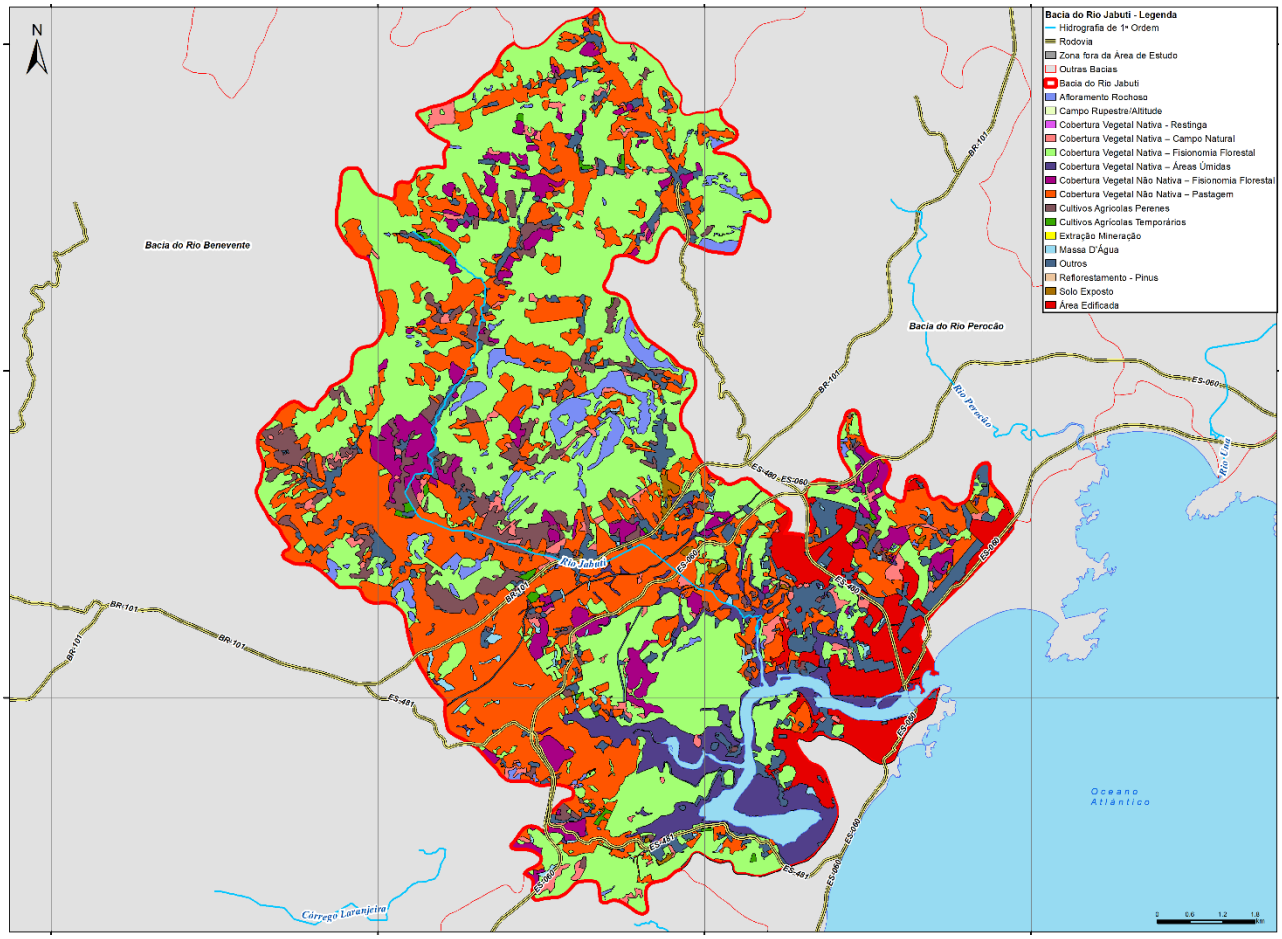
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Jabuti (UTAP 27)

A Bacia do Rio Jabuti possui 133,22 km2, sendo que 5,8 km2 (4,35%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Guarapari na RMGV.

O mapeamento apresentado na Figura 180, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem” de 27,12% (30,71 km2) do território, seguida por 37,76% (42,75 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa apenas 0,68% (1,96 km2) do território da bacia (UTAP27). Os dados podem ser observados no quadro 100 e na Figura 181.

Figura 180 – Bacia do Rio Jabuti (UTAP 27).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

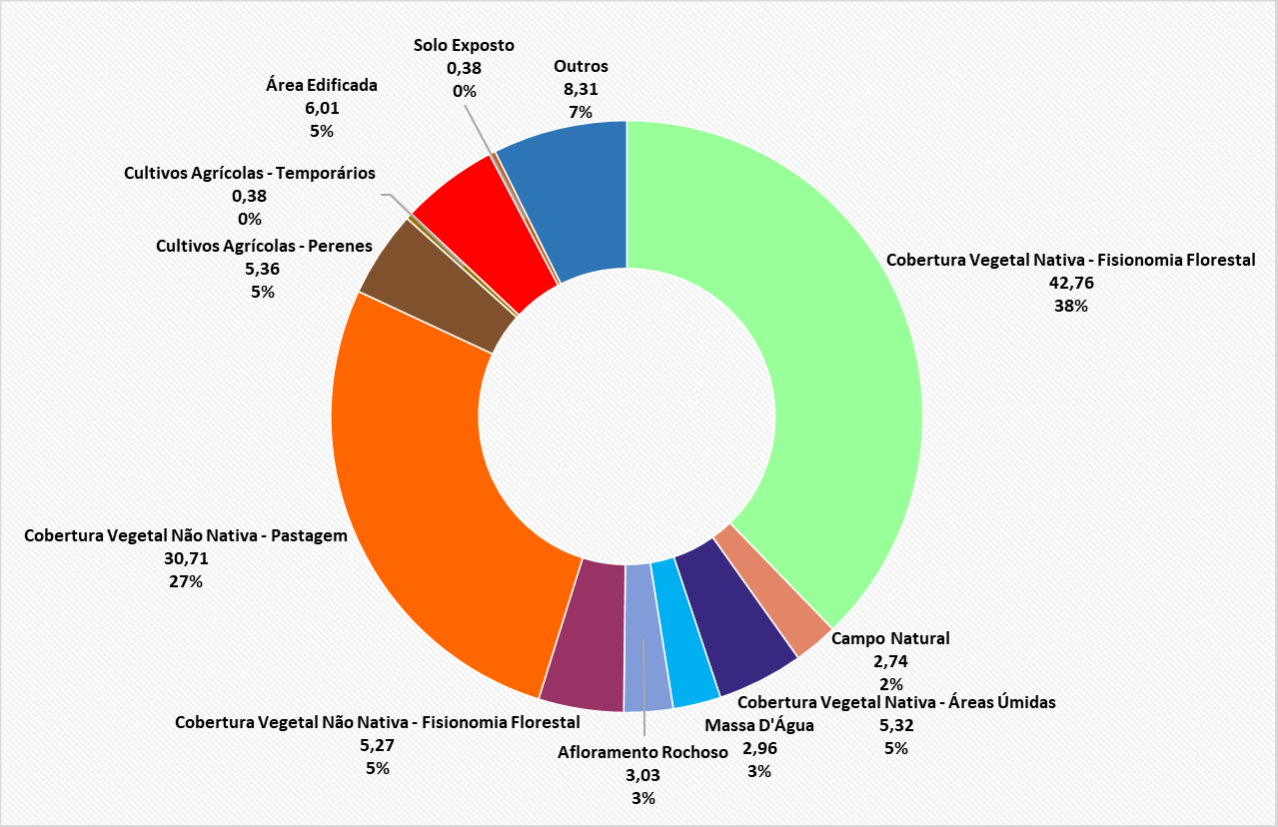
Quadro 100 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 27.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	42,76	14,05	12,41%
	Campo Natural	2,74		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	5,32		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	2,96		
	Afloramento Rochoso	3,03		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	5,27	56,42	49,83%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	30,71		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	5,36		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,38		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	6,01		
	Solo Exposto	0,38		
	Outros	8,31		
	Total	113,22		62,24%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 181 – Bacia do Rio Jabuti (UTAP 27).



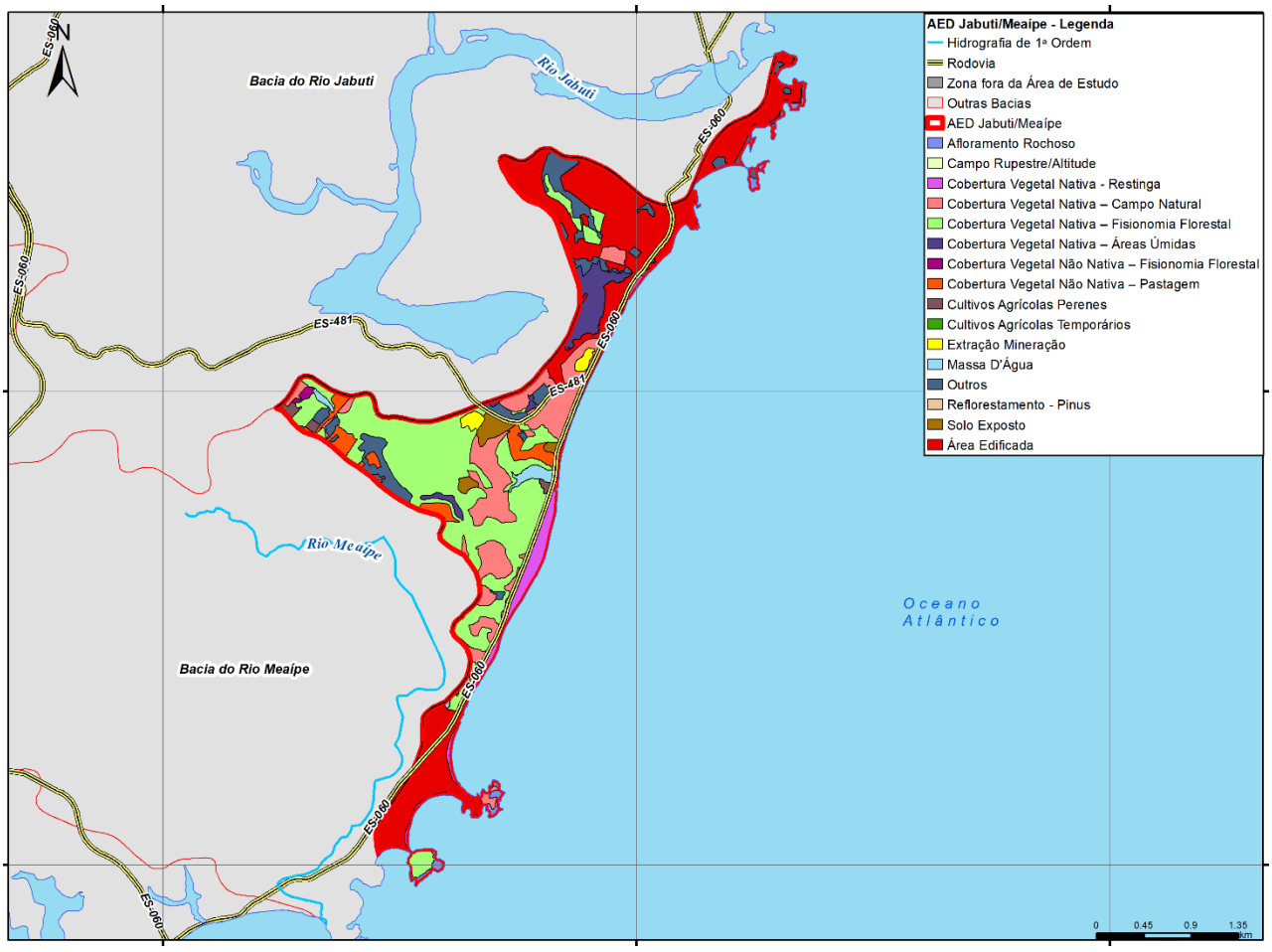
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Jabuti/Meaípe (UTAP 28)

A AED Jabuti/Meaípe possui 6 km2, sendo que 2,01 km2 (33,5%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Guarapari na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 182, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 28,44% (1,78 km2) do território. A “área edificada” representa 28,84 (1,96 km2) do território da bacia (UTAP28). Os dados podem ser observados no quadro 101 e na Figura 183.

Figura 182 – AED Jabuti/Meaípe (UTAP 28).



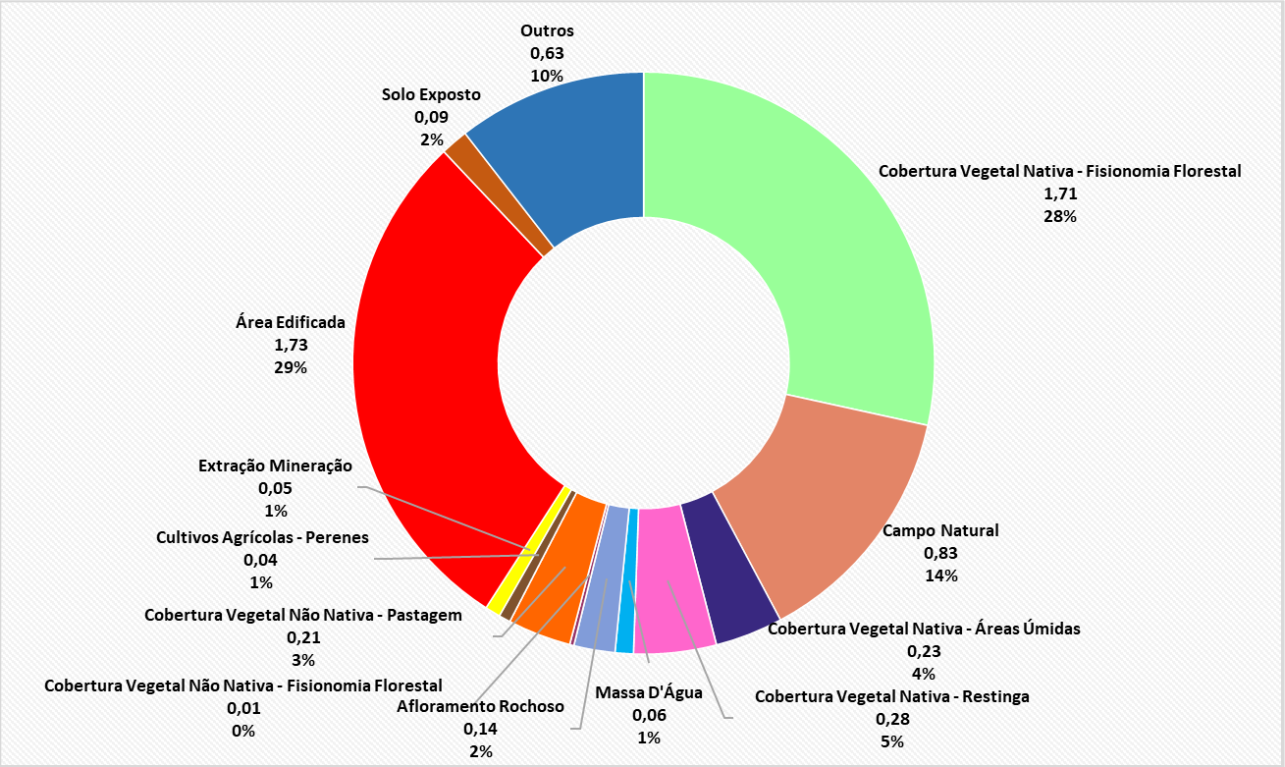
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 101 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 28.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	1,71	1,53	25,42%
	Campo Natural	0,83		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,23		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,28		
	Massa D'Água	0,06		
	Afloramento Rochoso	0,14		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,01	2,77	46,14%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	0,21		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,04		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	-		
	Extração Mineração	0,05		
	Área Edificada	1,73		
	Solo Exposto	0,09		
	Outros	0,63		
	Total	6,00		71,56%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 183 – AED Jabuti/Meaípe (UTAP 28).



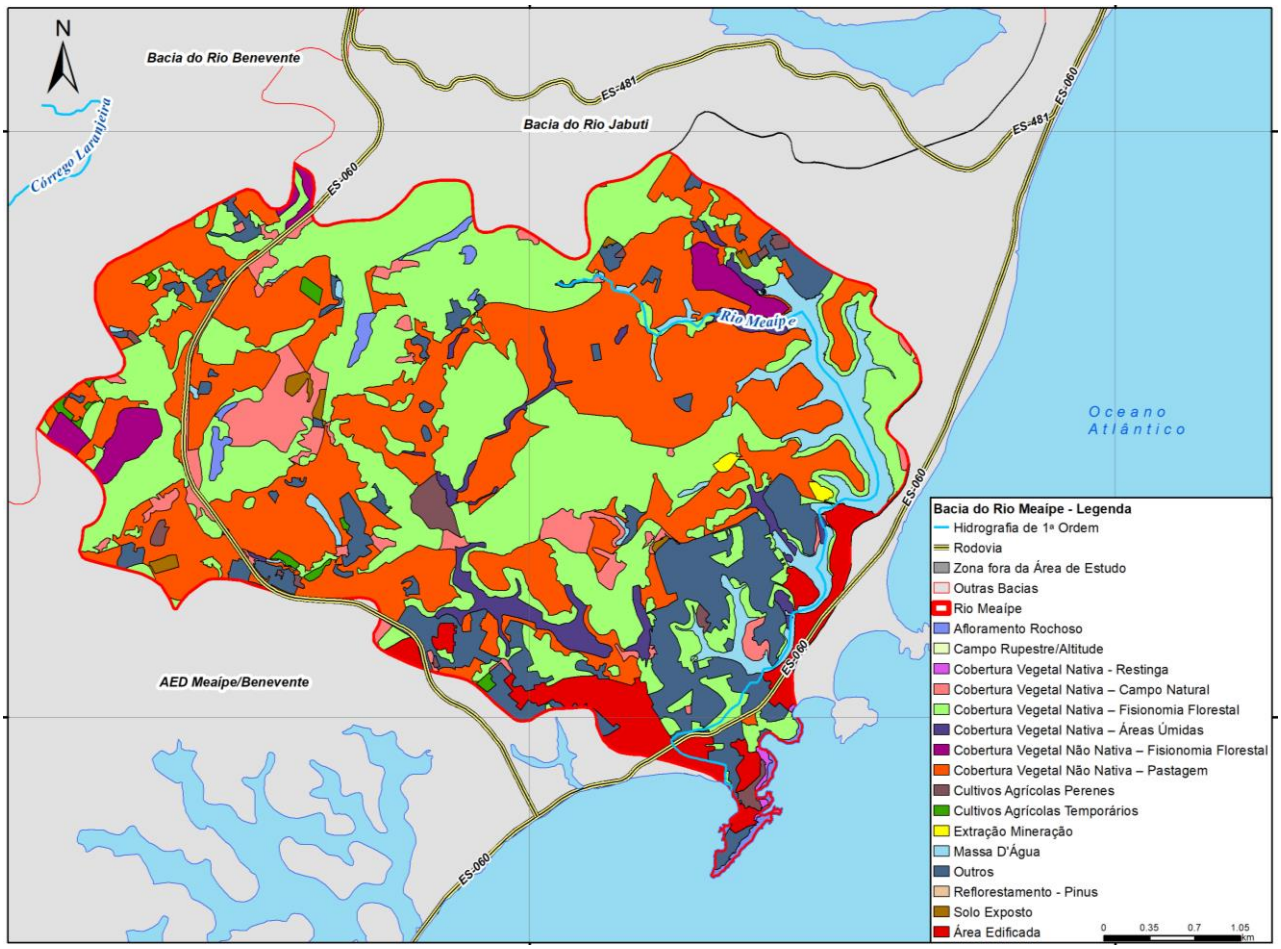
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Meaípe (UTAP 29)

A Bacia do Rio Meaípe possui 21,3 km2, sendo que 1,67 km2 (7,84%) são de área urbanizada, abrangendo o município de Guarapari na RMGV.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 184 indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 34,71% (7,39 km2) do território, seguida por 34% (7,24 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa 4,23% (0,90 km2) do território da bacia (UTAP29). Os dados podem ser observados no quadro 102 e na Figura 185.

Figura 184 – Bacia do Rio Meaípe (UTAP 29).



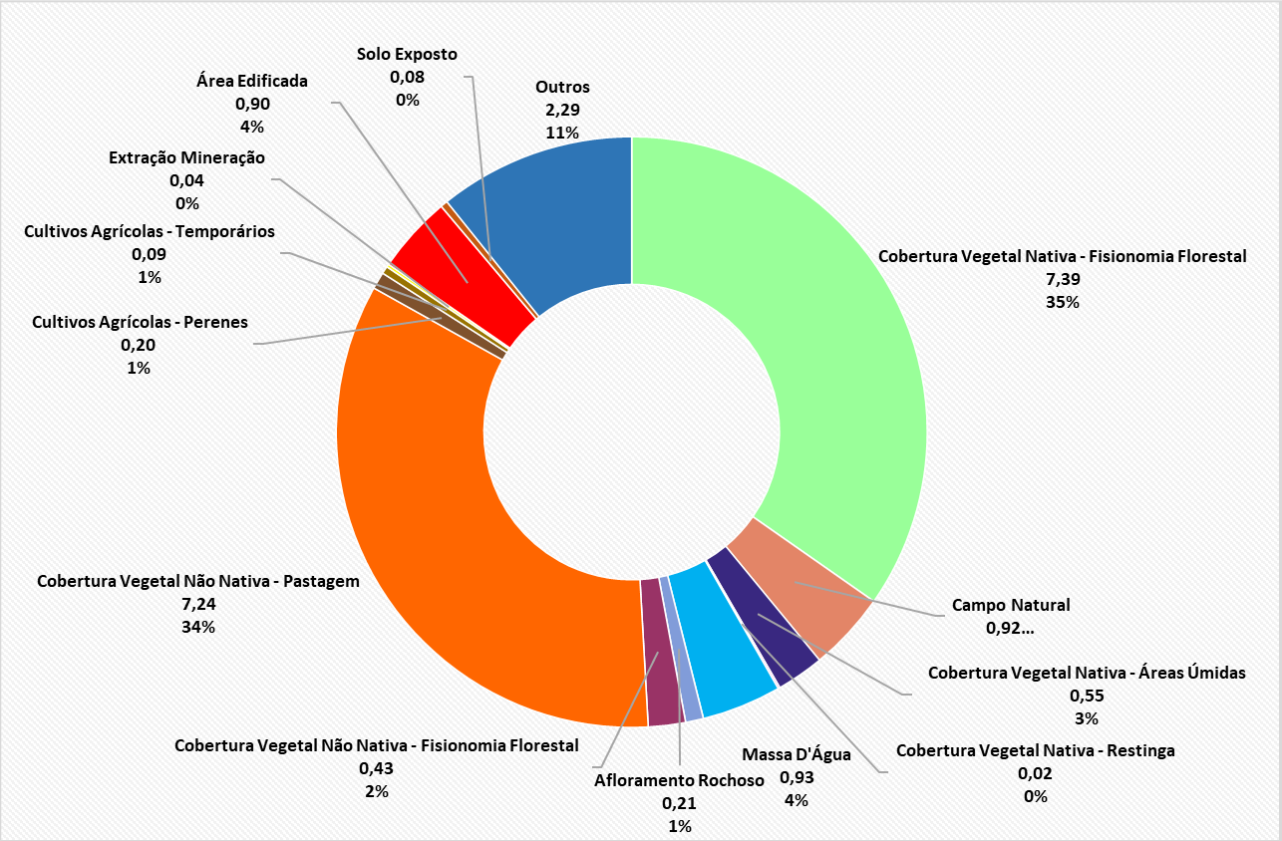
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 102 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 29.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	7,39	10,03	47,08%
	Campo Natural	0,92		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,55		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,02		
	Massa D'Água	0,93		
	Afloramento Rochoso	0,21		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,43	11,27	52,92%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	7,24		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,20		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,09		
	Extração Mineração	0,04		
	Área Edificada	0,90		
	Solo Exposto	0,08		
	Outros	2,29		
	Total	21,30		100,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 185 – Bacia do Rio Meaípe (UTAP 29).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Meaípe/Benevente (UTAP 30)

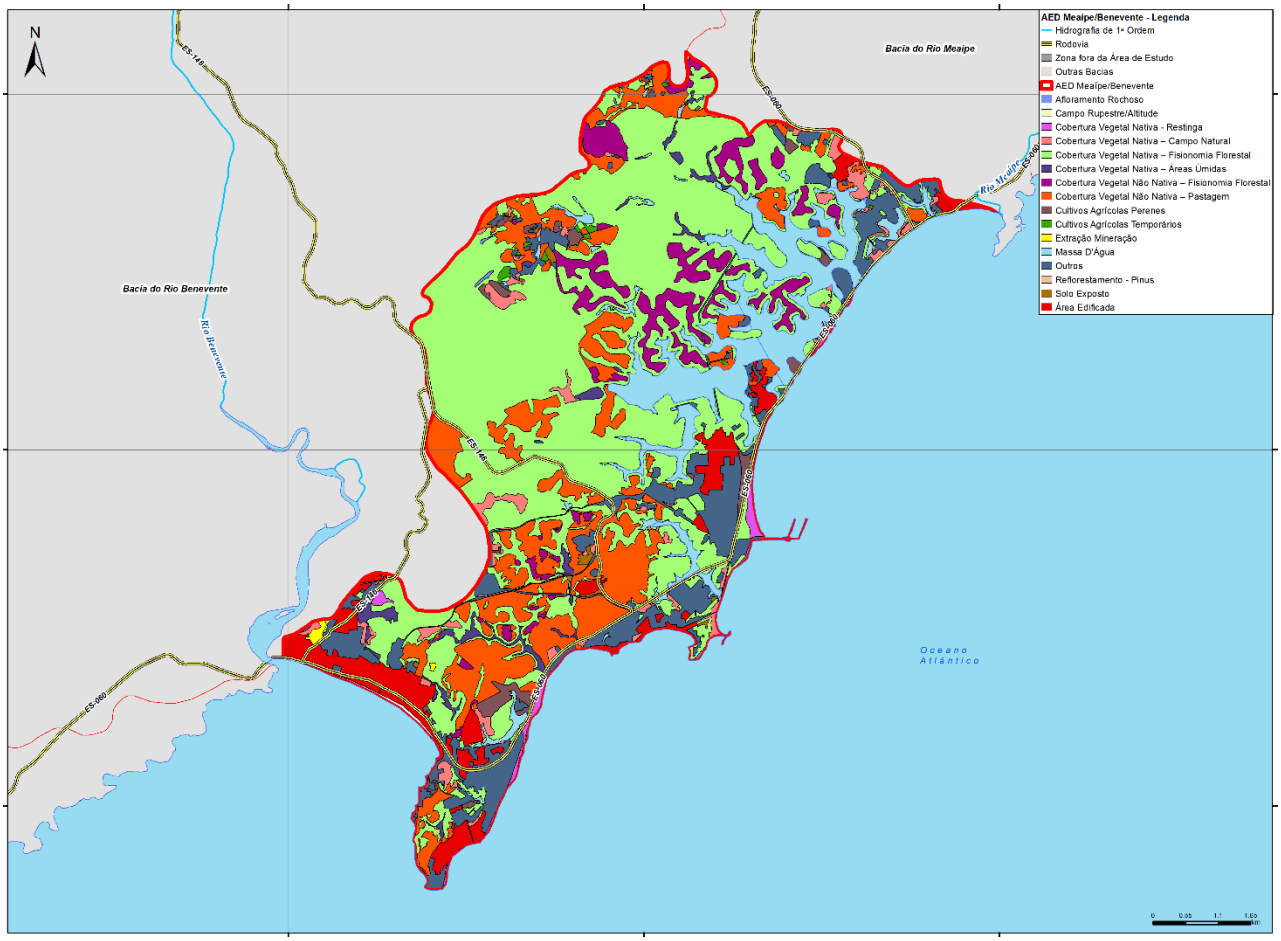
A AED Meaípe/Benevente possui 61,74 km2, sendo que 6,18 km2 (10%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Fundão, Santa Leopoldina*, Santa Maria de Jetibá*, Santa Teresa*, Serra.

A porção da UTAP1 contida na RMGV é de 12,9 km2 (20,8%), sendo que 6,18 km2 (47,9%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 186, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 45,26% (27,94 km2) do território, seguida por 15,87% (9,79 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa 5,41% (3,33 km2) do território da bacia (UTAP30). Os dados podem ser observados no quadro 103 e na Figura 187.

Em relação a porção da UTAP30 inserida na RMGV, a área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 40,59% (5,23 km2) do território, seguida por 8,21% (1,05 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem. A “área edificada” representa 1,89% (0,24 km2) da porção da UTAP30 no território da RMGV (ver quadro 103 e na Figura 187).

Figura 186 – AED Meaípe/Benevente (UTAP 30).



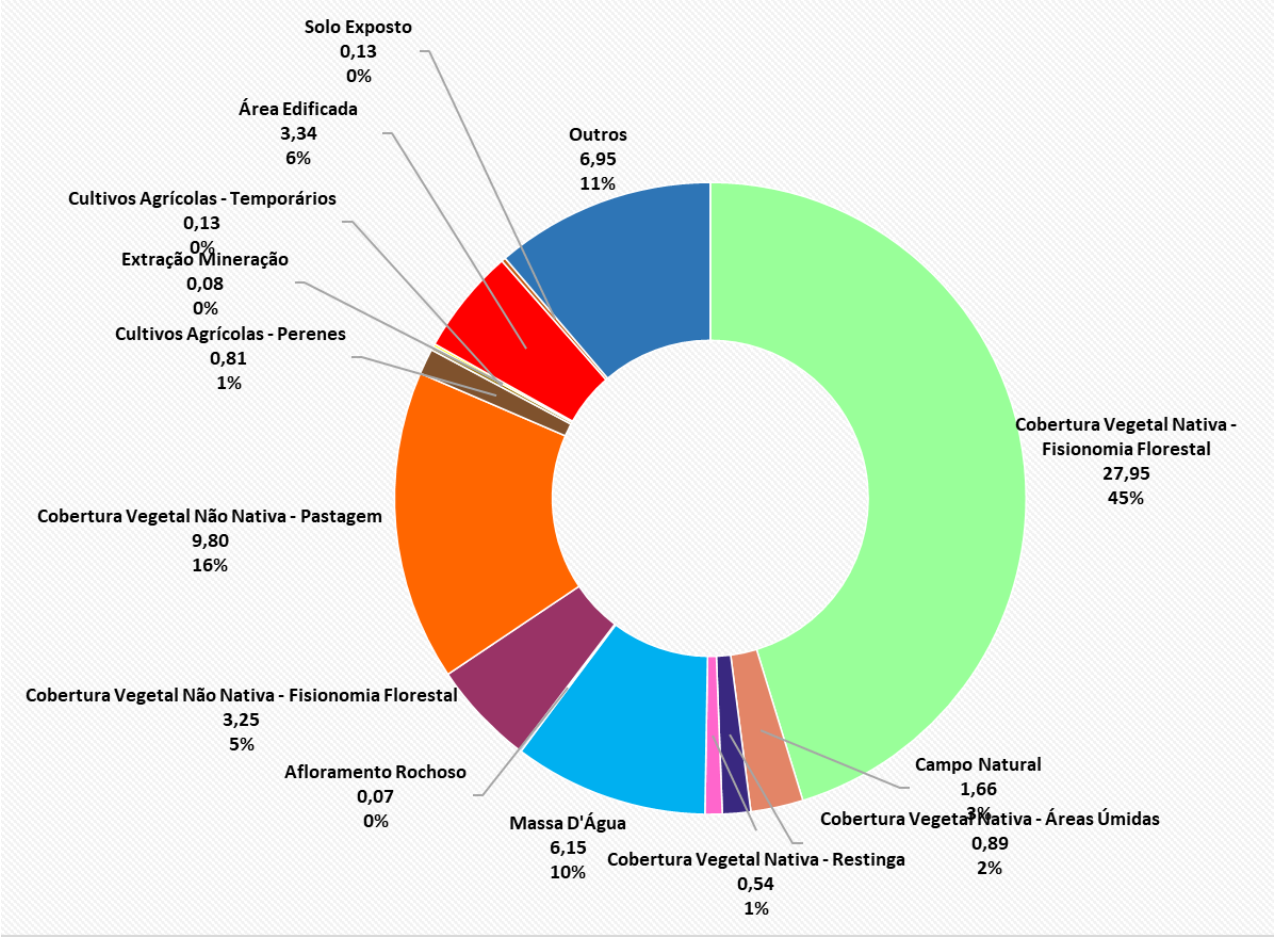
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Quadro 103 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 30

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	27,95	37,26	60,34%	5,24	3,83	29,72%
	Campo Natural	1,66			0,48		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,89			0,19		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	0,54			0,11		
	Massa D'Água	6,15			3,06		
	Afloramento Rochoso	0,07			0,01		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	3,25	24,48	39,66%	1,00	3,83	29,69%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	9,80			1,06		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,81			0,13		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,13			0,01		
	Extração Mineração	0,08			0,00		
	Área Edificada	3,34			0,24		
	Solo Exposto	0,13			0,01		
	Outros	6,95			1,37		
	Total	61,74		100,00%	12,90		59,41%

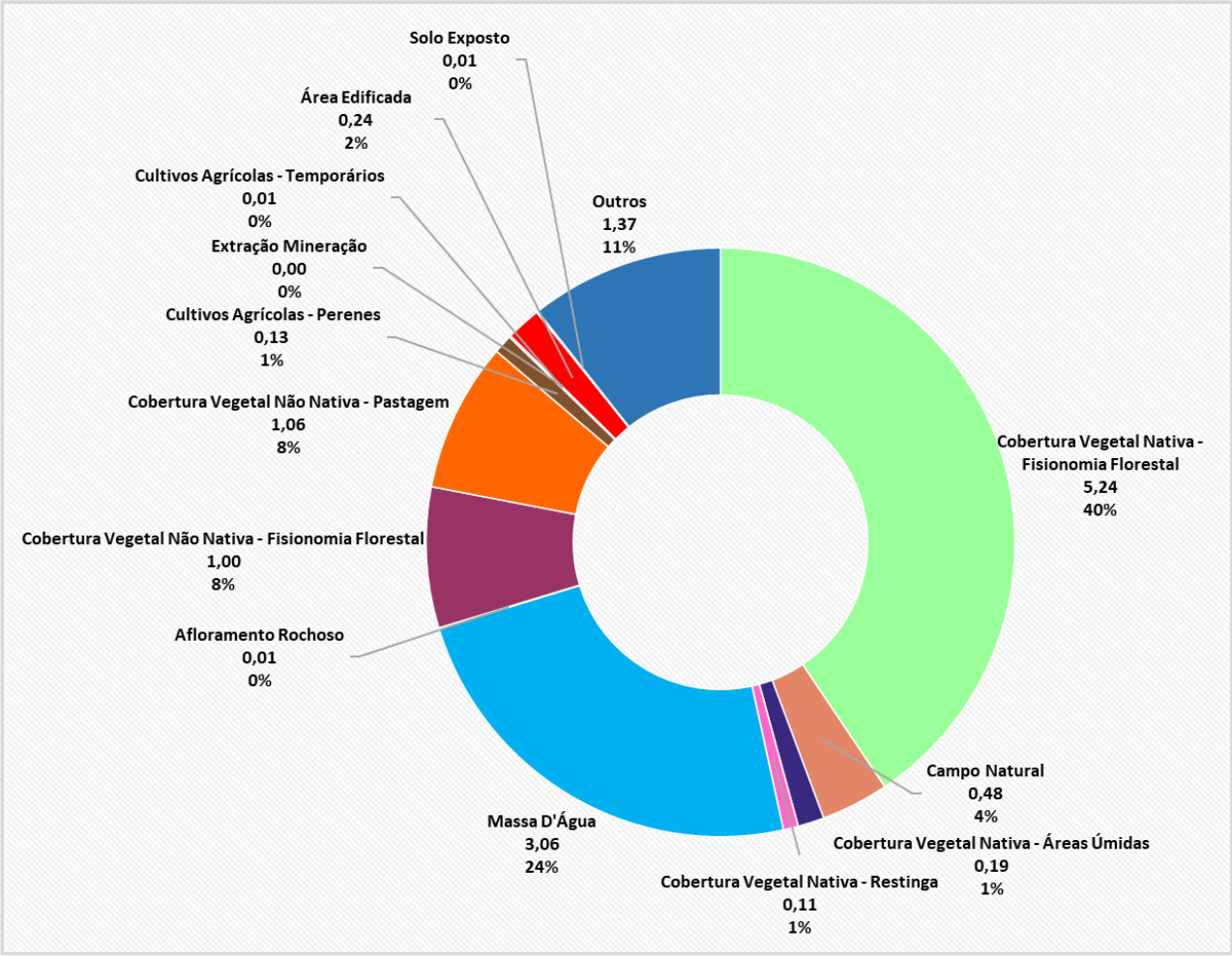
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 187 – AED Meaípe/Benevente (UTAP 30).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 188 – AED Meaípe/Benevente (UTAP 30) porção inserida na RMGV.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Bacia do Rio Benevente (UTAP 31)

A Bacia do Rio Benevente possui 1.091,77 km2, sendo que 1,90 km2 (0,17%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Alfredo Chaves, Anchieta , Domingos Martins, Guarapari, Iconha, Marechal Floriano, Vargem Alta.

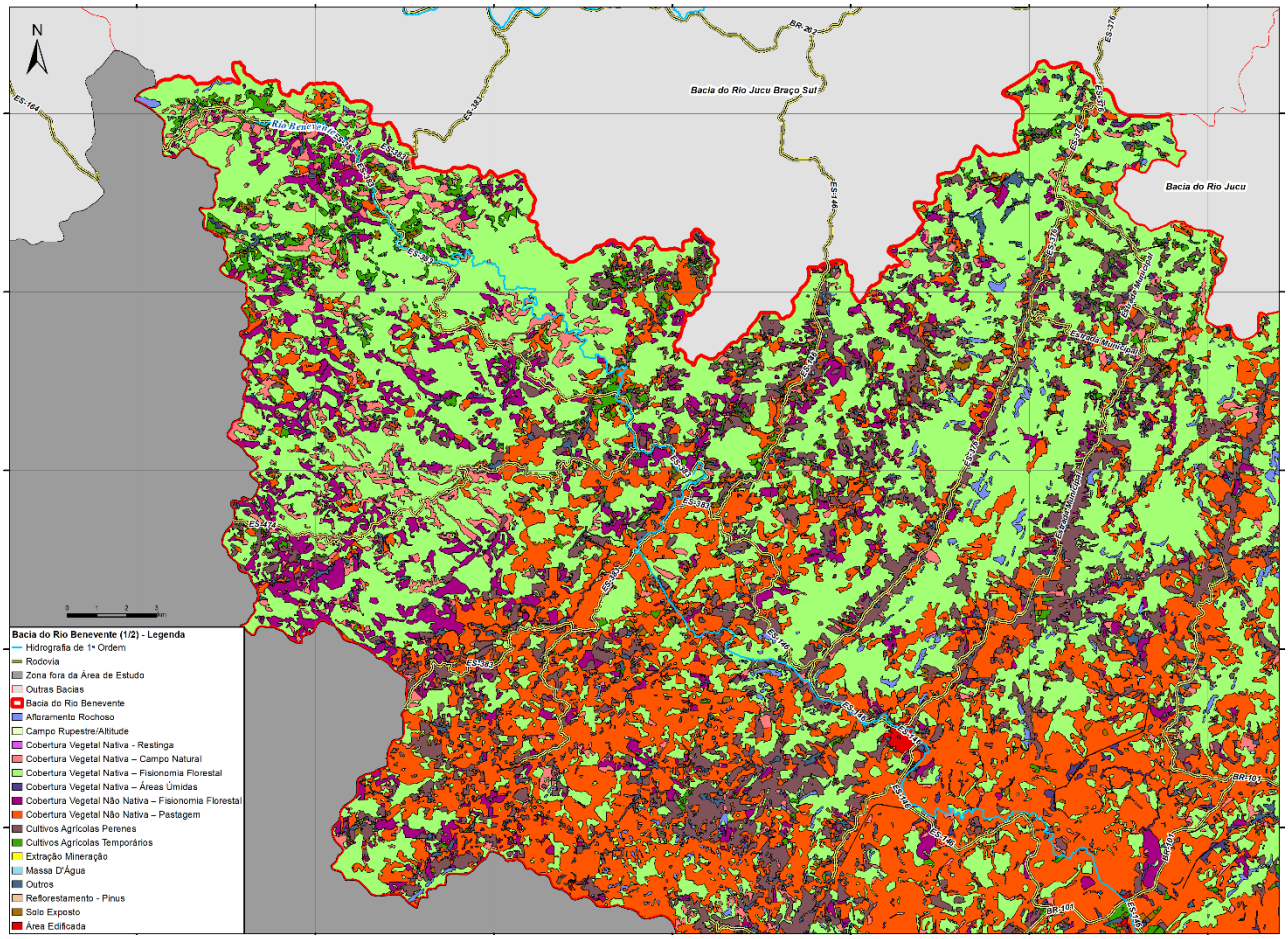
A porção da UTA31 contida na RMGV é de 136,64 km2 (12,51%), sendo que 1,89 km2 (0,17%) é de área urbanizada.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 189, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 37,91% (413,85 km2) do território, seguida por 33,78% (368,79 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada”

representa 0,18% (0,2 km2) do território da bacia (UTAP31). Os dados podem ser observados no quadro 104 e na Figura 191.

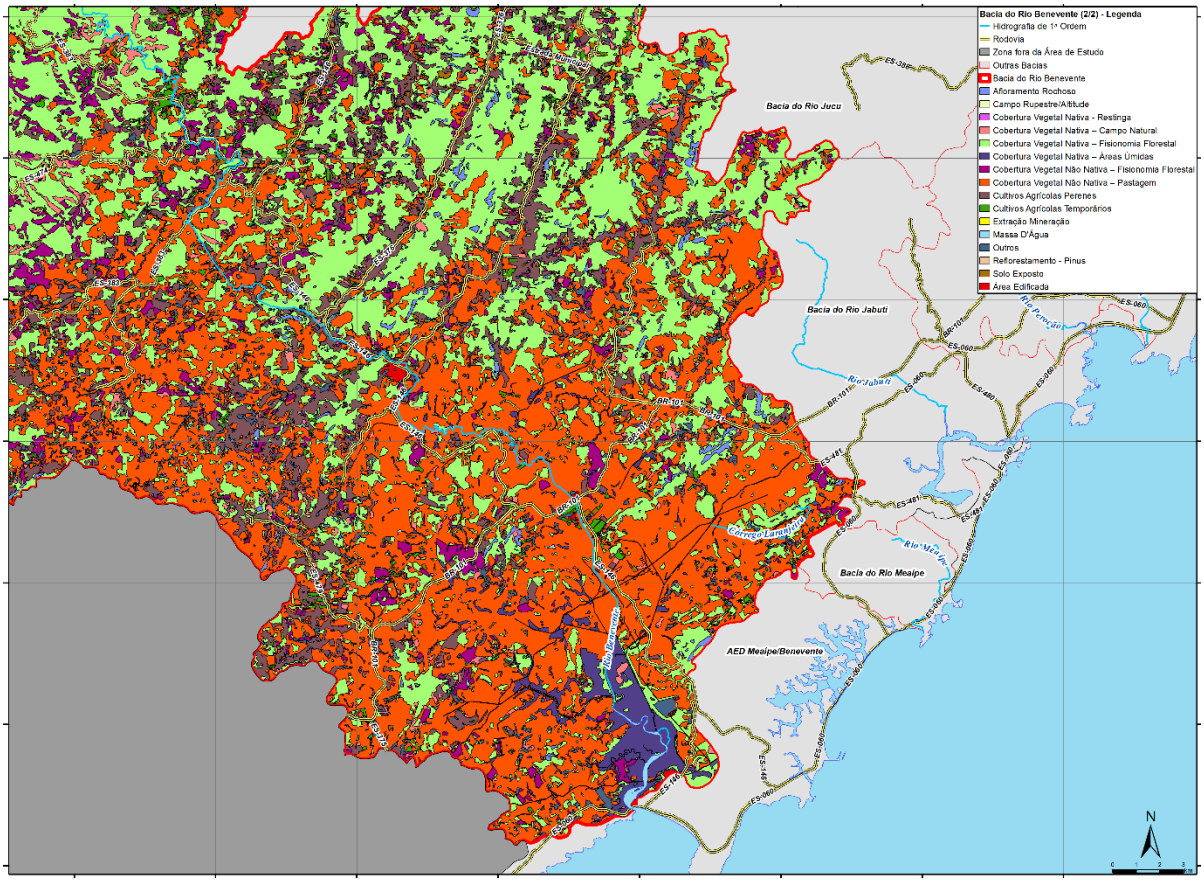
Em relação a porção da UTAP31 inserida na RMGV, a área de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal” de 46,05% (62,92 km2) do território, seguida por 32,62% (44,57 km2) de “cobertura vegetal não nativa – Pastagem”. A “área edificada” representa apenas 0,09% (0,11 km2) da porção da UTAP31 no território da RMGV (ver quadro 104 e na Figura 192)

Figura 189 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 190 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

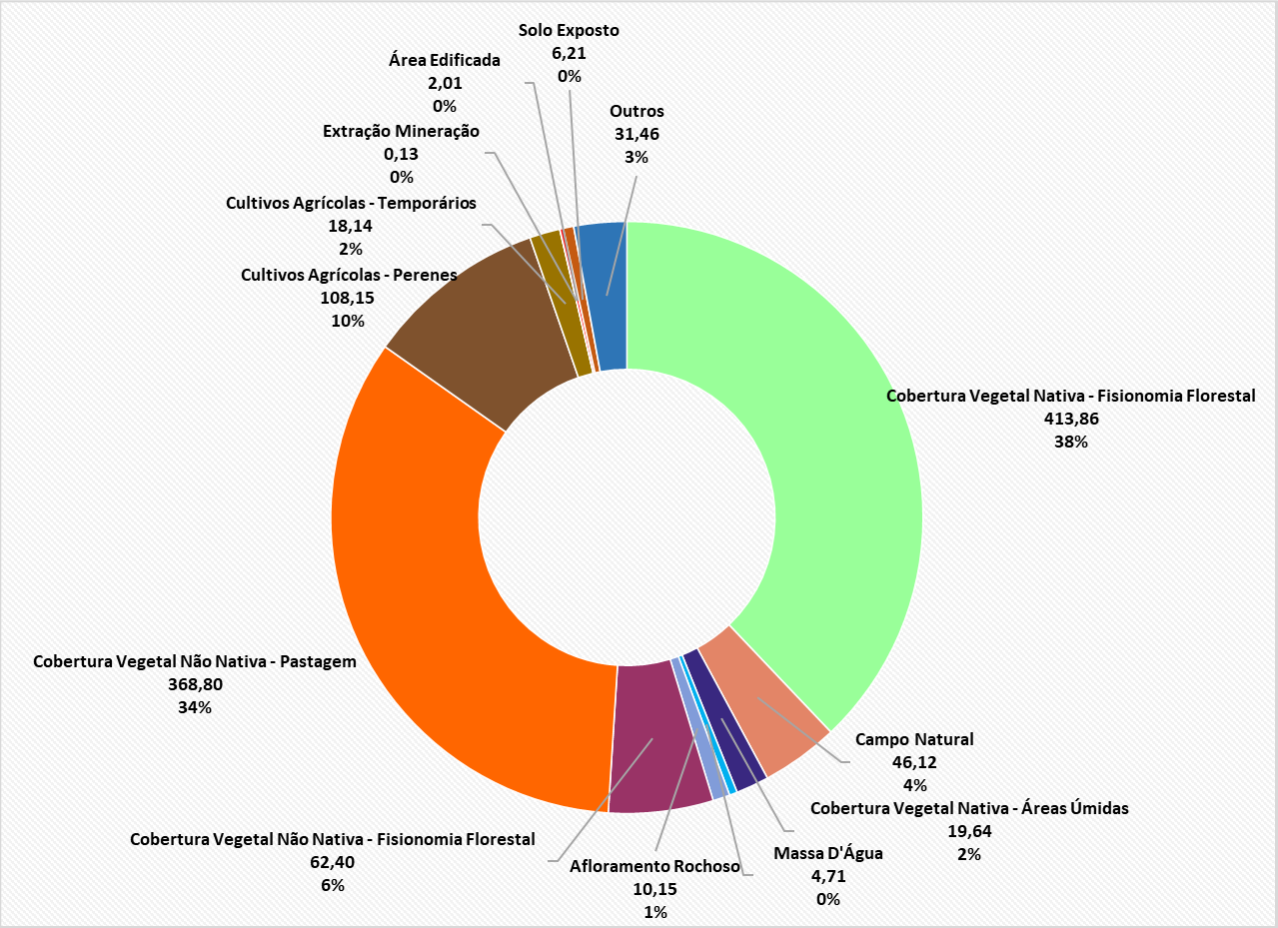
Quadro 104 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 31.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	413,86	494,48	45,29%	62,92	7,75	5,67%
	Campo Natural	46,12			4,49		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	19,64			0,63		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-			-		
	Massa D'Água	4,71			0,32		

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP			Porção da UTAP inserida na RMGV		
		Área em km²		%	Área em km²		%
	Afloramento Rochoso	10,15			2,31		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	62,40	597,29	54,71%	3,94	65,97	48,28%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	368,80			44,57		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	108,15			11,35		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	18,14			1,45		
	Extração Mineração	0,13			0,00		
	Área Edificada	2,01			0,12		
	Solo Exposto	6,21			0,38		
	Outros	31,46			4,17		
	Total	1091,77		100,00%	136,64		53,95%

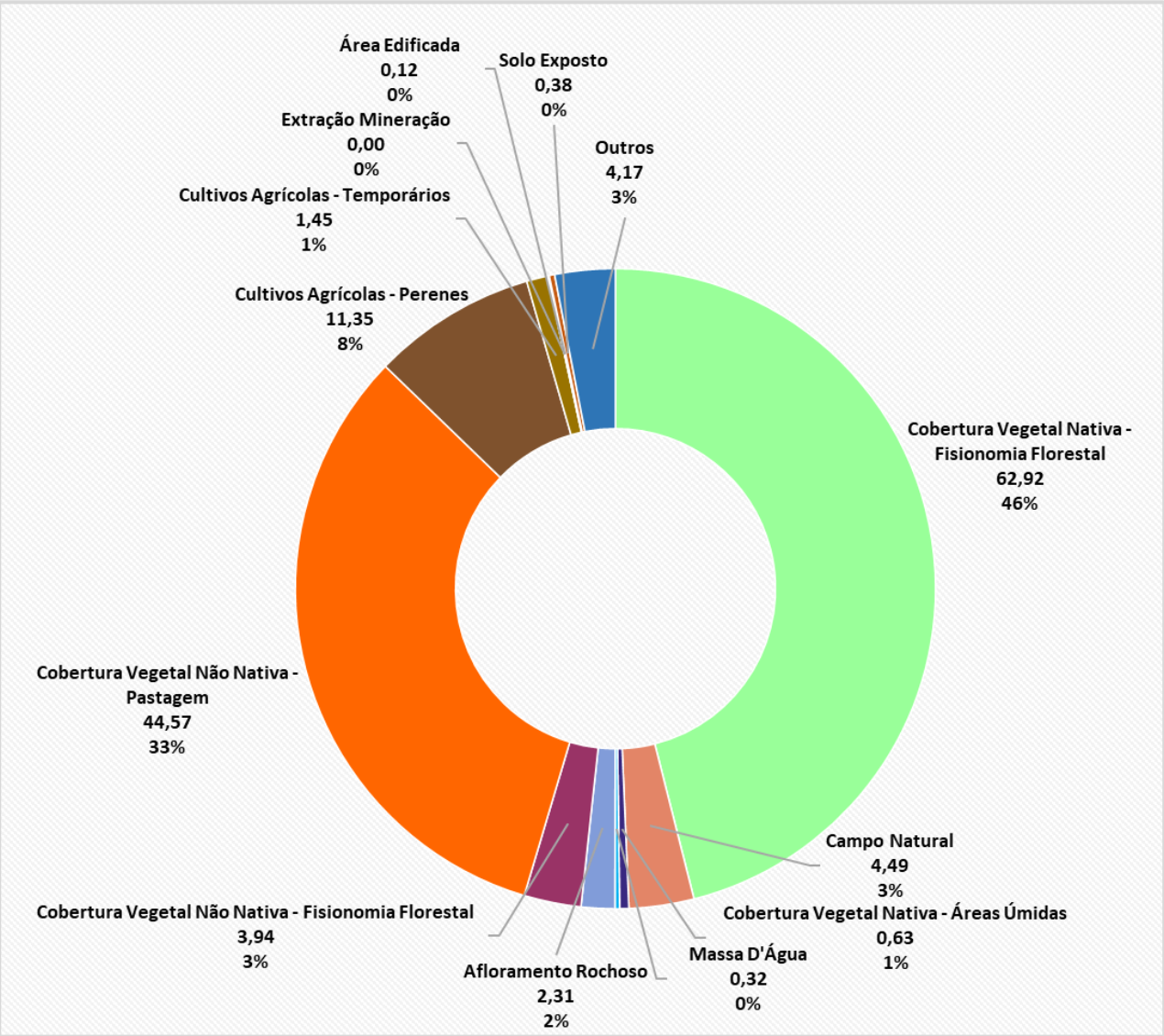
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 191 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 192 – Bacia do Rio Benevente (UTAP 31) porção inserida na RMGV.



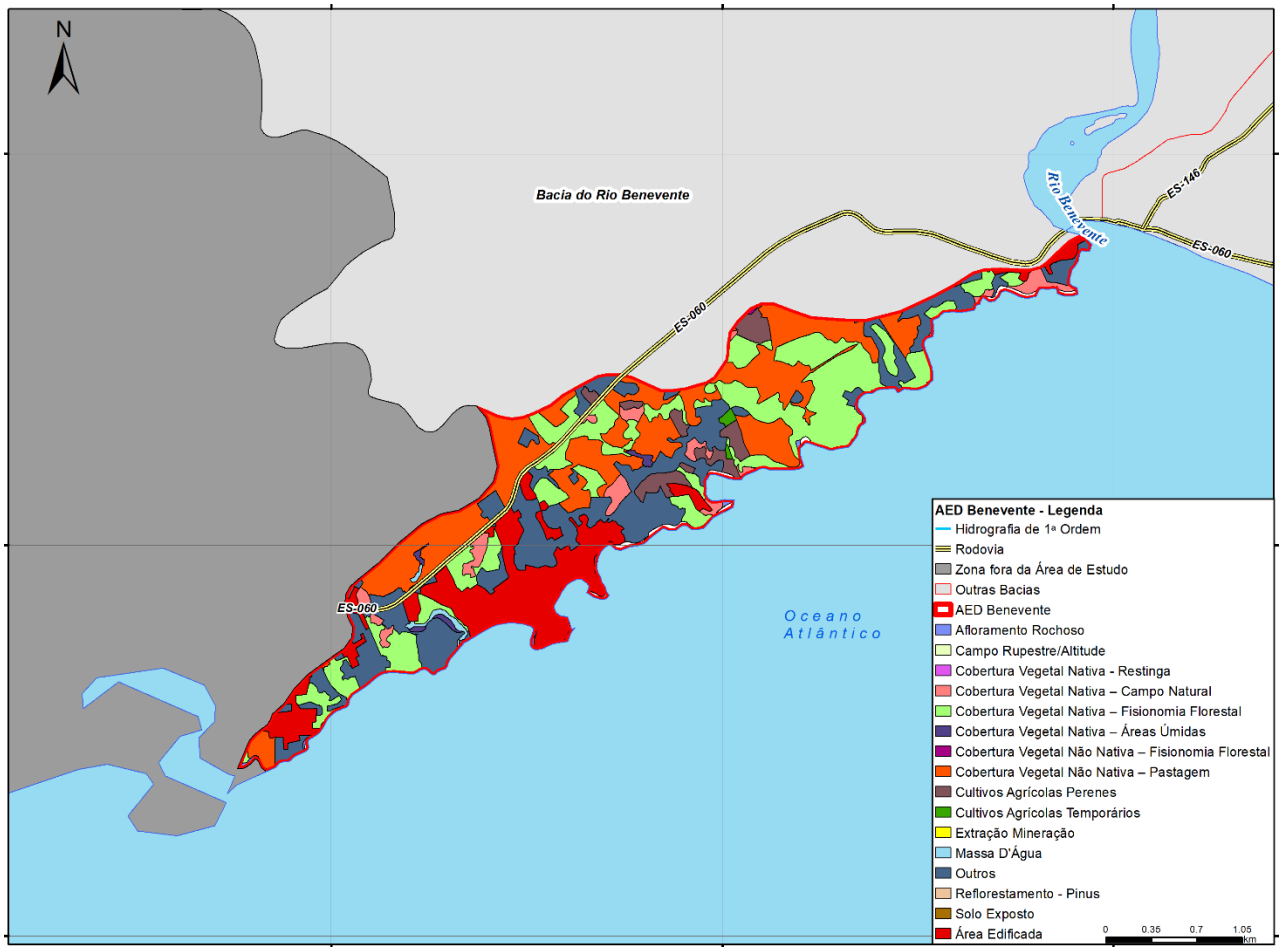
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

AED Benevente (UTAP 32)

A AED Benevente possui 5,67 km2, sendo que 1,29 km2 (22%) são de área urbanizada, abrangendo os municípios de Anchieta e Piúna.

O mapeamento elaborado e apresentado na Figura 193, indica maior representatividade da área de “cobertura vegetal nativa – Pastagem” de 26,44% (1,5 km2) do território, seguida por 24,39% (1,38 km2) de “cobertura vegetal nativa – Fisionomia Florestal”. A “área edificada” representa 15,67% (0,88 km2), somado a “outros” com 24,32% (1,38 km2) do território da bacia (UTAP32). Os dados podem ser observados no quadro 105 e na Figura 194.

Figura 193 – AED Benevente (UTAP 32).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

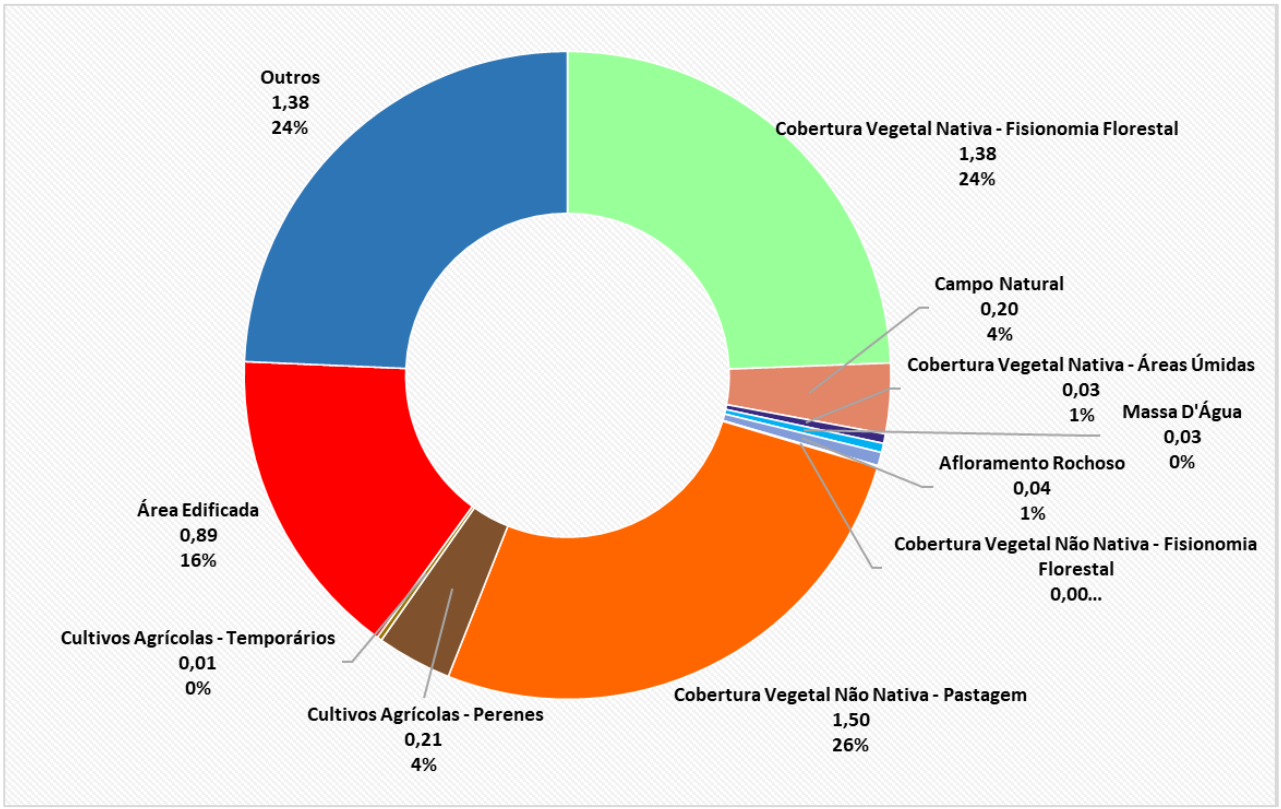
Quadro 105 – Áreas por tipo de uso e ocupação do solo na UTAP 32.

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
Natural	Cobertura Vegetal Nativa - Fisionomia Florestal	1,38	1,67	29,50%
	Campo Natural	0,20		
	Cobertura Vegetal Nativa - Áreas Úmidas	0,03		
	Cobertura Vegetal Nativa - Restinga	-		
	Massa D'Água	0,03		
	Afloramento Rochoso	0,04		
Antrópica	Cobertura Vegetal Não Nativa - Fisionomia Florestal	0,00	4,00	70,50%

Natureza/ Origem	Tipo de Uso e Cobertura da Terra	Total da UTAP		
		Área em km²		%
	Cobertura Vegetal Não Nativa - Pastagem	1,50		
	Cultivos Agrícolas - Perenes	0,21		
	Cultivos Agrícolas - Temporários	0,01		
	Extração Mineração	-		
	Área Edificada	0,89		
	Solo Exposto	-		
	Outros	1,38		
	Total	5,674		100,00%

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 194 – AED Benevente (UTAP 32).



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Considerações sobre usos não conformes na RMGV

As áreas denominadas não conformes no presente estudo são aquelas nas quais o uso e a ocupação do solo não são compatíveis com a função que uma área deve desempenhar especialmente por determinação da legislação ambiental e urbanística.

Para a composição desta análise serão observados os seguintes dispositivos legais:

Quadro 106 – Referências e elementos de análise para identificação de usos não conformes.

Instância Adm.	Dispositivo Legal	Assunto	Itens considerados para identificação de usos não conformes
Federal	Lei nº 12.651/2012	Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos	. Áreas de Preservação Permanente: nascentes e os olhos d'água perenes, cursos d´água perenes e intermitentes, lagos e lagoas naturais, reservatórios d'água artificiais (decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais), encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, restingas, manguezais, bordas dos tabuleiros ou chapadas, topo de morros, montes, montanhas e serras, áreas em altitude superior a 1.800 metros; e, veredas. . Áreas de Uso Restrito
	Lei nº 11.428/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica	. Vegetação Nativa do Bioma Mata Atlântica
Estadual	Lei Complementar Nº 872/2017	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da RMGV	. Macrozonas . Áreas com Restrições à Urbanização (Figura XX) . Outras indicações restritivas à ocupação
		Área de Proteção aos Mananciais	
		Outras indicações restritivas à ocupação	
Municipal		Plano Diretor e/ou Lei de Parcelamento Uso e	. Macrozonas . Zonas de uso e ocupação

Instância Adm.	Dispositivo Legal	Assunto	Itens considerados para identificação de usos não conformes
		Ocupação do Solo	. Outras indicações restritivas à ocupação

Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 195 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's urbanas – usos não conformes por ocupação de assentamento subnormal ao longo das margens do Rio Itanguá no município de Cariacica.

Figura 196 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's urbanas – usos não conformes ao longo do Rio Jacaraípe no Município de Serra.



Fonte: Google Earth, 2020.

Figura 197 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's rurais – usos não conformes por ocupação das margens por pastagens na bacia do Rio Xuri, município de Vila Velha.

Figura 198 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água ocupando as APP's rurais – usos não conformes por ocupação das margens por pastagens e solo exposto e erodido na bacia do Córrego Cachoeira Putiri, município de Serra.



Fonte: Google Earth, 2020

Figura 199 – Exemplos de áreas adjacentes a cursos d'água e manguezal ocupando as APP's urbanas – usos não conformes na bacia do Rio Aribiri no município de Vila Velha.

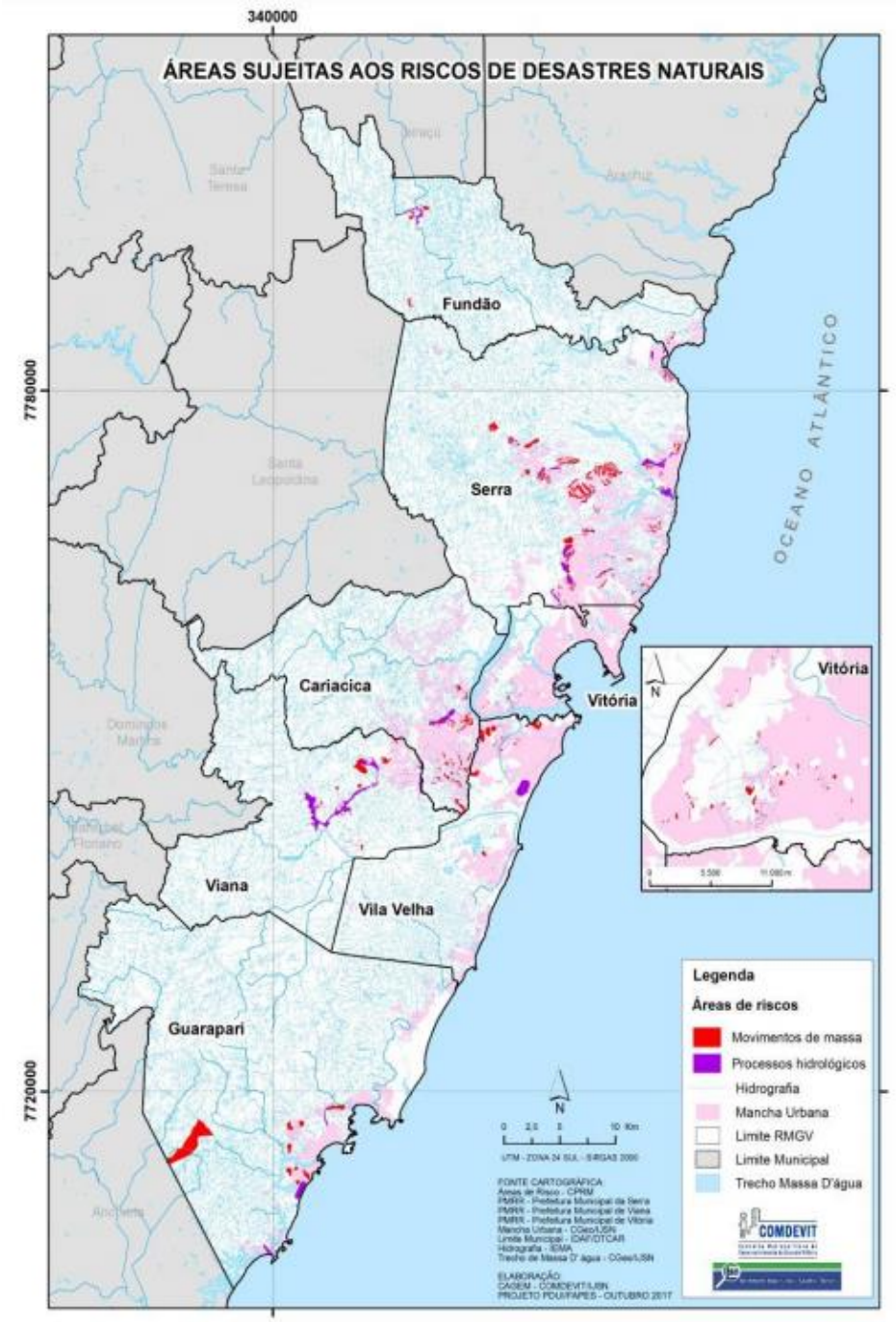
Figura 200 – Exemplos de áreas adjacentes a restinga arbustiva arbórea ocupando a APP urbana – usos não conformes na área de escoamento difuso Jucu/Una, no município de Guarapari.



Fonte: Google Earth, 2020

Adicionalmente às restrições impostas pelos dispositivos legais serão identificadas as não conformidades decorrentes de áreas sujeitas à processos hidrológicos (inundação) - identificadas no diagnóstico de inundações urbanas do presente relatório, e/ou sujeitas a movimentos de massa.

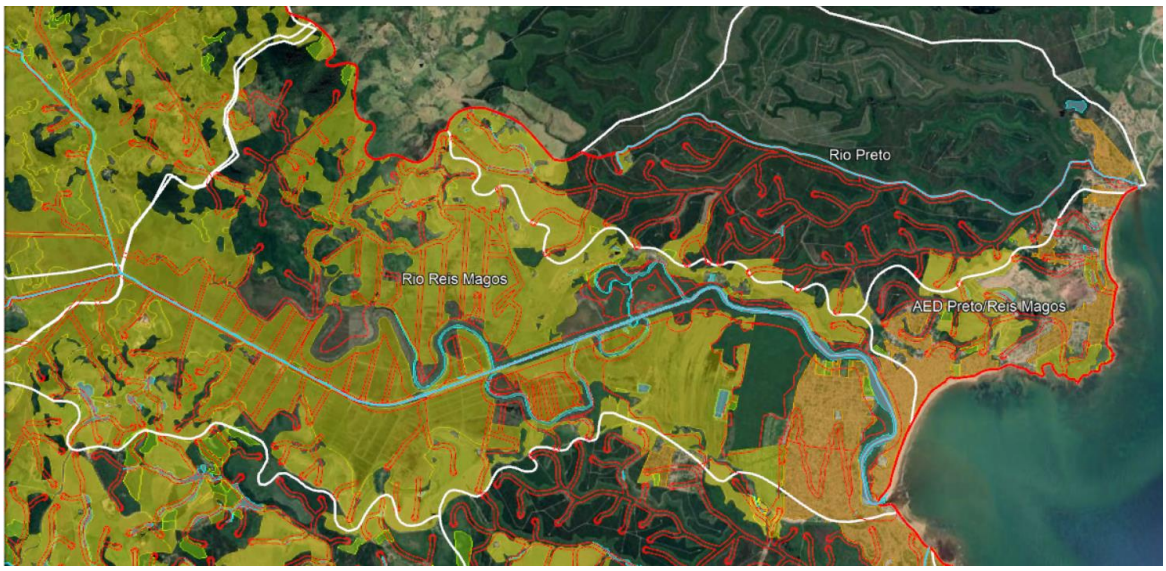
Figura 201 – Áreas Sujeitas aos Riscos de Desastres Naturais na RMGV



Fonte: Lei Complementar n° 872/2017: PDUI da Região Metropolitana da Grande Vitória – Anexo IV – Mapa das Áreas de Risco

As figuras a seguir ilustram situações em que as áreas de preservação permanente de cursos d´água perenes foram indevidamente ocupadas removendo a cobertura vegetal nativa e comprometendo a proteção do solo, a preservação dos recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica das margens, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, e o bem-estar das populações humanas.

Figura 202 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas.



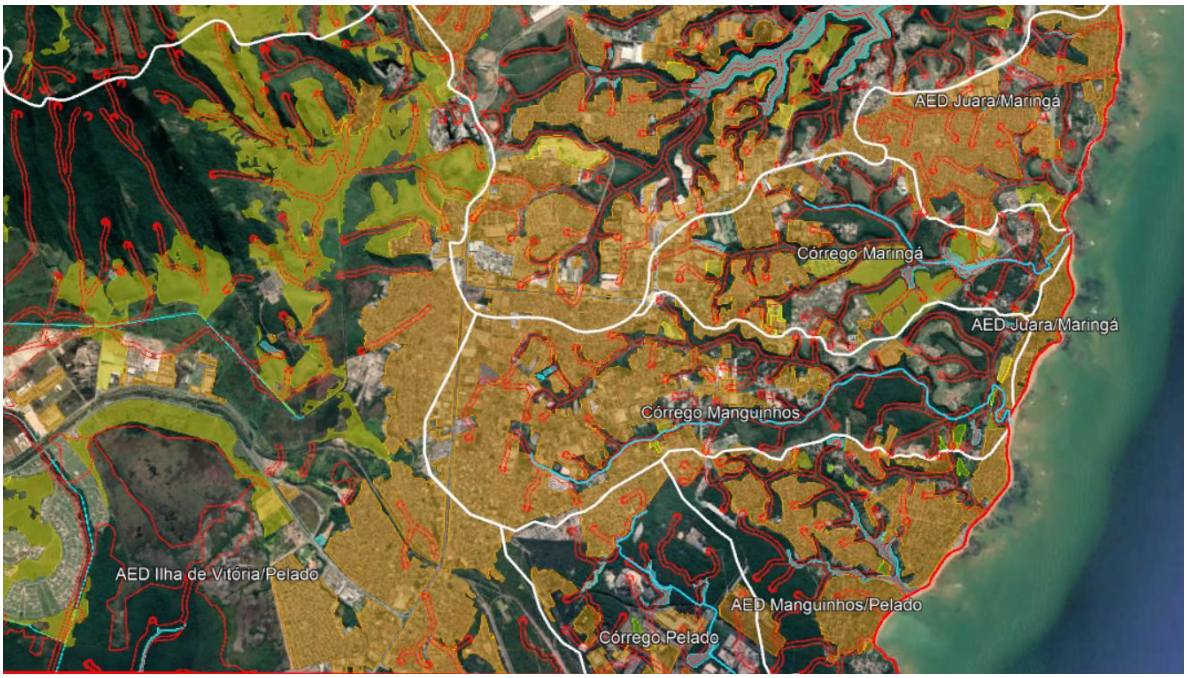
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 203 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 204 – Identificação de usos não conformes em áreas mais urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 205 – Identificação de usos não conformes em áreas mais urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 206 – Identificação de usos não conformes em áreas mais urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 207 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas.



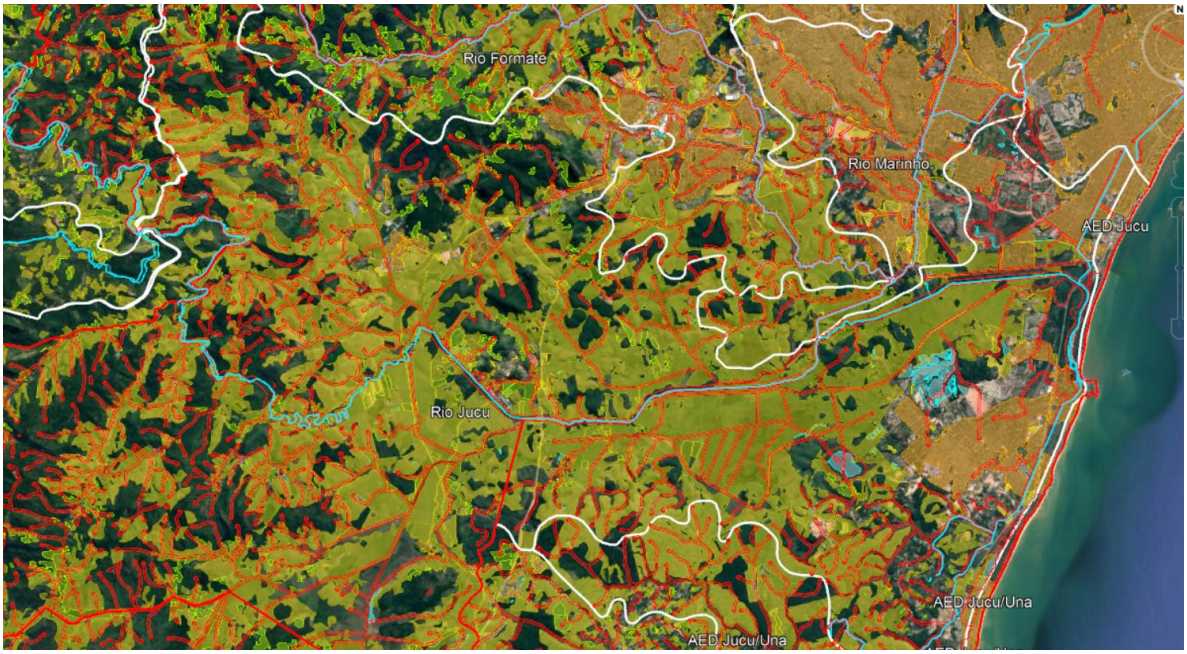
Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 208 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 209 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Figura 210 – Identificação de usos não conformes em áreas rurais e urbanizadas.



Fonte: Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT, 2020

Os dados levantados em relação ao uso e ocupação do solo atual para composição deste produto P4 e a verificação do zonas de uso e ocupação do solo e macrozonas previstas nos Planos Diretores Municipais ou em leis especificas que será objeto do Produto P6. Essa elaboração nos levará a composição de mapeamento temático e será possível fazer a análise das não

conformidades já identificadas na RMGV, principalmente ao longo das APP's nas áreas de abrangência do Plano. Esta análise será subsídio para definição de medidas estruturais e, principalmente, para a definição de medidas não estruturais.

Considerações sobre o Uso e Ocupação do Solo

O cenário atual em relação ao uso e ocupação do solo apontam algumas questões relevantes:

- Percebe-se que o fenômeno urbano do espalhamento urbano e cultivos em áreas rurais tem atingido os fragmentos florestais de cobertura vegetal nativa.
- Há bacias e principalmente áreas de escoamento difuso que possuem áreas de interesse ambiental ocupadas ou sob intensa pressão urbana para ocupação.
- Foram identificados um número crescente de área com solo exposto
- Há muitos vazios urbanos intersticiais e áreas de loteamentos não contíguos as áreas de concentração urbana e eixos de transporte.
- Pode-se verificar áreas de assentamentos precários em locais de fragilidade ambiental e relacionadas às nascentes e elementos de escoamento das águas urbanas
- Há um número significativo de conflitos de usos não conformes em áreas de preservação permanente distribuído nos vários municípios, bacias e AEDs da RMGV

Foram identificadas conflitos e passivos ambientais nas bacias e AEDs (UTAPs da RMGV). Os estudos e análises integradas relacionado ao uso e ocupação do solo, na área das bacias, da RMGV e dos municípios que fazem parte deste território, evidencia grandes desconexões e/ou conflitos em relação aos usos atualmente verificados. Há um processo progressivo de redução dos serviços ambientais relacionados à proteção das águas, do solo e da cobertura florestal e ao uso de práticas inadequadas de uso do solo na região.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é o grande elemento dinâmico da paisagem desde as mais antigas eras geológicas ao moldar o relevo, erodindo algumas áreas e assoreando o material transportado em outras. Quando há bacias hidrográficas de porte, como a do rio Jucu, para efeito de exemplificação para este trabalho, o qual nasce em altitude elevadas na Serra do Mar e vai descendo conforme o relevo, o potencial de moldagem é ainda maior, em função da energia potencial naturalmente disponível. Esse cenário se torna ainda mais complexo quando faz parte dessa dinâmica complexa os efeitos da variação da maré, como ocorre ao longo de toda área objeto deste estudo, com especial atenção para a baía de Vitória e a planície fluviomarinha dos municípios de Cariacica e Vila Velha.

Os leitos e o próprio desenvolvimento dos cursos d'água sofrem contínuas variações, ainda que pouco perceptíveis na escala temporária humana em função desse jogo entre a energia hidráulica dos cursos d'água e as "perdas de carga hidráulica" naturalmente impostas pelas variações da maré, entre outros fatores.

Um cenário complexo em questão dado pelas planícies fluviomarinhas com leitos e respectivos traçados móveis dos cursos d'água, onde qualquer obstáculo transportado como matacões durante as cheias naturais, introduziriam perdas de carga e mudança de leito, meandros se formando, meandros sendo abandonados, inclusive por causa das forças de arraste no próprio leito. Forças que variam, dinâmicas, em função das chuvas que retornam à água para a superfície terrestre, proporcionado cheias naturalmente, inundando extensas áreas das planícies fluviomarinhas, as formando por sedimentação, como a ilha Vitória, Cariacica e Villa Velha, entre outras áreas de escoamento difuso.

Um cenário complexo como se observa no mencionado rio Jucu, no Reis Magos, no Santa Maria da Vitória entre vários outros que nascem na Serra do Mar, passam pelo cone de dejeção e chegam na planície litorânea: leitos móveis, meandros, desembocaduras no mar variáveis pela variação natural das marés e sucessivamente. A vegetação, zona do bioma Mata Atlântica, altera toda essa relação porque faz a interceptação das águas pluviais, diminui sua energia mecânica e facilita a infiltração no solo, principalmente por causa das raízes que tornam o solo mais permeável. Há um efeito de amortecimento e retardamento significativo de forma a que a sua remoção altera profundamente o regime hidrológico.

Na natureza preservada, portanto, a vegetação tem forte influência no ciclo hidrológico e na dinâmica particular na Região Metropolitana de Grande Vitória, seja na região das nascentes, mata atlântica com feições já apontadas anteriormente, seja nos mangues, um jogo muito grande entre vazões dos rios, variações de maré, águas salobras e ecossistema riquíssimo

À dinâmica complexa advinda do relevo, soma-se a da vegetação que foi crescendo e evoluindo em função do clima, da própria água e da riqueza mineral do solo. Por fim, coroando toa essa complexidade, existem todas as atividades humanas.

A vegetação é removida, perde-se o efeito de infiltração e amortecimento das cheias ou esses fatores são muito reduzidos. O solo é ocupado e impermeabilizado nas zonas urbanas e nas rurais, onde há pastagens, o próprio pisoteio o vai compactando, reduzindo sua permeabilidade, logo aumentando o escoamento superficial, tornando as cheias mais frequentes, mesmo para iguais precipitações. O que se observa sobretudo na planície fluviomarinha são ocupações urbanas intensas, solo muito impermeabilizado como na ilha de Vitória e nos municípios de Cariacica e Vila Velha, entre outras ao norte no sentido de Fundão e ao sul, Guarapari.

À complexa dinâmica natural de chuva, solo, vegetação e regime hidrológico, se somaram as ações humanas de impermeabilização e intervenções hidráulicas com as mais diversas finalidades: canalizações como o rio Marinho, canal da Costa, entre outros, diques, barragens de elevação de nível, estações de bombeamento e comportas, entre outros. Numa visão mais ampla e seguindo uma diretriz sistêmica, aparentemente faltou ao longo do tempo intervenções baseadas em forte planejamento técnico, como o objeto deste estudo, para que as decisões se constituíssem em políticas públicas voltadas ao manejo sustentável, consequente e contínuo das águas pluviais, proporcionando um uso mais eficiente dos recursos públicos.

Como superar esse cenário?

O uso de modelos matemáticos de simulação para apoio à tomada de decisão, previsto em contrato, apontando quais medidas estruturais são necessárias para diminuir a frequência de inundações urbanas, é um instrumento necessário. Proposições-modelo para intervenções de microdrenagem urbana em áreas críticas na ilha de Vitória e nas planícies fluviomarinhas urbanas para evitar empoçamentos, também o são.

As medidas não-estruturais comporão o quadro de intervenções e ações necessárias: legislação, preservação e recuperação de áreas sensíveis aos recursos hídricos, planejamento urbano, formas de garantir a sustentabilidade hídrica, parques lineares e climáticos e seguem por aí.

O conjunto de proposições estarão coadunadas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS propostos pela Organização das Nações Unidas, em particular o sexto, saneamento e gestão sustentável da água, décimo primeiro, cidades sustentáveis e décimo terceiro, ação global contra a mudança climática.

Embora o PDAU tenha foco nos aspectos quantitativos dos recursos hídricos, dentro dos limites do Termo de Referência, os aspectos qualitativos também estão sendo abordados porque, por

exemplo a erosão de montante causa alterações da turbidez a jusante, afetando os mananciais que abastecem a RMGV. Assim, a análise neste trabalho é sistêmica, buscando correlações e soluções que considerem os múltiplos aspectos, porque conforme as diretrizes mais atuais, assim como as ODs, tem-se sempre o conceito de “One Water”, ou seja, independentemente da visão e dos usos, é sempre uma mesma água que requer uma gestão cada vez mais apurada, objetivo deste PDAU para a RMGV.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. B. Variação Espacial Longitudinal da Comunidade Fitoplanctônica, Estado Trófico e Variáveis Ambientais de Duas Lagoas Costeiras do Município da Serra/ ES: Lagoa Juara e Lagoa Jacuném. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, Espírito Santo. 2015.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000.

CEPEMAR. Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda. Consolidação dos Encartes 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do Plano de Manejo da APA de Setiba. Relatório Técnico. Setembro, 2007a. Vitória, Espírito Santo.

CEPEMAR. Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda. Consolidação dos Encartes 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do Plano de Manejo do Parque Estadual Paulo Cesar Vinha. Relatório Técnico. Setembro, 2007b. Vitória, Espírito Santo.

CETESB, 1979. Drenagem Urbana: Manual de Projeto. São Paulo, SP. 476 p.

CHOW, Ven Te., 1985. “Open–Channel Hydraulics”. McGraw-Hill International Book Company.

CORTÊS, F, C, 2004, Obtenção e Validação de Modelos de Regionalização de Vazão na Bacia do Rio dos Bois, Estado de Goiás, 2004, 56f, Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004,

COSTA, S. M. A. et al. RBMC em tempo real, via NTRIP, e seus benefícios nos levantamentos RTK e DGPS. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, v. 2, p. 8-11, 2008.

CP+. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Praia Mole, Serra/ES. Serra, Espírito Santo. Setembro, 2011.

CUZZUOL, M G. T.; LIMA, R. N. Análise da sensibilidade física da Área de Proteção Ambiental do Goiapaba-Açú (Fundão-ES): subsídios ao zoneamento ambiental. Natureza on line I (I): p.28-36. 2003.

DAL COL, A. C.; Thomaz, L. D. Florística do Parque Natural Municipal Morro da Pescaria, Guarapari, Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, v. 38, p 238-314. Julho-Setembro de 2016.

DNIT, 2005. Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. Ministério dos Transportes. Publicação IPR – 715.

DNIT, 2006. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários Escopos Básicos/Instruções de Serviço. Ministério dos Transportes. Publicação IPR – 726.

ESPÍRITO SANTO. Decreto n. 2529-R, de 2 de junho de 2010. Institui Corredores Ecológicos Prioritários do Espírito Santo no âmbito do Corredor Central da Mata Atlântica. Diário Oficial dos Poderes do Estado do Espírito Santo, Vitória, ES, 7 jun. 2010, p. 3.

ESPÍRITO SANTO. Decreto n. 2530-R, de 2 de junho de 2010. Identifica Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado. Diário Oficial dos Poderes do Estado do Espírito Santo, Vitória, ES, 7 jun. 2010, p. 5.

ESPÍRITO SANTO. Governo do Estado do Espírito Santo. Manual Operativo do Projeto – MOP – Volume 01. Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem do Estado do Espírito Santo. Banco Mundial. Novembro, 2018.

FRATTOLILO, A. B. R.; FREITAS, D. I. A.; MATTOS, M. C. A dinâmica da paisagem e a percepção ambiental dos habitantes do entorno do Parque Estadual da Fonte Grande – Vitória-Brasil. Observatório Geográfico da América Latina. XV Encuentro de Geógrafos de América Latina. 2011.

FREITAS, M. A. F. d. Etnografia de uma caminhada em meio à paisagem híbrida da ilha. Caderno eletrônico de ciências sociais, Vitória, v. 2, n. 2, p.71-86. 2015

FUNDÃO. Lei nº 1.033, de 10 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a revisão da lei nº 458, de 27 de março de 2007 – Plano Diretor Municipal – PDM, e dá outras providências. Fundão: Câmara Municipal, 2015.

GARBIN, Mário L. et al. Breve histórico e classificação da vegetação capixaba. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.68, n.5, p.1883-1894, dezembro, 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602017000701883&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22 out. 2020.

GUARAPARI. Lei Complementar nº 90, de 11 de novembro de 2016. Dispõe sobre a política de desenvolvimento e ordenamento territorial, institui o plano diretor do município de Guarapari – PDM e dá outras providências. Guarapari: Câmara Municipal, 2016.

HUFF, F. A.; ANGEL, J. R. Rainfall frequency atlas of the Midwest. Bulletin (Illinois State Water Survey) no. 71, 1992

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Guia da biodiversidade marinha da APA Costa das Algas. 2010. Disponível em <https://www1.icmbio.gov.br/apacostadasalgas/images/stories/Guia_editado_Optimized.pdf>. Acesso em 20 out. 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Plano de Manejo da Reserva Biológica Augusto Ruschi. Brasília. Outubro, 2019.

IEMA. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Espécies ameaçadas – lista de espécies ameaçadas de extinção no Espírito Santo. Disponível em < https://iema.es.gov.br/especies-ameacadas>. 2006. Acesso em 16 out. 2020.

IEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Plano de Manejo da Reserva Biológica Duas Bocas. Espírito Santo, 2020.

IJSN. Instituo Jones dos Santos Neves. Plano de desenvolvimento urbano integrado. Região Metropolitana da Grande Vitória. Diagnóstico integrado, v.2. Vitória, Espírito Santo, 2018.

LEUZINGER, M. D.; SANTANA, P. C.; SOUZA, L. R. d. Áreas de proteção ambiental: desafios do desenvolvimento territorial sustentável. Coordenadores, Solange Teles da Silva [et al.]. Brasília: UniCEUB, 2018. 348 p.

LOVATE, T. B. Avaliação Espaço-Temporal do Uso e Cobertura da Terra do Corredor Ecológico Duas Bocas-Mestre Álvaro – ES. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 130. 2015.

MEDEIROS, M. S. Percepções dos moradores no entorno do parque natural municipal Gruta da Onça, Vitória, ES. Monografia – Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. 2016.

MENDONÇA, F., DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo, Oficina de textos, 206p. 2007

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Brasília, Distrito Federal. 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Índice de Prioridade de restauração florestal para segurança hídrica: uma aplicação para as regiões metropolitanas da Mata Atlântica. Brasília, Distrito Federal: MMA, 2017.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Mapa de Vegetação Nativa na Área de Aplicação da Lei nº 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica (ano base 2009). Brasília, Distrito Federal. 2015.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. O corredor central da mata atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade / Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica – Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Conservação Internacional, 2006.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018: Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira ou áreas prioritárias para a biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Distrito Federal, 2018.

NAGHETTINI, M. & PINTO, E.J.A., 2007. Hidrologia Estatística. CPRM.

NARDOTO, C. A. C. Avaliação da Fragilidade da APA Mestre Álvaro – Serra/ES. Vitória, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 89. 2013.

NAVRATIL, O., ALBERT, M-B., HÉROUIN, E. and GRESILLON, J-M., 2006. Determination of Bankfull Discharge Magnitude and Frequency: Comparison of Methods On 16 Gravel-Bed River Reaches. Earth Surface Processes and Landforms. Earth Surf. Process. Landforms 31, 1345–1363 (2006) Published online 3 May 2006 in Wiley InterScience. (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/esp.1337.

PAULO, F. L. F.; RABELLO, H.; FIORESE, C. H. U.; SILVA FILHO, G.; TEIXEIRA, C. C. L.; BINDELI, G. M.. Levantamento de marsupiais e roedores da área de proteção ambiental municipal Tartarugas – Anchieta, ES. Nature and Conservation, v.13, n.2, p.26-37, 2020. Disponível em <DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.002.0003> Acesso em 18 out. 2020.

PETRI, D. J. C.; BERNINI, E,; SOUZA, L. M. d.; REZENDE, C. E. (2011). Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. Biota Neotropica, 11(3), 107-116. Disponível em <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000300009> Acesso em 16 out. 2020.

PINHEIRO, C. A. K.; VALE, C. C. A Compartimentação do Parque Natural Municipal de Jacarenema Segundo a Hierarquia da Paisagem Proposta por Bertrand. Revisa do Departamento de Geografica da USP. Volume Especial – XVII SBGFA / I CNGF p. 38-47. (2017).

PINHEIRO, C. A. L. et al. Flood and erosion potential of the municipal natural park of Jacarenema, Vila Velha-ES. Revista Brasileira de Geografia Física v11, n. 02 p.547-559. (2018).

PRAKASH, A.; HEGGEN, R. J.; PONCE, V. M.; REPLOGLE, J. A.; RIGGS, H. C.; QUIMPO, R. G. Runoff, Streamflow, Reservoir Yield, and Water Quality. In: ASCE, Hydrology Handbook. Second Edition. New York: ASCE, 1996. p. 331-435. (ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice n.º 28).

RBMA. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Anuário Mata Atlântica. Disponível em < http://www.rbma.org.br/anuariomataatlantica/index.php >. Acesso em 16 out. 2020.

RBMA. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Site Oficial. Disponível em <http://www.rbma.org.br/rbma/index_rbma.asp >. Acesso em 16 out. 2020.

RHAMA, 2020. Mapas de Risco de Inundação Nas Cidades da Bacia do Rio Paraopeba – MG. Relatório técnico. RHAMA Consultoria Ambiental Ltda em abril de 2020.

SANTOS, L. B. d. Conflitos e agendas nas trilhas da política ambiental: debates acerca do processo de criação da APA Costa das Algas e do Revis de Santa Cruz – Es. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campo dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 2007.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 10, n. 4, p. 05-18, 2005.

SEAMA. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Atlas da mata atlântica do estado do Espírito Santo: 2007-2008/ 2012-2015 / Sossai, Marcos Franklin (coord.). Cariacia-ES: IEMA, 2018.

SEAMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestas para o Estado do Espírito Santo, 2017. Brasil. 88p.

SEAMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Diagnóstico Socioambiental da Reserva de Desenvolvimento Sustentável – RDS Concha D'Ostra. Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA). Abril, 2012.

SEAMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Enquadramento dos Corpos de Água e Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente. Relatório Síntese. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Comitê das Bacias Hidrográficas da Região do Rio Benevente (CBH Benevente). Lume Estratégia Ambiental. Espírito Santo. Dezembro, 2015.

SEAMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Site Oficial – Programa Reflorestar. Espírito Santo, 2020. Disponível em < https://seama.es.gov.br/programa-reflorestar>. Acesso em 22 out. 2020.

SERRA. Lei º 3.280, de 11 de janeiro de 2012. Dispõe sobre a organização do espaço territorial do município da Serra, conforme determina o disposto no art. 182, da Constituição Federal, e os art. 39, 40, 41, 42 do Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257, de 2001. Serra: Câmara Municipal, 2012.

TOMAZ, P. Infiltração usando o Método do número da curva CN do SCS. Guarulhos/SP: 2011. Disponível em: <www.pliniotomaz.com.br>.

TUCCI, Carlos EM et al. Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3ª edição. Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TULLI. L. M. A. Vulnerabilidade à ação antrópica e uso e ocupação do solo para a estação ecológica municipal Ilha do Lameirão, Vitória-ES. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.

VIANA. Lei nº 2.829, de 27 de dezembro de 2016. Dispõe sobre a Política de Desenvolvimento e Ordenamento Territorial, institui o Plano Diretor Municipal de Viana – PDM e dá outras providências. Viana: Câmara Municipal, 2016.

VILA VELHA. Plano de Manejo da APA da Lagoa Grande. Prefeitura Municipal de Vila Velha. Visão Ambiental Consultoria. 2014. Vila Velha, Espírito Santo.

VITÓRIA. Lei nº 9.271. de 22 de maio de 2018. Aprova o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências. Vitória: Câmara Municipal, 2018.

WALSTRA, L,C,, VAN RIJN, L,C, BLOGG, H, e VAN ORMONDT, M, 2001, Evaluation of a hydrodynamic area model based on the COAST3D data at Teignmouth 1999, Report TR121 - EC MAST Project No, MAS3- 0197-0086, HR Wallingford, UK

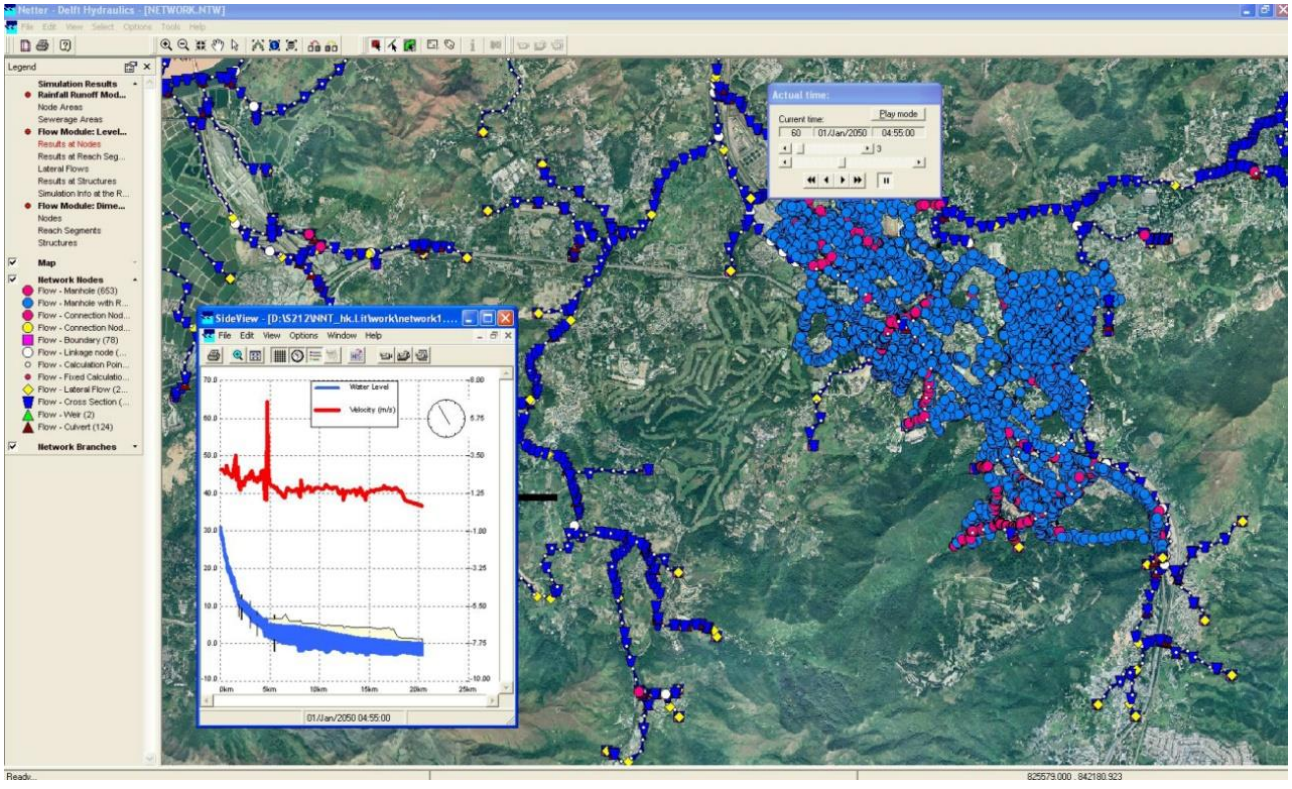
WILLMOTT C,J, 1982, Some comments on the evaluation of model performance, American Meteorological Society Bulletin, 1309-1313,

6. ANEXO A - DESCRIÇÃO DO MODELO SOBEK

Para este estudo, foi utilizado o sistema de modelagem SOBEK, da Deltares, empresa de origem holandesa, que tem desenvolvido e aplicado o sistema ao longo de muitas décadas. O conhecimento sobre a simulação de inundação foi construído na Holanda, como necessidade do país em se proteger rigorosamente de inundações, uma vez que a superfície do país está 60% abaixo do nível médio do mar. Além disso, o país enfrenta ameaças de inundação de bacias hidrográficas a montante, na Alemanha. A Holanda possui hoje, provavelmente, o melhor sistema de proteção contra as inundações em todo o mundo, com níveis de proteção com uma frequência de ocorrência de até uma vez em cada 10.000 anos.

O sistema SOBEK é um pacote de softwares integrados aplicáveis às questões de gerenciamento de águas fluviais em áreas rurais ou urbanas. Ele possui sete diferentes módulos aplicáveis à hidrologia, hidrodinâmica de canais e rios, redes de águas residuais, controle de escoamento, qualidade da água, e previsão de áreas inundáveis. Estes módulos podem ser aplicados de forma independente ou integrados, como mostrado na figura abaixo. Os componentes representam os fenômenos e processos físicos de forma precisa em sistemas unidimensionais (1D) e grades horizontais bidimensionais (2D).

Figura 211 - Exemplo de modelo integrado, Hong Kong.



O sistema foi desenvolvido - e continua em desenvolvimento – por institutos holandeses públicos em conjunto com organizações governamentais, institutos de pesquisa, universidades e consultores privados em todo o mundo.

O conjunto de bibliotecas da simulação hidrodinâmica 1D/2D é o núcleo computacional do SOBEK. Este conjunto de bibliotecas é utilizado em todos os componentes de fluxo (FLOW) dentro do pacote SOBEK e, assim, permite a simulação conjunta de tubulações, rios, canais e fluxos terrestres através de um acoplamento implícito de equações de fluxos 1D e 2D. SOBEK é uma ferramenta indicada para se estudar os efeitos do rompimento de barragens, inundações de rios, rompimentos de diques, inundações urbanas e rurais, etc.

O conjunto de bibliotecas da simulação hidrodinâmica 1D/2D está equipado com um sistema robusto de computação numérica. Ele também garante a conservação de massa, mesmo em caso de transições através de variações bruscas na seção transversal. O conjunto de bibliotecas combina cálculos de fluxo subcrítico e supercrítico, em escalas selecionadas pelo usuário, e lida com canais de inundação e seca, sem o uso de métodos artificiais.

O conjunto de bibliotecas também possui um eficiente algoritmo para soluções numéricas, baseado na melhor combinação entre um solucionador direto de pesquisa de conexão mínima e método de gradiente conjugado. Aplica-se, também, onde for viável, um passo de tempo variável, que otimiza o tempo de processamento computacional.

A dimensão dos modelos no SOBEK é limitada apenas pela capacidade da memória interna do computador utilizado.

O SOBEK permite simular a interação entre a água e seus processos no tempo e no espaço, e consiste de uma série de módulos testados e validados, integrados entre si.

Estes módulos são:

- FLOW 1D Open Water
- FLOW 1D Pipe
- FLOW 2D Overland
- RR (RainfallRunoff) Open water
- WaterQuality 1D/2D/3D
- RTC - Real-time control.

No SOBEK, o escoamento gerado a partir da captação é encaminhado através de tubulações e/ou canais abertos, pelo qual o fluxo é descrito pelas equações de Saint Venant. Essas equações são resolvidas com base numa formulação de diferenças finitas. Na solução, todos os termos da

equação estão representados em detalhes, incluindo o termo de momentum convectivo. Desta forma, todo comportamento do fluxo nos canais e tubulações são modelados com extrema precisão. O SOBEK também inclui uma grande variedade de descrições de estruturas hidráulicas, permitindo a modelagem de todas as estruturas presentes na região do estudo.

Uma vez que as tubulações e/ou canais abertos ficam sobrecarregados, durante eventos de tempestades, a água passa a fluir automaticamente em planícies de inundação, fenômeno representado pelo domínio bidimensional (2D) de modelagem do SOBEK. Para este domínio, utilizam-se as equações da continuidade e do momento, integradas verticalmente, resolvidas através de esquemas numéricos implícitos. O acoplamento entre os módulos 1D e 2D é feito automaticamente pelo SOBEK. A forma de acoplamento pode ser comparada com um sistema GIS, onde uma camada 1D do modelo é combinada a camada 2D.

O SOBEK é baseado em algoritmos numéricos robustos, o que torna mais fácil e eficiente no seu uso. Em primeiro lugar, a precisão é baseada na utilização de esquemas implícitos de diferenças finitas. No entanto, isso por si só não conduz a métodos numéricos robustos. O SOBEK também usa um rigoroso controle de volume, junto a controladores de passo de tempo, que são parcialmente baseados no princípio que os níveis de água não podem cair abaixo dos níveis do leito do canal.

Todas as equações utilizadas no SOBEK são resolvidas simultaneamente através de um algoritmo muito eficiente. Em primeiro lugar, todas as equações são aproximadas por uma solução direta, que é uma forma otimizada do método de eliminação de Gauss. Posteriormente, o sistema parcialmente reduzido de equações é resolvido pela técnica do gradiente conjugado. Esta combinação de soluções leva a uma maneira extremamente precisa, robusta e eficiente do processo de integração de simulações de inundações 1D e 2D.

Para o pós-processamento, o SOBEK possui diversas opções para geração de séries temporais de níveis de água, descargas e velocidades de fluxo, a visão lateral do nível das águas do canal, animações de inundação durante eventos de tempestade e mapas de inundações. Estes mapas de inundação podem ser usados para definir os danos em áreas urbanas, bem como avaliar os riscos de inundação nas mesmas. Esses resultados constituem a base para a priorização de opções de gestão de inundações, tais como elevar as paredes laterais, aumentar os níveis de talude, aumentar a capacidade de transporte de tubos de drenagem, aprofundamento dos canais de drenagem, melhoria da gestão das bacias de retenção existentes e/ou a construção de novas bacias de retenção, etc.

O SOBEK foi utilizado na modelagem de simulação de inundações em muitas aplicações no mundo, em países como EUA, Austrália, Holanda, Alemanha, Espanha, Portugal, Itália, Polônia, Áustria, China, Taiwan, Cingapura, Hong Kong, Indonésia, Paquistão, Tailândia, Brasil, entre outros.

Equações 1D

O uso de modelos unidimensionais (1D) para a simulação de inundações, assume que este fenômeno pode ser descrito como um escoamento instável em uma dimensão espacial. Nesta abordagem assume-se que, a enchente e/ou inundação, são corretamente definidas pelas variáveis dependentes vazão (Q) e nível da água (h), em função das variáveis independentes tempo (t) e espaço (x).

As suposições básicas e/ou condições limitantes são:

- a vazão é definida como o integral dos vetores velocidade numa seção transversal, perpendicular ao eixo X, ao longo do rio (canal), e perpendicular aos vetores de velocidade na planície de inundação;
- o nível de água é constante ao longo da seção transversal. Isto implica que em qualquer momento o nível da água em todos os pontos ao longo de uma dada seção transversal deve subir ou descer ao mesmo tempo. Esta suposição é geralmente justificada quando as larguras de rio e planície de inundação são da mesma escala e livre de obstáculos como diques naturais ou aterros;
- a inclinação do nível de água ou gradiente na direção x é constante ao longo da seção transversal. Contudo, nos casos em que esta condição não é satisfeita, fatores de correção podem ser aplicados para reduzir significativamente os erros nos parâmetros do modelo.

A análise quantitativa das duas variáveis, Q e h, requer um sistema de duas equações independentes. Normalmente, as seguintes equações são usadas:

- a equação de continuidade: baseada na conservação de massa (se o fluido é incompressível, conserva também o volume) dentro de um dado volume de controle definido entre dois pontos sucessivos ao longo do eixo do canal;
- a equação de momentum: baseia-se no Princípio de Conservação da Quantidade de Movimento o qual considera o efeito dos impulsos gerados por forças que agem sobre a água contida no volume de controle.

Fazendo, ainda, as seguintes suposições:

- a distribuição da pressão na vertical é hidrostática;
- a resistência para escoamento constante é também aplicável para escoamento instável;
- a declividade do fundo é pouco íngreme, de modo que o cosseno do declive pode ser substituído por 1 (um).

De Saint Venant (1871) derivou as seguintes equações (apresentadas aqui em uma forma ligeiramente adaptada):

$$\frac{\partial A_t}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_{lat} \quad (1)$$

$$\frac{1}{gA}\left\{\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A}\right)\right\} + \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{Q|Q|}{K^2} = 0 \quad (2)$$

Nas equações acima:

A_t é a área da seção transversal em (m^2) para um dado volume de controle;

t é o tempo em (s);

Q é a vazão em (m^3/s);

x é a posição ao longo do eixo do canal em (m);

q_{lat} é a vazão lateral por unidade de comprimento do canal (m^2/s);

A da seção transversal em (m^2),

ζ é o nível da água em (m) acima de um plano de referência horizontal.

K é o "*conveyance*" do canal em (m^3/s).

"conveyance" (K) do canal é uma medida da capacidade de transporte do canal.

K é dado por:

$$K = AC\sqrt{R}$$

C é o coeficiente de Chezy, A área molhada e R raio hidráulico.

O primeiro termo da equação (1) considera (explica) a taxa de variação de volume armazenado ao longo de um comprimento unitário do canal. O segundo termo representa a velocidade com que a vazão muda ao longo do canal por unidade de tempo. O termo no lado direito representa o efeito de escoamento lateral, por unidade de tempo e de comprimento para dentro do canal.

A Equação 2 é a equação de momentum que foi simplificada, dividindo todos os termos por uma densidade, assumida como constante. Na sua forma original, o primeiro termo representa a variação da quantidade de movimento, num volume de unidade de comprimento do canal de controle e reflete a inércia da massa de água presente no volume de controle. O segundo termo é chamado de termo

impulso convectivo e reflete o equilíbrio da força que flui através de corte a montante e a jusante dos volumes de controle. O terceiro termo combina o efeito dos impulsos gerados por diferenças nas forças de montante e de jusante hidrostáticos (termo) e da pressão hidrostática da gravidade que atua sobre a massa do volume de controlo (termo gravidade). Finalmente, o último, é chamado de termo de atrito e representa o efeito do atrito das paredes do canal.
No SOBEK, as equações de Saint Venant são aplicadas tanto para fluxos de canal aberto quanto para fluxos de tubulação. Para escoamento em dutos fechados, o armazenamento em câmaras de visita é inserido na Equação (1).

Solução numérica para 1D

No SOBEK a solução numérica das equações de Saint Venant é baseada em uma formulação implícita numa malha numérica deslocada. Isto oferece grandes vantagens para a estabilidade numérica e robustez, principalmente através do gerenciador de passo de tempo implementado no algoritmo numérico.

Na grade deslocada as variáveis dependentes Q e ζ são definidas alternadamente nos sucessivos pontos de grade ao longo do eixo-x. Nos regimes denominados não deslocados as variáveis Q e ζ seriam definidas conjuntamente em cada ponto da grade. À primeira vista, esta última definição teria a vantagem de disponibilizar as variáveis nos mesmos pontos ao longo do eixo do canal. Foi demonstrado, no entanto, que a abordagem da malha deslocada oferece vantagens, garantindo a convergência de soluções numéricas e melhorando a capacidade de lidar com as inundações e secagem de seções da grade, como mostrado por Stelling et al. (1998).

A solução numérica das equações de Saint Venant (1) e (2) no SOBEK é baseada em sua forma Euleriana por unidade de largura do canal.

$$\frac{\partial \varsigma}{\partial t} + \frac{\partial (uh)}{\partial x} = 0 \qquad (3)$$

e

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + g\frac{\partial \varsigma}{\partial x} + c_f \frac{u|u|}{h} = 0 \qquad (4)$$

Onde:

Onde ζ é o nível da água definido como $\zeta = h + z_b$, h é a profundidade local em (m) e z_b o nível inferior local (m), u a velocidade do fluxo (m/s) e c_f o coeficiente adimensional de atrito com os contornos.

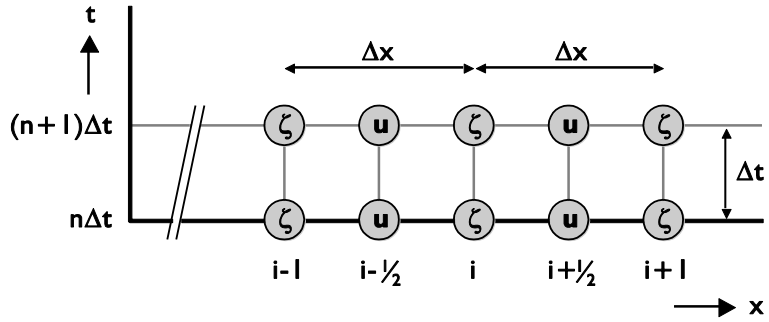


Figura 212 - Grade deslocada para fluxo instável do canal ou fluxo da tubulação.

Referindo-se a Figura acima e a Stelling e Duinmeijer (2003) para mais detalhes, a abordagem de malha deslocada exige que nos pontos de ζ e u, alternativamente, as equações (3) e (4) sejam transformadas em forma de diferenças finitas (ver também Abbott (1979), Cunge et al. (1986), Hirsch (1990) e Toro (1999)). Tomando um ponto de ζ como a única opção viável para a transformação da equação da continuidade, na forma de diferenças finitas, são relacionadas três incógnitas sucessivas, $u_{i-1/2}^{n+1}$, ς_i^{n+1} e $u_{i+1/2}^{n+1}$ definidas no nível de tempo (n +1) Δt para saber os valores no nível de tempo nΔt como:

$$\frac{\varsigma_i^{n+1}-\varsigma_i^n}{\Delta t}+\frac{{}^*h_{i+1/2}^n\,u_{i+1/2}^{n+\theta}-{}^*h_{i-1/2}^n\,u_{i-1/2}^{n+\theta}}{\Delta x}=0 \qquad (5)$$

Onde:

$$u^{n+\theta}=(1-\theta)u^n+\theta u^{n+1} \qquad (6)$$

Sendo:

Δt = passo de tempo ao longo do eixo t (s);

Δx = passo de tempo ao longo do eixo x (m);

n = índice referente ao passo de tempo ao longo de t;

i = índice referente ao passo de tempo ao longo de x

θ = coeficiente, ponderado, do passo de tempo.

O símbolo * na Equação (5) indica que o valor de h neste ponto do grid deve ser aproximado pelo seu valor mais próximo à montante. Para um fluxo de direção positivo, por exemplo, isso significa que hi+½ é aproximado pelo valor de hi.

A Equação (5) pode ser reformulada como:

$$\alpha 1_i \, u_{i-1/2}^{n+1} + \beta 1_i \, \varsigma_i^{n+1} + \gamma 1_i \, u_{i+1/2}^{n+1} = \delta 1_i \tag{7}$$

onde α1i, β1i, γ1i e δ1i são coeficientes do esquema implícito de diferenças finitas lineares.

A Equação (5) pode também ser reescrita para fornecer a escolha do passo de tempo que garanta a cálculo das profundidades positivas, como segue:

$$h_i^{n+1} = \left(1 - u_{i+1/2}^{n+\theta} \frac{\Delta t}{\Delta x}\right) h_i^n + u_{i-1/2}^{n+\theta} \frac{\Delta t}{\Delta x} \, h_{i-1}^n \tag{8}$$

Para:

$$u_{i-1/2}^{n+\theta} \geq 0 \quad and \quad u_{i+1/2}^{n+\theta} \geq 0 \tag{9}$$

A Equação (8) mostra que para valores de velocidade e de profundidades positivas, a condição do Número de Courant:

$$u_{i+1/2}^{n+\theta} \frac{\Delta t}{\Delta x} \leq 1; \quad \text{or} \quad \Delta t \leq \frac{\Delta x}{u_{i+1/2}^{n+\theta}} \tag{10}$$

pode ser aplicada para fornecer uma condição suficiente para obtenção de profundidades positivas em um novo passo de tempo. Isso implica que para a limitação do passo de tempo da Equação (10) os níveis de água recém-calculados nunca podem cair abaixo do fundo do canal. Como consequência, não são necessários segmentos com fundo artificial, ou outros arranjos, para evitar problemas de robustez para pequenas profundidades. Uma condição similar pode ser derivada para direções de fluxo negativas.

Seguindo o mesmo procedimento aplicado à equação da continuidade, a Equação (4), do momento, pode ser agora definida em um ponto de velocidade, pelo método das diferenças finitas:

$$\frac{u_{i+1/2}^{n+1}-u_{i+1/2}^{n}}{\Delta t}+a\left(u^{n},u^{n}\right)+g\frac{\zeta_{i+1}^{n+\theta}-\zeta_{i}^{n+\theta}}{\Delta x}+c_{f}\frac{\left|u_{i+1/2}^{n}\right|u_{i+1/2}^{n+1}}{{}^{*}h_{i+1/2}^{n}}=0 \tag{11}$$

Onde o símbolo * tem o mesmo significado da Equação (5) e $a(u^n,u^n)$ é a generalização da discretização do termo do momento convectivo.

Formulações apropriadas para a (u^n,u^n) seguem a partir de condições físicas, como detalhada por Stelling e Duinmeijer (2003). No artigo é demonstrado que a formulação correta do momento convectivo depende da forma em que a velocidade convectiva do momento é interpolada no grid. Como regra, a discretização é baseada na transformação do termo do momento convectivo em:

$$u\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{1}{h}\left\{\frac{\partial(uq)}{\partial x}-u\frac{\partial q}{\partial x}\right\} \tag{12}$$

e sua discretização

$$u\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{1}{\bar{h}_{i+1/2}}\left(\frac{{}^{*}u_{i+1}\bar{q}_{i+1}-{}^{*}u_{i}\bar{q}_{i}}{\Delta x}-u_{i+1/2}\frac{\bar{q}_{i+1}-\bar{q}_{i}}{\Delta x}\right) \tag{13}$$

Onde,

$$\bar{h}_{i+1/2}=\frac{h_i+h_{i+1}}{2};\quad \bar{q}_i=\frac{q_{i-1/2}+q_{i+1/2}}{2}\quad and\quad q_{i+1/2}={}^{*}h_{i+1/2}u_{i+1/2}$$

Também aqui o valor do *h tem o mesmo significado encontrado na Equação (5). O valor do *ui não é definido nos pontos ζ da grade e é aproximado por um esquema *upwinding* de primeira ordem.

$${}^{*}u_i=u_{i\text{-}1/2},\ if\ \frac{q_{i\text{-}1/2}+q_{i+1/2}}{2}\geq 0\quad and\quad {}^{*}u_i=u_{i+1/2},\ if\ \frac{q_{i\text{-}1/2}+q_{i+1/2}}{2}<0 \tag{14}$$

Para direção positiva do fluxo isso resulta na expressão simplificada

$$u\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{\bar{q}_i}{\bar{h}_{i+1/2}}\left(\frac{u_{i+1/2}-u_{i-1/2}}{\Delta x}\right) \tag{15}$$

Essa aproximação para o momento conservativo é aplicada em casos de variação gradual ou em expansão do fluxo. Citando Stelling e Duinmeijer (2003) novamente, esta expressão não deve ser

utilizada quando existir forte contrações do fluxo, uma vez que o processo irá produzir energia. Neste caso, a equação da conservação de energia deve ser utilizada, dada por:

$$u\frac{\partial u}{\partial x}+g\frac{\partial \varsigma}{\partial x}=g\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{u^2}{2g}+\varsigma\right) \tag{16}$$

e, para valores positivos de u, a discretização *upwind* da equação da conservação de energia

$$u\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{u_{i+1/2}^2-u_{i-1/2}^2}{2\Delta x}=\frac{1}{2}\left(u_{i-1/2}+u_{i+1/2}\right)\left(\frac{u_{i+1/2}-u_{i-1/2}}{\Delta x}\right) \tag{17}$$

Para velocidade de fluxo negativas, esta expressão inteira é deslocada um ponto de grade na direção x positiva. Comparações entre as Equações (15) e (17) permitem concluir que a diferença em se obter a conservação do momento ou da energia está na forma com que a velocidade convectiva do momento é interpolada a partir do campo de fluxos.

Os termos da Equação (11), junto com os da Equação (13) ou (17) podem ser reunidos para formar a relação generalizada

$$\alpha 2_i\,\varsigma_i^{n+1}+\beta 2_i\,u_{i+1/2}^{n+1}+\gamma 2_i\,\varsigma_{i+1}^{n+1}=\delta 2_i \tag{18}$$

Por eliminação sucessiva de todas as equações nos pontos u o conjunto restante é dado por:

$$\alpha_i\,\varsigma_{i-1}^{n+1}+\beta_i\,\varsigma_i^{n+1}+\gamma_i\,\varsigma_{i+1}^{n+1}=\delta_i \tag{19}$$

e é resolvida aplicando-se técnicas de eliminação ou de gradiente conjugado, como será discutido mais adiante.

A discretização numérica possui precisão de segunda ordem para todos os termos das equações de Saint Venant, exceto para o termo do momento convectivo, que tem precisão de primeira ordem. Para várias aplicações práticas, o termo do momento convectivo tem menor importância e, portanto, sua precisão de discretização mais baixa é bem aceita. Entretanto, uma precisão próxima da segunda ordem pode ser alcançada pela extrapolação dos valores de u, combinados com

limitadores de inclinação, por um esquema *upwind* de segunda ordem, como descrito por Stelling e Duinmeijer (2003).

Em fluxos que variam rapidamente o termo do momento convectivo torna-se localmente dominante. A modelagem destes tipos de fluxos requer uma implementação apropriada do termo de momento convectivo. Dessa forma, o pacote SOBEK permite alta precisão e modelagem robusta de fenômenos, como o fluxo supercrítico em canais íngremes e em saltos hidráulicos.

No caso específico deste estudo, foi utilizado o conjunto SOBEK – *Rural Overland Flow* (1D/2D) para os estudos hidrodinâmicos e traçado das linhas d'água. Este módulo foi desenvolvido para calcular cenários de inundação bidimensionais e em cenários específicos de colapso de barragens e diques (WL | Delft Hydraulics, 2007).

Estruturas hidráulicas

Quase todos os modelos de simulação de inundação lidam com estruturas hidráulicas, como barragens, açudes, pontes, etc. O comprimento da estrutura hidráulica ao longo do eixo-x normalmente é considerado insignificante (embora o SOBEK ofereça a possibilidade de se considerar a dependência do atrito com o comprimento) na escala do rio ou canal e, portanto, a estrutura pode ser vista como um único ponto ao longo de x, onde ambos os níveis de água e energia são descontínuos e as equações de *Saint Venant* não se aplicam. Neste ponto, se estabelece uma relação entre o nível de água a montante, a descarga através da estrutura e o nível de água a jusante. Nesta relação, presume-se que o nível da água a montante deve ser tomado no ponto mais próximo logo a montante da estrutura, onde as acelerações verticais ainda podem ser desprezadas. Da mesma forma, o nível da água a jusante deve ser tomado no local mais próximo à jusante da estrutura, onde o fluxo pode ser visto como quase horizontal e o fluxo pela estrutura não contribui para a dissipação de energia. Geralmente, pressupõe-se também que o armazenamento de água ao redor da estrutura é pequeno, e assim a relação é aplicável em qualquer momento no tempo. Desta forma, o SOBEK apresenta várias maneiras de formular o fluxo através de estruturas hidráulicas:

Descrições de estruturas hidráulicas baseadas em leis empíricas relativas à descarga através da estrutura do nível da água a montante e à jusante. A relação tem a forma

$$Q_{crest} = Q\left(\varsigma_{up}, \varsigma_{down}\right) \qquad (20)$$

onde ζ_{up} é o nível da água a montante da estrutura (m), Q_{crest} a descarga através da *estrutura (m^3/s) e ζ_{down}* o nível da água a jusante da estrutura (m). Esta fórmula inclui a possibilidade de utilizar os níveis de energia, em vez de níveis de água. A equação *(20) pode ser linearizada para:*

$$\alpha\, \varsigma_{up} + \beta\, Q_{crest} + \gamma\, \varsigma_{down} = \delta \qquad (21)$$

onde α, β, γ e δ são os valores locais dos coeficientes não lineares para um dado estado de fluxo.

- Como uma alternativa, o estado do fluxo na seção logo acima da estrutura, onde sofre contração e ocorrem acelerações verticais, pode ser descrito por um princípio de conservação de energia. Da mesma forma, o estado do fluxo a jusante da estrutura, onde sofre expansão devido à perda de energia, pode ser descrito por uma relação de equilíbrio entre momentum e impulso. Por eliminação interna de

incógnitas nestas relações, o nível de água na crista da estrutura ou, na sua seção mais contraída pode ser eliminado e uma relação semelhante à equação (21) é obtida. Esta fórmula foi usada para a estrutura "geral" implementada no SOBEK;

- Como uma forma mais generalizada de descrição da estrutura, o SOBEK permite a definição de uma estrutura na forma de uma matriz de coeficientes, definindo a descarga através da estrutura em função dos níveis de água a montante e à jusante. Esta matriz pode ser preenchida com os valores derivados de formulações da estrutura hidráulica não previstas como opções padrão no SOBEK. Uma grande variedade de descrições da estrutura está disponível na literatura, por exemplo, os livros clássicos de Chow (1959), Henderson (1966) e, mais recentemente, Chanson (1999). Para os casos onde é difícil definir o estado do fluxo em termos de equações, experimentos de laboratório podem ser criados para definir a matriz dos coeficientes. Como alternativa, a estrutura pode ser modelada em detalhe por um código numérico 3D, levando a um conjunto semelhante de coeficientes da matriz. As condições são que a malha fina é utilizada, e que o código é baseado em uma descrição adequada dos termos numéricos momentum convectivo e os efeitos da turbulência.

A linearização adequada da Equação(20), ou das outras descrições de fluxo pela estrutura, conduz a um esquema numérico da forma da Equação (18). No conjunto total das equações para fluxo em canais essa relação da estrutura substitui a equação de momentum, que geralmente é aplicada entre pontos ζ sucessivos.

Condições de Contorno e Iniciais

O esquema numérico dado pelas equações (7) e (18) apenas fornece equações lineares em pontos de grade interna. Nos contornos do canal, equações adicionais são necessárias. Como as equações de *Saint Venant* são do tipo hiperbólicas de segunda ordem, é necessária uma condição de contorno para cada uma das suas linhas características que entram no domínio computacional. Os requisitos para condição de contorno em modelos unidimensionais para rios foram amplamente discutidas por Cunge *et al.* (1986). Aqui vamos nos limitar a afirmar que, na maioria das aplicações práticas, as descargas são especificadas nas extremidades a montante dos canais que entram no domínio do modelo de inundação e níveis de água ou curvas de classificação em canais de saída deixando o domínio do modelo de inundação. Nos contornos internos, tais como junções do canal,

geralmente é aplicada uma equação de continuidade modificada, em conjunto com a compatibilidade do nível de água em todas as fronteiras do canal naquele cruzamento.

O SOBEK permite a inclusão de efeitos meteorológicos, como precipitação, vento e evapotranspiração. A chuva e a precipitação também podem ser inseridas diretamente no domínio do modelo unidimensional.

As condições iniciais podem ser fornecidas como leito seco, lâmina d'água ou nível de água. O modelo irá ajustar automaticamente o estado inicial correto em função dos dados fornecidos. Os níveis de água também podem ser especificados ao longo dos elementos da linha, a fim de acompanhar os gradientes ao longo dos rios e canais. A funcionalidade de *hot-start* está disponível permitindo a continuação de uma simulação de um estado previamente calculado.

Equações 2D utilizadas no SOBEK

Seguindo os mesmos princípios que conduzem as equações do modelo unidimensional (1D FLOW), as equações do modelo bidimensional (2D) de águas rasas aplicadas no SOBEK são baseadas em:

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial (uh)}{\partial x}+\frac{\partial (vh)}{\partial y}=0 \tag{22}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+g\frac{\partial (h+z_b)}{\partial x}+c_f\frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{h}=0 \tag{23}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+g\frac{\partial (h+z_b)}{\partial y}+c_f\frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{h}=0 \tag{24}$$

onde agora inclui-se o eixo y, ortogonal ao eixo x, com a velocidade de fluxo v (m/s) associada a este. Os pressupostos básicos são semelhantes àqueles das equações 1D, tanto quanto é aplicável a esta forma de esquematização. Deve-se notar que no modelo 2D o único parâmetro é o termo de fricção. Com uma boa escolha deste parâmetro e boa disponibilidade para o modelo de elevação digital (MED), e.g. baseado na tecnologia LiDAR, resultados precisos podem ser obtidos com o modelo 2D.

Solução numérica para o modelo 2D

A Figura 213 apresenta um esquema da grade deslocada do modelo 2D.

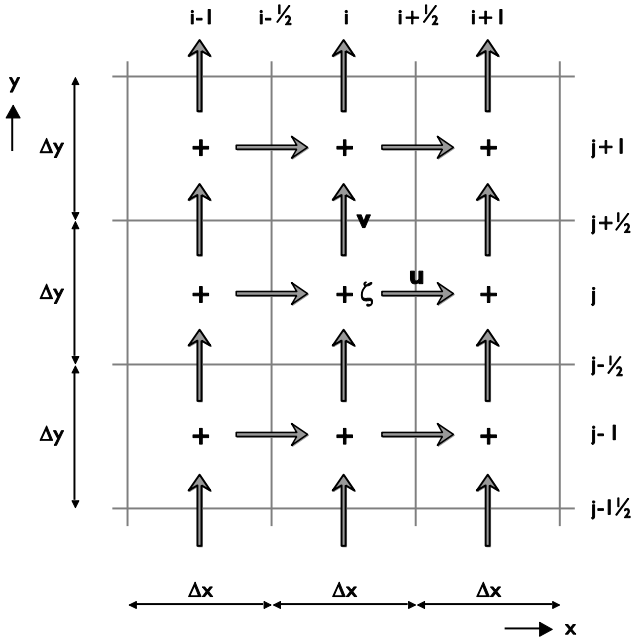


Figura 213 - ***Grade deslocada para simulações de fluxo 2D.***

Referindo-se à grade 2D apresentada na Figura 213, a equação da conservação do volume na forma de diferenças finitas é dada por:

$$\frac{\zeta_{i,j}^{n+1}-\zeta_{i,j}^{n}}{\Delta t}+\frac{{}^{*}h_{i+1/2,j}^{n}\,u_{i+1/2,j}^{n+\theta}-{}^{*}h_{i-1/2,j}^{n}\,u_{i-1/2,j}^{n+\theta}}{\Delta x}+\frac{{}^{*}h_{i,j+1/2}^{n}\,v_{i,j+1/2}^{n+\theta}-{}^{*}h_{i,j-1/2}^{n}\,v_{i,j-1/2}^{n+\theta}}{\Delta y}=0 \tag{25}$$

$$\frac{u_{i+1/2,j}^{n+1}-u_{i+1/2,j}^{n}}{\Delta t}+a_{11}\left(u^{n},u^{n}\right)+a_{12}\left(v^{n},u^{n}\right)+g\frac{\zeta_{i+1,j}^{n+\theta}-\zeta_{i,j}^{n+\theta}}{\Delta x}+c_f\frac{u_{i+1/2,j}^{n+1}\sqrt{\left(u_{i+1/2,j}^{n}\right)^{2}+\left(\overline{\overline{v_{i+1/2,j}^{n}}}\right)^{2}}}{{}^{*}h_{i+1/2,j}^{n}}=0 \tag{26}$$

$$\frac{v_{i,j+1/2}^{n+1}-v_{i,j+1/2}^{n}}{\Delta t}+a_{21}\left(u^{n},v^{n}\right)+a_{22}\left(v^{n},v^{n}\right)+g\frac{\zeta_{i,j+1}^{n+\theta}-\zeta_{i,j}^{n+\theta}}{\Delta y}+c_f\frac{v_{i,j+1/2}^{n+1}\sqrt{\left(\overline{\overline{u_{i,j+1/2}^{n}}}\right)^{2}+\left(v_{i,j+1/2}^{n}\right)^{2}}}{{}^{*}h_{i,j+1/2}^{n}}=0 \tag{27}$$

onde o símbolo * possui o mesmo significado que o da Equação (5), e a11(un,un), a12(vn,un), a21(un,vn) e a22(vn,vn) são generalizações da discretização do termo do momento convectivo. A longa barra dupla sobre a velocidade no termo da fricção significa que esta velocidade é obtida através da média dos valores dos quatro pontos de grade ao redor. O termo de fricção requer tratamento especial, neste caso de terrenos inundados e secos. Na frente de onda a velocidade da água rapidamente acelera a partir de zero. At the wave front the water velocity rapidly accelerates from zero. O aumento (*overshoot*) das velocidades no SOBEK é prevenido por uma abordagem de corretor de prevenção.

Os termos de momento convectivo são submetidos aos mesmos princípios discutidos nas aproximações do modelo 1D. Por exemplo, para velocidades de fluxo positivas, a discretização conservativa do momento para o termo a12(un,vn) é dada por:

$$a_{12}(v^{n},u^{n})=\frac{\overline{{}_{v}q}^{x}_{1+1/2,j-1/2}}{\overline{h}^{x}_{i+1/2,j}}\left(\frac{u_{i+1/2,j}-u_{i+1/2,j-1}}{\Delta y}\right) \tag{28}$$

considerando que seja dado por:

$$a_{12}(v^{n},u^{n})=\overline{v}^{x}_{i+1/2,j-1/2}\left(\frac{u_{i+1/2,j}-u_{i+1/2,j-1}}{\Delta y}\right) \tag{29}$$

para a discretização conservativa de energia. Na primeira expressão $\overline{{}_{v}q}^{x}$ significa que a descarga específica na direção y é a média de dois pontos ao redor ao longo do eixo x local. A última expressão $\bar{v}^{x}$ possui o mesmo significado em relação à velocidade v.

A descrição acima é acurácia de primeira ordem. No caso se queira melhorar esta acurácia para quase segunda ordem, SOBEK permite a ativação de dois tipos de limitadores: o limitador van Leer e o limitador MinMod (Stelling & Duinmeijer, 2003). Para as equações 2D onde as células 2D são representadas por níveis de células elevadas (terreno íngreme, ver Figura 214), um limitador especial foi incluído no SOBEK por Stelling (comunicação pessoal). Este limitador garante o cálculo da descarga correta sobre esta elevação no terreno.

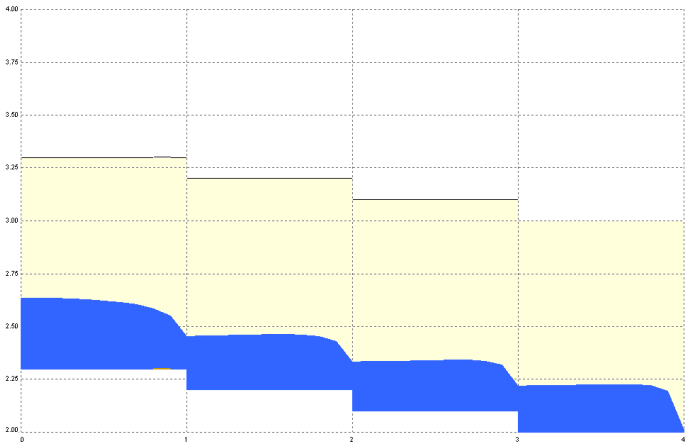


Figura 214 - Simulação do SOBEK para um fluxo em canal íngreme (degraus).

O tratamento dos termos do momento convectivo no SOBEK, mostrado acima, é numericamente bastante robusto e permite a correta descrição dos efeitos de súbitas expansões e contrações, e alterações similares na topografia, como degraus no nível do assoalho. A Figura 215 mostra uma simulação de fluxo para um canal íngreme. No entanto, apesar do SOBEK facilitar estes cálculos numéricos, uma das feições deste fluxo é que uma quantidade substancial de ar é entranhado, o que ainda não foi incluído no modelo. Se necessário, pode ser incluído.

O tratamento dos termos de momento convectivo no SOBEK permite também simulações 2D de fluxos supercríticos e a propagação de “saltos” hidráulicos.

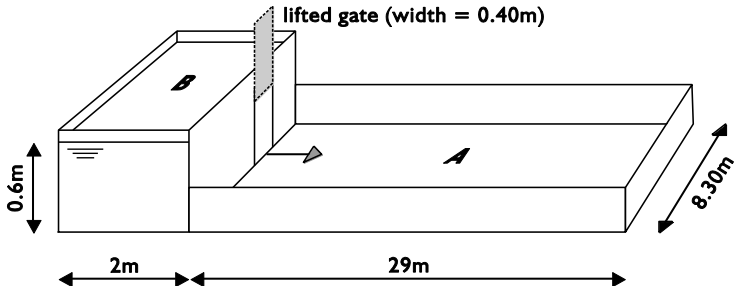


Figura 215 - Layout de um experimento de rompimento instantâneo de barragem.

Como descrito por Stelling & Duinmeijer (2003), a correta modelagem deste fenômeno foi demonstrada em um estudo de validação software, no qual resultados dos esquemas numéricos das Equações (25), (26) e (27) foram comparados à medidas monitoradas por vídeo em um modelo (Figura 216). O *set-up* consiste de dois reservatórios com diferentes níveis de água, separados por uma parede. A parede contém um portão que pode ser elevado. A largura de ambos os reservatórios é de 8,30 m, o comprimento do reservatório superior de 2 m e o comprimento do reservatório inferior de 29 m. A largura do portão é de 0,4 m e o mesmo foi posicionado na porção central da parede.

O experimento numérico foi conduzido numa grade de 0,1*0,1 m, num total de aproximadamente 25.000 células de grade. O passo de tempo foi de 0,005 s. O portão foi elevado numa velocidade de 0,16 m/s, de forma a produzir um de fluxo para fora em plano bidimensional. Dados de entrada iniciais foram setados para uma profundidade de 0,60 m para o reservatório superior e de 0,05 m para o inferior.

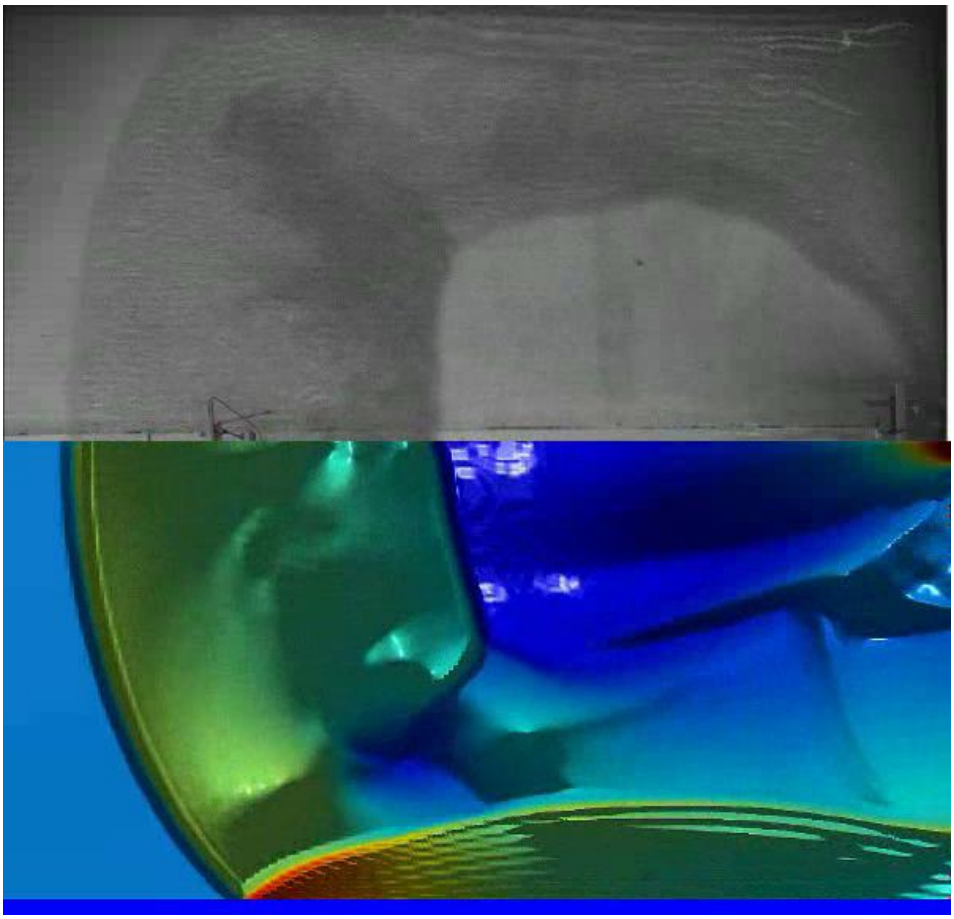


Figura 216 - ***Visualização (de cima) dos resultados numéricos do esquema de Equações (23), (24) e (25) na porção inferior da figura, comparados com o vídeo do monitoramento das medições no modelo físico (porção superior).***

A Figura abaixo mostra os resultados da simulação. Observa-se que a frente da propagação, a propagação do salto hidráulico e o espalhamento lateral são bem representados.

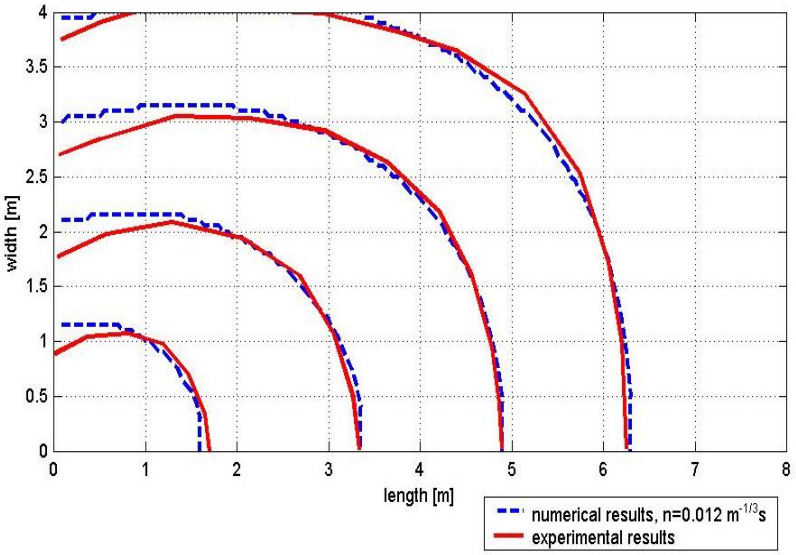


Figura 217 - Comparação da frente de onda medida e calculada.

BIBLIOGRAFIA

CUNGE, J.A., HOLLY, F.M. AND VERWEY, A., 1986. Practical Aspects of Computational River Hydraulics (420 pages), Pitman Publishing Ltd., London, Great Britain, 1980. Reprinted at Iowa Institute of Hydraulic Research, USA, 1986. (Also translated into Russian).

DE SAINT VENANT, B, 1871. Théorie du Mouvement Non-Permanent des Eaux avec Application aux Crues des Rivières et à l'Introduction model using historic data. Water Resour. Res., 39 (9), 1234.

HIRSCH, C. ,1990. Numerical Computation of Internal and External Flows, Wiley, New York.

TORO, E.F., 1999. Riemann Solvers and Numerical methods for Fluid Dynamics, Springer, Berlin.

STELLING, G.S., KERNKAMP, H.W.J. AND LAGUZZI, M.M., 1998. Delft Flooding System: a powerful tool for inundation assessment based upon a positive flow simulation, Hydroinformatics '98, Babovi & Larsen (Eds.), Balkema, Rotterdam, 449-456.

STELLING, G.S. AND DUINMEIJER, S.P.A. ,2003. A staggered conservative scheme for every Froude number in rapidly varied shallow water flows. Int. J. for Numer. Meth. Fluids, 43, 1329-1354.

ABBOTT, M.B. (1979). Computational Hydraulics – Elements of the Theory of Free Surface Flows, Pitman, London/San Francisco/Melbourne.

CHANSON, H. (1999). The Hydraulics of Open Channel Flow, Arnold Publishers/Wiley, Paris/New York.

CHOW, V.T. (1959). Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York.

CUNGE, J.A., HOLLY, F.M. & VERWEY, A. (1986). Practical Aspects of Computational River Hydraulics (420 pages), Pitman Publishing Ltd., London, Great Britain, 1980. Reprinted at Iowa Institute of Hydraulic Research, USA, 1986. (Also translated into Russian).

HENDERSON, F.M. (1966). Open Channel Flow, McMillan Company, New York.

HIRSCH, C. (1990). Numerical Computation of Internal and External Flows, Wiley, New York.

STELLING, G.S. & DUINMEIJER, S.P.A. (2003). A staggered conservative scheme for every Froude number in rapidly varied shallow water flows. Int. J. for Numer. Meth. Fluids, 43, 1329-1354.

STELLING, G.S., KERNKAMP, H.W.J. & LAGUZZI, M.M. (1998). Delft Flooding System: a powerful tool for inundation assessment based upon a positive flow simulation, Hydroinformatics '98, Babović & Larsen (Eds.), Balkema, Rotterdam, 449-456.

TORO, E.F. (1999). Riemann Solvers and Numerical methods for Fluid Dynamics, Springer, Berlin.