Ato Convocatório ABHA/PN Nº 004 / 2020

Contrato ABHA/PN Nº 006/2020

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA UNIDADE DE GESTÃO HÍDRICA SANTANA-APORÉ, DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

PRODUTO 2 – DIAGNÓSTICO DA UNIDADE DE GESTÃO HÍDRICADO SANTANA-APORÉ – VESÃO PRELIMINAR

SETEMBRO 2021

Execução:

Apoio técnico:

Realização:

EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE TÉCNICA PRINCIPAL		
NOME	**FUNÇÃO**	**FORMAÇÃO**
André Luiz Bonacin Silva	Coordenação Técnica Geral	Geólogo Dr., MSc.
Thiago Metzker	Profissional com formação em Engenharia Ambiental ou Geografia ou Gestão Ambiental ou Agronomia ou Engenharia Hídrica ou de Recursos Hídricos ou áreas afins, com experiência em hidrologia	Biólogo Dr., MSc.
André Luiz Bonacin Silva	Profissional com formação em Geologia ou Engenharia Geológica ou Engenharia de Minas ou áreas afins, com experiência na área de hidrogeologia	Geólogo Dr., MSc.
Marina G. Paes de Barros	Profissional com formação em Economia ou Geografia ou Sociologia, com experiência em demografia e socioeconomia	Cientista Social, MSc.
Thiago Metzker	Profissional com formação em Química ou Engenharia Química ou Biologia ou Engenharia Sanitária ou Engenharia Ambiental ou Gestão Ambiental ou áreas afins, com experiência em qualidade de água	Biólogo Dr., MSc.
João Paulo	Profissional com formação em Agronomia ou Geografia ou Gestão Ambiental ou Engenharia Ambiental ou áreas afins, com experiência em avaliação de uso e ocupação do solo, manejo e conservação do solo e engenharia de água e solo	Geógrafo Esp.
Raquel Silva	Profissional com formação em Biologia ou Geografia ou Engenharia Ambiental ou Gestão Ambiental ou Geoprocessamento ou áreas afins, com experiência em estudos de aspectos ambientais e Sistema de Informação	Geógrafa Esp.
Vivian Martins	Profissional com formação em Direito, com experiência em estudos de aspectos jurídico-ambiental e/ou de recursos hídricos	Advogada MSc.
Sergio Myssior	Profissional com formação de nível superior, em qualquer área, com experiência e aplicação de metodologias de cenarização prospectivas	Arquiteto MSc.
Sergio Myssior	Profissional com formação de nível superior, em qualquer área, com experiência em aplicação de metodologias participativas para moderação de reuniões e grupos de trabalho	Arquiteto MSc.

EQUIPE DE APOIO		
NOME	**FUNÇÃO**	**FORMAÇÃO**
Arthur O. Hilario	Aspectos físicos e de geoprocessamento	Eng. Ambiental
Filipe Dornelas	Recursos hídricos superficiais	Eng. Ambiental e Biólogo, MSc
Pedro Navarro C. Vale	Aspectos físicos	Geógrafo, MSc.
Rafael Cerqueira C. de Souza	Aspectos bióticos	Biólogo, Msc.
Vinícius F. Gonçalves	Recursos hídricos subterrâneos	Geológo, Msc.

SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO 45

2 - CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA 47

3 - ÁREA DE ESTUDO 51

3.1 Referências bibliográficas 59

4 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UGH 65

4.1 Unidades hidrográficas, limites e hidrografia 65

4.1.1 Detalhamento da Rede hidrográfica 68

4.1.2 Bacias e sub-bacias hidrográficas 75

4.1.3 Microbacias 80

4.1.4 Análise morfométrica 83

4.1.5 Áreas hidrologicamente sensíveis 117

4.2 Aspectos físicos 125

4.2.1 Geologia 125

4.2.2 Geotecnia 147

4.2.3 Hidrogeologia 152

4.2.4 Geomorfologia 166

4.2.5 Pedologia 182

4.2.6 Clima e meteorologia 199

4.3 Aspectos bióticos 240

4.3.1 Biomas 240

4.3.2 Unidade de Conservação 244

4.3.3 Áreas prioritárias para conservação 248

4.3.4 Ecossistemas aquáticos 251
4.4 Referências bibliográficas 273
5 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 283
5.1 Uso e ocupação do solo e cobetura vegetal 285
5.1.1 Uso e ocupação do solo – Plano anterior 285
5.1.2 Uso do solo atual 286
5.1.3 Comparativo 2013 X 2019 310
5.2 Áreas de preservação permanente - APPs 314
5.2.1 APP de hidrografia 314
5.2.2 APP de encosta 322
5.2.3 APP de chapada 325
5.2.4 Análise integrada de APP 328
5.3 Organização fundiária 331
5.4 Práticas de Conservação do Solo 337
5.4.1 Práticas de conservação do solo aplicadas na UGH 340
5.4.2 Considerações finais sobre as práticas de conservação 353
5.5 Levantamentos do Potencial Natural de Erosão e associados 354
5.5.1 Conceitos da Fragilidade Ambiental – FAP e FAE 354
5.5.2 Fragilidade Ambiental – atributos e mapa resultante 356
5.5.3 Levantamentos da EMBRAPA – Erodibilidade de Solos; Susceptibilidade e Vulnerabilidade à Erosão Hídrica 362
5.6 Aptidão agrícola 368
5.7 Referências bibliográficas 373

6 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS 378

6.1 BASE LEGAL 378

6.1.1 Nível Federal 379

6.1.2 Nível Estadual 386

6.1.3 Nível Municipal 390

6.2 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS 396

6.2.1 Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos Nível Federal 396

6.2.2 Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Nível Estadual 413

6.2.3 Órgãos Públicos Municipais relacionados com a gestão dos recursos hídricos 424

6.3 SÍNTESE DA SITUAÇÃO DOS INSTRUMENTOS 426

6.3.1 Planos de Recursos Hídricos 428

6.3.2 Outorga dos Direitos dos Recursos Hídricos e Fiscalização dos Usuários de Recursos Hídricos 434

6.3.3 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos 442

6.3.4 Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos predominantes 449

6.3.5 Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos 454

6.3.6 Pagamento por serviços ambientais 455

6.4 ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL ATUANTES 460

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 461

7 - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS 464

8 - CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS 465

8.1 Águas superficiais – disponibilidade hídrica 465

8.1.1 Inventário de postos fluviométricos 465

8.1.2 Indicadores de disponibilidade hídrica superficial 466
8.2 Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos 470
8.2.1 Aspectos metodológicos e bases de poços 471
8.2.2 Tratamento Hidrogeológico das bases de poços 472
8.2.3 Disponibilidade hídrica 538
8.2.4 Modelo Conceitual Regional 544
8.3 Usos, demandas e balanço 553
8.4 Cargas e fontes potenciais de contaminação 553
8.5 Qualidade das águas superficiais 553
8.5.1 Inventário de monitoramento - UGH Santana- Aporé 553
8.5.2 Análise dos dados de qualidade da água 558
8.6 Qualidade das águas subterrâneas 586
8.6.1 Hidrogeoquímica das águas subterrâneas 586
8.6.2 Vulnerabilidade de risco de contaminação das águas subterrâneas 607
8.7 Referências bibliográficas 622
9 - ANEXOS 629
9.1 Lista da ictiofauna regional, oriunda de dados secundários e aspectos ecológicos 629
9.2 Lista da ictiofauna distribuída por estudos consultados 647
9.3 Tabelas legislação 656
9.3.1 Legislação Federal 656
9.3.2 Legislação Estadual 663
9.3.3 Legislação Municipal 665

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - ETAPAS DE CONSTRUÇÃO PARA A REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PARH DA UGH SANTANA-APORÉ. 46

FIGURA 2 – REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS E LOCALIZAÇÃO DA UGH SANTANA-APORÉ. 51

FIGURA 3 – PRINCIPAIS BACIAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ E LOCALIZAÇÃO DA UGH SANTANA-APORÉ. 52

FIGURA 4 - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA E LOCALIZAÇÃO DA UGH SANTANA-APORÉ ENTRE AS DEMAIS UGHS DESTA BACIA. 53

FIGURA 5 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA E INSERÇÃO DA UGH SANTANA APORÉ NAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO HÍDRICO-UPHS ADOTADAS PELO PLANO ANTERIOR. 55

FIGURA 6 – DEMONSTRATIVO DO DETALHAMENTO REALIZADO NO LIMITE DA UGH SANTANA APORÉ 57

FIGURA 7 – MAPA BASE ATUALIZADO DA UGH SANTANA APORÉ. 58

FIGURA 8 - SEÇÕES E PONTOS DE CONTROLE NA UGH SANTANA-APORÉ – PRH-PARANAÍBA. 65

FIGURA 9 - MAPA DE SITUAÇÃO DA UGH SANTANA APORÉ 67

FIGURA 10 – EXEMPLOS DO DETALHAMENTO DA REDE HIDROGRÁFICA, EM QUE A LINHA AMARELA REPRESENTA DA BASE DA ANA E A LINHA AZUL REPRESENTA A BASE DETALHADA DESTE PLANO. 69

FIGURA 11 - RIO SANTANA - MUNICÍPIO DE PARANAÍBA. 71

FIGURA 12 - RIO APORÉ - MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA (LIMITE COM GO). 71

FIGURA 13 - RIO DOS BARREIROS - MUNICÍPIO DE PARANAÍBA. 72

FIGURA 14 – CÓRREGO FAZENDINHA - MUNICÍPIO DE PARANAÍBA. 72

FIGURA 15 - CÓRREGO PALMITO - MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA. 73

FIGURA 16 - MAPA HIDROGRÁFICO DA UGH SANTANA-APORÉ. 74

FIGURA 17 - EXEMPLOS DO DETALHAMENTO REALIZADO PARA COMPOSIÇÃO DA BASE. 77

FIGURA 18 - DETALHE DA ADEQUAÇÃO DOS LIMITES DE SUB-BACIAS DO ALTO/MÉDIO APORÉ, DE ACORDO COM A LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA VISTORIADA EM CAMPO. 78

FIGURA 19 - MAPA DE BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS – UGH SANTANA-APORÉ. 79

FIGURA 20 - EXEMPLO DO PROCEDIMENTO REALIZADO - MICROBACIA DO RIBEIRÃO DA RITINHA, SITUADA NA BACIA DO BAIXO APORÉ. 81

FIGURA 21 – EXEMPLO DE MICROBACIA OBTIDA - CÓRREGO DO CEDRO, EM CASSILÂNDIA. 81

FIGURA 22 - MAPA DE MICROBACIAS DA UGH SANTANA-APORÉ. 82

FIGURA 23 – EXEMPLOS DE MICROBACIAS DA UGH SANTANA-APORÉ, COM PADRÃO DE DRENAGEM DENDRÍTICA. 84

FIGURA 24 - MAPA DE HIERARQUIA FLUVIAL. 89

FIGURA 25 – EXEMPLOS HIERARQUIZAÇÃO FLUVIAL DE MICROBACIAS DA UGH SANTANA-APORÉ. 90

FIGURA 26 - EXEMPLOS DA RELAÇÃO DE BIFURCAÇÃO EM MICROBACIAS (PARTE SUPERIOR) E A SITUAÇÃO GERAL DESTE PARÂMETRO NA UGH SANTANA-APORÉ (PARTE INFERIOR). 91

FIGURA 27 - EXEMPLOS DE ÁREA DE DRENAGEM EM MICROBACIAS (PARTE SUPERIOR) E A SITUAÇÃO GERAL NA UGH SANTANA-APORÉ (PARTE INFERIOR)..... 95

FIGURA 28 - EXEMPLOS DE PERÍMETRO EM MICROBACIAS (PARTE SUPERIOR) E A SITUAÇÃO GERAL NA UGH SANTANA-APORÉ (PARTE INFERIOR). 99

FIGURA 29 – MICROBACIAS COM MAIOR E MENOR COEFICIENTE DE COMPACIDADE (PARTE SUPERIOR) E A SITUAÇÃO GERAL NA UGH SANTANA-APORÉ (PARTE INFERIOR). 105

FIGURA 30 - EXEMPLOS DE VARIAÇÃO DE DENSIDADE DE DRENAGEM EM MICROBACIAS (PARTE SUPERIOR) E A SITUAÇÃO GERAL NA UGH SANTANA-APORÉ (PARTE INFERIOR). 110

FIGURA 31 – PERFIL HIPSOMÉTRICO DO RIO APORÉ, DESDE SUA NASCENTE, NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL, ATÉ SUA FOZ, NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA (RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA). 115

FIGURA 32 - PERFIL HIPSOMÉTRICO DO RIO SANTANA, DESDE SUA NASCENTE, NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA, ATÉ SUA FOZ, AINDA NO MESMO MUNICÍPIO (RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA). 115

FIGURA 33 - PERFIL HIPSOMÉTRICO DO RIO BARREIROS, DESDE SUA NASCENTE, NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA, ATÉ SUA FOZ, AINDA NO MESMO MUNICÍPIO (RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA). 116

FIGURA 34 - PERFIL HIPSOMÉTRICO DO RIBEIRÃO FORMOSO, DESDE SUA NASCENTE, NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABOADO, ATÉ SUA FOZ, AINDA NO MESMO MUNICÍPIO (RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA). 116

FIGURA 35 – MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE DE INUNDAÇÃO, REFERENTE AO TRECHO DA UGH SANTANA-APORÉ 118

FIGURA 36 - MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE À INUNDAÇÃO, REFERENTE AO TRECHO DO RIO APORÉ EM CASSILÂNDIA. 119

FIGURA 37 – CÓRREGO DO CEDRO NO MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA 120

FIGURA 38 - ÁREA HIDROMÓRFICA COM VEREDA EM APARECIDA DO TABOADO. 124

FIGURA 39 – ÁREA HIDROMÓRFICA COM VEREDA EM CHAPADÃO DO SUL. 124

FIGURA 40 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM RELAÇÃO À BACIA VULCANOSSEDIMENTAR DO PARANÁ. 126

FIGURA 41– ESTRATIGRAFIA SIMPLIFICADA DA BACIA DO PARANÁ E PRINCIPAIS FORMAÇÕES AFLORANTES NA ÁREA DE ESTUDO. 127

FIGURA 42 - MAPA GEOLÓGICO DA UGH SANTANA-APORÉ..... 128

FIGURA 43 – BASALTO PERTENCENTE À FORMAÇÃO SERRA GERAL. LAT: 20º4’25”; LONG: 51º13’27”. 130

FIGURA 44 – PEDREIRA DE EXTRAÇÃO DE BASALTO DA FORMAÇÃO SERRA GERAL. LAT: 20º4’31”; LONG: 51º13’27”. 130

FIGURA 45 - ARENITOS DA FORMAÇÃO MARILIA E SOLO ASSOCIADO, ENCONTRADO NA QUEBRA DE RELEVO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CASSILÂNDIA E PARANAÍBA/MS. LAT:19º11’41”; LONG: 51º44’5. 132

FIGURA 46 – DETALHE DE AMOSTRA DE ARENITOS DA FORMAÇÃO MARILIA. LAT: 19º11’38”; LONG:51º44’4”. 132

FIGURA 47 - SAPRÓLITO ASSOCIADO A FORMAÇÃO VALE O RIO DO PEIXE. LAT: 20º7’39”; LONG: 51º2’51”..... 133

FIGURA 48 – TALUDE EM CORTE COM DEMONSTRATIVO DA FORMAÇÃO CACHOEIRINHA IDENTIFICADO NA ÁREA DA UGH SANTANA-APORÉ. 135

FIGURA 49 - PROCESSOS MINERÁRIOS CADASTRADOS NA UGH SANTANA–APORÉ, DEMOSTRADOS POR FASE. 137

FIGURA 50 - SUBSTÂNCIAS MINERAIS RELACIONADAS AOS PROCESSOS MINERÁRIOS CADASTRADOS NA UGH SANTANA-APORÉ..... 137

FIGURA 51 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PROCESSOS MINERÁRIOS CADASTRADOS NA UGH SANTANA–APORÉ. 143

FIGURA 52 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PROCESSOS MINERÁRIOS NA ANM, DE ÁGUAS MINERAIS E TERMAIS (UM PROCESSO, INDICADO POR “T”), CADASTRADOS NA UGH SANTANA–APORÉ E ARREDORES. 144

FIGURA 53 - MINERAÇÃO DE BASALTO DESATIVADA NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABOADO. LAT: 20º4’31”; LONG: 51º13’27”. 145

FIGURA 54 - MINERAÇÃO DE BASALTO ATIVA NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA/MS. LAT:19º49’19” ; LONG:51º6’51” 146

FIGURA 55 - DRAGAS EXTRAINDO SEDIMENTOS DO LEITO DO RIO SANTANA EM PARANAÍBA/MS. LAT:19º39’21”; LONG:51º22’53”. 146

FIGURA 56 - EXTRAÇÃO DE ARGILA PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS (OLARIA) NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABOADO/MS. LAT:20º5’59”; LONG:51º5’20”. 147

FIGURA 57 - RELAÇÃO DE INTERDEPENDÊNCIA ENTRE OS MEIOS FÍSICO, BIÓTICO E A SOCIEDADE (A) E PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA GEODIVERSIDADE (B). 148

FIGURA 58 – ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A RISCOS GEOLÓGICOS NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, COM DESTAQUE PARA AQUELAS COM OCORRÊNCIA NA UGH SANTANA-APORÉ. 149

FIGURA 59 - MAPA DE GEODIVERSIDADE (CPRM) – UGH SANTANA APORÉ. 150

FIGURA 60 - SISTEMAS AQUÍFEROS E OS MUNICÍPIOS PERTENCENTES A UGH SANTANA- APORÉ NO ESTADO DO MS. 153

FIGURA 61 - SISTEMAS AQUÍFEROS E AS SUB-BACIAS PERTENCENTES A UGH SANTANA-APORÉ NO ESTADO DO MS. 154

FIGURA 62 - MAPA DAS CLASSES DE PRODUTIVIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA UGH SANTANA-APORÉ EM FUNÇÃO DAS SUB-BACIAS NO ESTADO DO MS. 162

FIGURA 63 - MAPA DAS CLASSES DE PRODUTIVIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA UGH SANTANA-APORÉ EM FUNÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ESTADO DO MS..... 163

FIGURA 64 - TAXONOMIA DO RELEVO PROPOSTA POR ROSS (1990). 166

FIGURA 65 - MAPA HIPSOMÉTRICO DA UGH SANTANA-APORÉ. 168

FIGURA 66 - MAPA DE DECLIVIDADE DA UGH SANTANA-APORÉ 169

FIGURA 67 - MAPA GEOMORFOLÓGICO REPRESENTATIVO DO 2º TÁXON. 171

FIGURA 68 - MAPA GEOMORFOLÓGICO REFERENTE AO 3º TÁXON - PADRÕES E FORMAS DE RELEVO. 172

FIGURA 69 - RELEVO REPRESENTATIVO DAS CHAPADAS E PLATÔS EM CHAPADÃO DO SUL. 173

FIGURA 70 - RELEVO REPRESENTATIVO DAS CHAPADAS E PLATÔS EM CHAPADÃO DO SUL. 174

FIGURA 71 - PERFIL TOPOGRÁFICO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS CHAPADAS E PLATÔS. 174

FIGURA 72 - RELEVO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS COLINAS AMPLAS E SUAVES. 175

FIGURA 73 - PERFIL TOPOGRÁFICO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS COLINAS AMPLAS E SUAVES. 175

FIGURA 74 – RELEVO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS COLINAS DISSECADAS E MORROS BAIXOS. 176

FIGURA 75 - RELEVO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS COLINAS DISSECADAS E MORROS BAIXOS. 176

FIGURA 76 - PERFIL TOPOGRÁFICO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS COLINAS DISSECADAS E MORROS BAIXOS. 177

FIGURA 77 - RELEVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DOS PLANALTOS. 178

FIGURA 78 – RELEVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DOS PLANALTOS. 178

FIGURA 79 - PERFIL TOPOGRÁFICO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DOS PLANALTOS..... 179

FIGURA 80 - RELEVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DOS TABULEIROS. 180

FIGURA 81 - RELEVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DOS TABULEIROS. 180

FIGURA 82 - PERFIL TOPOGRÁFICO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DOS TABULEIROS. 181

FIGURA 83 - RELEVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS E ÁREAS DE ACUMULAÇÃO ASSOCIADAS. 182

FIGURA 84 - PERFIL TOPOGRÁFICO REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS E ÁREAS DE ACUMULAÇÃO ASSOCIADAS..... 182

FIGURA 85 - MAPA DE PEDOLOGIA DA UGH SANTANA-APORÉ. 186

FIGURA 86 - PERFIL DE LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DAS CHAPADAS E PLATÔS EM CHAPADÃO DO SUL/MS. 188

FIGURA 87 - PERFIL DE LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO, ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DOS TABULEIROS EM APARECIDA DO TABOADO/MS. 190

FIGURA 88 - PERFIL DE ARGISSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DOS TABULEIROS EM APARECIDA DO TABOADO/MS. 192

FIGURA 89 - PERFIL DE GLEISSOLO HÁPLICO ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DOS TABULEIROS EM APARECIDA DO TABOADO/MS. 193

FIGURA 90 - PERFIL DE NEOSSOLO LITÓLICO ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DOS TABULEIROS EM PARANAÍBA/MS. 195

FIGURA 91 - PERFIL DE CAMBISSOLO HÁPLICO ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DOS TABULEIROS EM PARANAÍBA/MS. 196

FIGURA 92 - PERFIL DE PLINTOSSOLO HÁPLICO, ASSOCIADO AO RELEVO PLANO DOS TABULEIROS EM CHAPADÃO DO SUL/MS. 198

FIGURA 93 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS INVENTARIADAS. 208

FIGURA 94 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS PARA ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA E CONFECÇÃO DE MAPA DE ISOIETAS. 209

FIGURA 95 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS. 210

FIGURA 96 - MASSAS DE AR ATUANTES NA REGIÃO ONDE SE INSEREM BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SANTANA E APORÉ. 215

FIGURA 97- ÍNDICE NIÑO OCEÂNICO (ONI - OCEANIC NIÑO INDEX). 216

FIGURA 98- ANOMALIA DA TEMPERATURA MÉDIA OBSERVADA GLOBAL COMBINANDO CONTINENTE E OCEANO, COM UMA ESTIMATIVA DA INCERTEZA DOS DADOS OBSERVADOS 216

FIGURA 99 - MUDANÇAS OBSERVADAS NAS CONCENTRAÇÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA DIÓXIDO DE CARBONO (CO_2, VERDE), METANO (CH_4, LARANJA) E ÓXIDO NITROSO (N_2O, VERMELHO). DADOS OBTIDOS DE TESTEMUNHOS DE GELO (SÍMBOLOS) E MEDIDAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS (LINHAS)..... 217

FIGURA 100 – DIA CHUVOSO NA “SERRA” DE CASSILÂNDIA – VISTA DURANTE TRABALHO DE CAMPO EFETUADO NO EM FEV./2021. 219

FIGURA 101- DIA CHUVOSO NA “SERRA” DE CASSILÂNDIA – VISTA DURANTE TRABALHO DE CAMPO EFETUADO NO EM FEV./2021. 219

FIGURA 102 - ISOIETAS DA SÉRIE HISTÓRICA DE 1977 A 2006..... 220

FIGURA 103 - TIPOS CLIMÁTICOS DE KOPPEN NA REGIÃO DE INSERÇÃO DAS BACIAS DOS RIOS SANTANA E APORÉ. 223

FIGURA 104 - DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ACUMULADA NOS ÚLTIMOS 10 ANOS ATRAVÉS DA INTERPOLAÇÃO IDW..... 224

FIGURA 105 - CLIMOGRAMA DE CHAPADÃO DO SUL. 226

FIGURA 106 - ROSA DOS VENTOS PARA ESTAÇÃO DE CHAPADÃO DO SUL. 226

FIGURA 107 - CLIMOGRAMA PARA CASSILÂNDIA/MS. 228

FIGURA 108 - ROSA DOS VENTOS PARA ESTAÇÃO DE CASSILÂNDIA/MS. 228

FIGURA 109 - CLIMOGRAMA PARA PARANAÍBA/MS. 230

FIGURA 110 - ROSA DOS VENTOS PARA ESTAÇÃO DE PARANAÍBA/MS..... 230

FIGURA 111 - TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMAS PARA A ESTAÇÃO 83565 EM PARANAÍBA/MS, NO PERÍODO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA DE 1981 A 2010. 231

FIGURA 112 - GRÁFICO DA UMIDADE RELATIVA DO AR PARA A ESTAÇÃO 83565 DE PARAÍBA/MS PELO PERÍODO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA DE 1981 A 2010 232

FIGURA 113 - GRÁFICO DA INSOLAÇÃO PARA A ESTAÇÃO 83565 DE PARANAÍBA/MS PELO PERÍODO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA DE 1981 A 2010. 232

FIGURA 114 - BALANÇO HÍDRICO DE CHAPADÃO DO SUL/MS 233

FIGURA 115 - BALANÇO HÍDRICO DE CASSILÂNDIA/MS..... 233

FIGURA 116 – BALANÇO HÍDRICO DE PARANAÍBA/MS. 234

FIGURA 117 – MONITOR DAS SECAS – AGOSTO DE 2021. 236

FIGURA 118 – DADOS MAIS RECENTES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA - ESTAÇÃO PARANAÍBA – MS. 239

FIGURA 119 - GRÁFICO COM O NÚMERO DE DIAS EM QUE A PRECIPITAÇÃO FOI MAIOR QUE 50MM PARA A ESTAÇÃO DE PARANAÍBA/MS, POR MEIO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA DE 1981 A 2010. 240

FIGURA 120 - VEGETAÇÃO TÍPICA DA REGIÃO DE TRANSIÇÃO ENTRE CERRADO E MATA ATLÂNTICA EM APARECIDA DO TABOADO. (-20,08145, -51,08346)..... 242

FIGURA 121 - MATA CILIAR EM CASSILÂNDIA (-19,10788, -51,72154)..... 242

FIGURA 122 – MAPA DE BIOMAS – UGH SANTANA-APORÉ E ARREDORES. 243

FIGURA 123 – MAPA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 247

FIGURA 124 - MAPA DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO..... 250

FIGURA 125 – CRONOLOGIA DO CONHECIMENTO DA ICTIOFAUNA ATRAVÉS DOS ESTUDOS CONSULTADOS COM APLICAÇÃO PARA A BACIA DO RIO APORÉ..... 254

FIGURA 126 – DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DA ICTIOFAUNA POR ORDENS ATRAVÉS DOS ESTUDOS CONSULTADOS COM APLICAÇÃO PARA A BACIA DO RIO APORÉ. 256

FIGURA 127 – DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DA ICTIOAFAUNA POR FAMÍLIA ATRAVÉS DOS ESTUDOS CONSULTADOS COM APLICAÇÃO PARA A BACIA DO RIO APORÉ. 257

FIGURA 128 – DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DA ICTIOFAUNA POR PORTE ATRAVÉS DOS ESTUDOS CONSULTADOS COM APLICAÇÃO PARA A BACIA DO RIO APORÉ. 258

FIGURA 129 – DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DA ICTIOFAUNA POR ORIGEM ATRAVÉS DOS ESTUDOS CONSULTADOS COM APLICAÇÃO PARA A BACIA DO RIO APORÉ. 259

FIGURA 130 – BIOTIPOS E ZONAÇÃO DE MACRÓFITAS EM UM LAGO. 269

FIGURA 131 – ADAPTAÇÃO DO ESQUEMA DE CONSTRUÇÃO DE NOMENCLATURA DA COBERTURA TERRESTRE. 285

FIGURA 132 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA UGH SANTANA-APORÉ, APRESENTADO NO PLANO ANTERIOR. 286

FIGURA 133 – QUANTITATIVO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ATUAL NA UGH SANTANA-APORÉ..... 287

FIGURA 134 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ATUAL DA UGH SANTANA-APORÉ..... 288

FIGURA 135 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE ÁREA URBANIZADA NA UGH SANTANA-APORÉ. 292

FIGURA 136 – DETALHE DA LOCALIZAÇÃO DA SEDE DE CHAPADÃO DO SUL EM RELAÇÃO AOS LIMITES DA UGH SANTANA-APORÉ DO PLANO ANTERIOR (VEDE) E DO PLANO ATUAL (VERMELHO)..... 293

FIGURA 137 – SEDES MUNICIPAIS PRESENTES NA UGH SANTANA-APORÉ, APRESENTADO O COMPARATIVO ENTRE 2013 (CINZA CLARO) E 2021 (CINZA ESCURO). EM VERMELHO, O LIMITE DA UGH. 295

FIGURA 138 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE LAVOURA TEMPORÁRIA NA UGH SANTANA-APORÉ. 295

FIGURA 139 – ÁREA DE LAVOURA TEMPORÁRIA DE PLANTIO DE SOJA NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL..... 296

FIGURA 140 - ÁREA DE LAVOURA TEMPORÁRIA DE PLANTIO DE SOJA NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL. 297

FIGURA 141 - REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS COM IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL NA UGH SANTANA-APORÉ. 297

FIGURA 142 – USO DE PIVÔ CENTRAL PARA ÁREAS IRRIGADAS NO MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA, NA UGH SANTANA-APORÉ 298

FIGURA 143 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE PASTAGEM NA UGH SANTANA-APORÉ. 298

FIGURA 144 - ÁREA DE PASTAGEM NO MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA. 299

FIGURA 145 - ÁREA DE PASTAGEM NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA. 300

FIGURA 146 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE SILVICULTURA NA UGH SANTANA-APORÉ. 300

FIGURA 147 – ÁREA DESTINADA A SILVICULTURA, PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO E SERINGUEIRA, NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABOADO. 301

FIGURA 148 - ÁREA DESTINADA A SILVICULTURA, PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO, NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL. 302

FIGURA 149 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE FORMAÇÃO FLORESTAL NA UGH SANTANA-APORÉ. 302

FIGURA 150 – ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL EM CASSILÂNDIA. 304

FIGURA 151 - ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL EM PARANAÍBA. 304

FIGURA 152 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE FORMAÇÃO CAMPESTRE NA UGH SANTANA-APORÉ. 305

FIGURA 153 – ÁREA HIDROMÓRFICA NO RIO APORÉ, NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL. 307

FIGURA 154 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA CLASSE CORPO D'ÁGUA NA UGH SANTANA-APORÉ. 307

FIGURA 155 – CORPO D'ÁGUA DO RESERVATÓRIO DA UHE ILHA SOLTEIRA, NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABOADO. 308

FIGURA 156 – ÁREA REPRESADA NO RIO APORÉ (BAIXO APORÉ), NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA. 309

FIGURA 157 – RIO SANTANA, EM LOCAL COM LARGURA APROXIMADA DE 32 M, NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA..... 309

FIGURA 158 - RIO DOS BARREIROS, EM LOCAL COM LARGURA APROXIMADA DE 20 M, NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA..... 310

FIGURA 159 – COMPARATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ENTRE OS ANOS DE 2013 E 2019. 311

FIGURA 160 - QUANTITATIVO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ATUAL NA UGH SANTANA-APORÉ NO ANO DE 2013..... 311

FIGURA 161 - QUANTITATIVO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ATUAL NA UGH SANTANA-APORÉ NO ANO DE 2019..... 312

FIGURA 162 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ATUAL DA UGH SANTANA-APORÉ, COMPARATIVO ENTRE OS ANOS DE 2013 E 2019. 313

FIGURA 163 – DETALHAMENTO DO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSO D'ÁGUA E NASCENTE NO RIO ARIRANHA, LOCALIZADO NA SUB-BACIA DO RIO BARREIROS. 316

FIGURA 164 – VEGETAÇÃO NATIVA NA APP DO RIO APORÉ, EM CASSILÂNDIA, NA UGH SANTANA-APORÉ. 317

FIGURA 165 – CÓRREGO PASTO-RUIM NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL, NA UGH SANTANA-APORÉ. APP EM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO. 317

FIGURA 166 – NASCENTE DO RIO APORÉ, NO MUNICÍPIO DE CHAPADÃO DO SUL. 318

FIGURA 167 – REGIÃO DA NASCENTE DO RIO SANTANA, NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA. 318

FIGURA 168 - MAPA DE APPS ASSOCIADAS À HIDROGRAFIA - UGH SANTANA-APORÉ.... 321

FIGURA 169 – REPRESENTAÇÃO DE APP DE ENCOSTA, NO MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA, NA UGH SANTANA-APORÉ. 323

FIGURA 170 - MAPA DE ÁREAS DE APP DE ENCOSTA NA UGH SANTANA-APORÉ. 324

FIGURA 171 – EM SEGUNDO PLANO (AOS FUNDOS) A REPRESENTAÇÃO DO RELEVO ASSOCIADO A APP DE CHAPADA NA UGH SANTANA-APORÉ. 326

FIGURA 172 - MAPA DE ÁREAS DE APP DE CHAPADA NA UGH SANTANA-APORÉ. 327

FIGURA 173 - MAPA DE ÁREAS DE APP NA UGH SANTANA-APORÉ..... 330

FIGURA 174 - DISTRIBUIÇÃO DE PROPRIEDADES POR TAMANHO EM HECTARES NO INTERIOR DA UGH. 331

FIGURA 175 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE TERRAS. 333

FIGURA 176 - VISTA DO ASSENTAMENTO SERRA (-19,43902, -51,79815)..... 334

FIGURA 177 - MAPA DE ORGANIZAÇÃO FUNDIÁRIA E LOCALIZAÇÃO DO ÚNICO ASSENTAMENTO PRESENTE NA UGH. 335

FIGURA 178 - PASTAGEM DEGRADADA NA REGIÃO DE APARECIDA DO TABOADO (-20,04729, -51,03345)..... 341

FIGURA 179 - TERRACEAMENTO EM UMA ENCOSTA EM APARECIDA DO TABOADO (-20,04688, -51,03256)..... 341

FIGURA 180 - PLANTIO DE REFLORESTAMENTO (SERINGUEIRA) EM NÍVEL EM APARECIDA DO TABOADO (-20,0657, -51,07061). 342

FIGURA 181 - TERRACEAMENTO E BARRAGINHA APÓS CHUVA NA REGIÃO DE PARANAÍBA (-19,51997, -51,10891). 342

FIGURA 182 - TERRACEAMENTO EM CASSILÂNDIA PRÓXIMO AO SALTO DO APORÉ (-19,11648, -51,70458)..... 343

FIGURA 183 - TERRACEAMENTO EM CASSILÂNDIA PRÓXIMO À CACHOEIRA DO SOCORRO (-19,20177, -51,73258). 343

FIGURA 184 - IMAGEM DE SATÉLITE DO CÓRREGO PASTO RUIM EM CHAPADÃO DO SUL DATADA DE 2021. 348

FIGURA 185 - IMAGEM DE SATÉLITE DO CÓRREGO PASTO RUIM EM CHAPADÃO DO SUL DATADA DE 1985. 349

FIGURA 186 - IMAGEM DE SATÉLITE EVIDENCIANDO O PROCESSO DE ASSOREAMENTO NA FOZ DO PASTO RUIM NO RIO APORÉ. 349

FIGURA 187 – VISTA DO CÓRREGO PASTO RUIM E ARREDORES – 2021 (-18,78412, -52,55027) 350

FIGURA 188 - VISTA DO CÓRREGO PASTO RUIM E ARREDORES – 2021 (-18,78412, -52,55027). 351

FIGURA 189 - VISTA DO CÓRREGO PASTO RUIM E ARREDORES – 2021. 351

FIGURA 190 - PORÇÕES DE VEGETAÇÃO NATIVA E LINHAS DE PERENES ÀS MARGENS DO CÓRREGO PASTO RUIM. 352

FIGURA 191 - ESQUEMA METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DO MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE EROSIVA. 355

FIGURA 192 - MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL EMERGENTE (FAE) DA UGH SANTANA-APORÉ. 361

FIGURA 193 - MAPA DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS – UGH SANTANA-APORÉ E ARREDORES. 363

FIGURA 194 – MAPA DE EROSIVIDADE DA CHUVA NO BRASIL. 364

FIGURA 195 - MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO HÍDRICA 366

FIGURA 196 - MAPA DE VULNERABILIDADE À EROSÃO HÍDRICA 367

FIGURA 197 - MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DA UHG SANTANA – APORÉ. 371

FIGURA 198 - SISTEMA FEDERAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA 398

FIGURA 199 - SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS SANTANA E APORÉ 414

FIGURA 200 - ÓRGÃOS PÚBLICOS MUNICIPAIS RELACIONADOS COM A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 426

FIGURA 201 - FLUXO PARA A REALIZAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS 452

FIGURA 202 - POÇOS RIMAS DENTRO DA ENVOLTÓRIA DE 30KM DA UGH SANTANA-APORÉ. A - POÇO NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABUADO; B E C - POÇO LOCALIZADO EM CARNEIRINHOS-MG; E D - POÇO LOCALIZADO EM INOCÊNCIA-MS. 474

FIGURA 203 - HISTÓRICO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA (NA) SUBTERRÂNEA DOS POÇOS RIMAS: A - POÇO 3500026837 EM APARECIDA DO TABOADO; B -

POÇO 3100020777 EM CARNEIRINHOS; C - POÇO 3100020776 EM CARNEIRINHOS; E D - POÇO 3500034020 EM INOCÊNCIA. 478

FIGURA 204 – HISTÓRICO DE PRECIPITAÇÕES ANUAIS 2011-19 NO POSTO PLUVIOMÉTRICO LOCALIZADO EM CASSILÂNDIA. 479

FIGURA 205 - POÇOS LEVANTADOS NA PLATAFORMA SIAGAS DENTRO DA ENVOLTÓRIA DE 30KM PARA ALÉM DA UGH, INCLUINDO QUATRO POÇOS DE MONITORAMENTO DA RIMAS. 480

FIGURA 206 – EXEMPLOS DE TIPOS DE PERFIS GEOLÓGICO-CONSTRUTIVOS DE POÇOS. A) SISTEMA CACHOEIRINHA, SITUADO EM CHAPADÃO DO SUL; B) MISTO BAURU-CAIUA E SERRA GERAL, SITUADO EM APARECIDA DO TABOADO; C) SISTEMA BAURU-CAIUÁ, SITUADO EM PARANAÍBA; D) SISTEMA SERRA GERAL, SITUADO EM PARANAÍBA E E) SISTEMA MISTO (SERRA GERAL E GUARANI), SITUADO EM CASSILÂNDIA. 482

FIGURA 207– DISTRIBUIÇÃO QUANTO AOS USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGH. 487

FIGURA 208 – CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS POR SISTEMA AQUÍFERO E VAZÃO – POÇOS SITUADOS NA UGH SANTANA-APORÉ. 488

FIGURA 209 – DISTRIBUIÇÃO SOMATÓRIO DE VAZÕES CADASTRADAS POR SISTEMA AQUÍFEROS, SUB BACIAS E MUNICÍPIOS – POÇOS SITUADOS NA UGH SANTANA-APORÉ. 490

FIGURA 210 - DISTRIBUIÇÃO QUANTO A SITUAÇÃO DOS POÇOS NA UGH COM BASE NOS DADOS DO SIAGAS. 491

FIGURA 211 - SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS POR SISTEMA AQUÍFERO AVALIADOS QUANTO A QUANTIDADE E SOMATÓRIO DE VAZÃO. 492

FIGURA 212 - ANÁLISE TEMPORAL DA VARIAÇÃO DE CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/S), PROFUNDIDADE DO NE, PROFUNDIDADE DO ND E REBAIXAMENTO EM POÇOS DA UGH SANTANA-APORÉ E ENVOLTÓRIA DE 30KM. 499

FIGURA 213 - ANÁLISE TEMPORAL DA VAZÃO DOS POÇOS (VAZÃO DE ESTABILIZAÇÃO) EM POÇOS DA UGH SANTANA-APORÉ E ENVOLTÓRIA DE 30KM. 499

FIGURA 214 - ANÁLISE TEMPORAL DAS CARGAS HIDRÁULICAS (NE) E DA PROFUNDIDADE DOS POÇOS DA UGH SANTANA-APORÉ E ENVOLTÓRIA DE 30KM. 500

FIGURA 215 – MAPA DA VARIAÇÃO DE NÍVEL ESTÁTICO (CARGA HIDRÁULICA) NA UGH E ARREDORES. 501

FIGURA 216 - MAPA DA VARIAÇÃO DE PROFUNDIDADE DE NÍVEL ESTÁTICO NA UGH E ARREDORES. 503

FIGURA 217 - MAPA DA VARIAÇÃO DE REBAIXAMENTO DE NÍVEL D´ÁGUA EM POÇOS DA UGH E ARREDORES. 504

FIGURA 218 - MAPA TEMÁTICO DA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/S) E AQUÍFEROS DE CAPTAÇÃO DOS POÇOS NA UGH E ARREDORES. 506

FIGURA 219 - MAPA DE VARIAÇÃO DA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/S) E AQUÍFEROS AFLORANTES NA UGH E ARREDORES. 507

FIGURA 220 - MAPA TEMÁTICO DE VAZÕES (Q) DOS POÇOS E AQUÍFEROS DE CAPTAÇÃO NA UGH E ARREDORES. 508

FIGURA 221 - MAPA DE INTENSIDADE DE VAZÕES (Q) DOS POÇOS E AFLORAMENTO NO SISTEMA DE AQUÍFEROS NA UGH E ARREDORES. 509

FIGURA 222 - MAPA TEMÁTICO DA VARIAÇÃO DE PROFUNDIDADE DE POÇO NA UGH E ARREDORES. 510

FIGURA 223 - MAPA DE INTENSIDADE DA VARIAÇÃO DE PROFUNDIDADE DE POÇO NA UGH E ARREDORES. 511

FIGURA 224 - DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS QUE A IMASUL MANTINHA CADASTRADOS NA UGH. 516

FIGURA 225 - SITUAÇÃO CADASTRAL DOS POÇOS NA BASE DO IMASUL E DISTRIBUIÇÃO POR SISTEMAS AQUÍFEROS INFORMADOS..... 518

FIGURA 226– DISTRIBUIÇÃO DAS VAZÕES CADASTRADAS NOS POÇOS IMASUL POR SISTEMAS AQUIFEROS, SUBBACIAS E MUNICIPIOS. 521

FIGURA 227 - DISTRIBUIÇÃO DO % DE NÚMERO DE POÇOS QUANTO AO USO/FINALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGH, COM BASE NOS DADOS DO IMASUL. 522

FIGURA 228– DISTRIBUIÇÃO DO % DE VAZÃO QUANTO AO USO/FINALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGH, COM BASE NOS DADOS DO IMASUL. 522

FIGURA 229 – POÇOS LEVANTADOS NA UGH ATRAVÉS DA SANESUL E DAE DE CASSILÂNDIA 524

FIGURA 230 - POÇÕES USADOS PELA SANESUL NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM APARECIDA DO TABOADO-MS (7779074 N E 488909 E UTM 22S) E PARANAÍBA (7821780N E 482101E UTM 22S): A – VISTA DO POÇÃO E CAIXA DE RESFRIAMENTO DA ÁGUA QUE SAI EM APARECIDA DO TABOADO; B – VISTA DO POÇÃO EM APARECIDA DO TABOADO; C- VISTA DO POÇÃO E DA CAIXA DE RESFRIAMENTO EM PARANAÍBA; D – VISTA DO POÇÃO EM PARANAÍBA. 530

FIGURA 231 – PERFIL DO POÇÃO INSTALADO NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DO TABOADO PARA ABASTECIMENTO URBANO PELA SANESUL (POÇO APT 015). 531

FIGURA 232 – PERFIL DO POÇÃO INSTALADOS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA PARA ABASTECIMENTO URBANO PELA SANESUL (POÇO PAR 013). 532

FIGURA 233 – MAPA POTENCIOMÉTRICO, ÁREAS AFLORANTES E CONFINADAS DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL. 533

FIGURA 234 - ÁREA DE EXPOSIÇÃO DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU-CAIUÁ NOS ESTADOS DE SÃO PAULO, PARANÁ E MATO GROSSO DO SUL..... 536

FIGURA 235 – MAPA COM ÁREAS DE PRECIPITAÇÃO OBTIDOS COM BASE NAS ISOIETAS DA UGH. 540

FIGURA 236 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE DIAGNÓSTICOS NOS DOMÍNIOS PEDOLÓGICOS E LITOLÓGICOS DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI. A) SAPRÓLITO DO ARENITO QUE COMPÕE O SISTEMA GUARANI EM CONTATO COM SAPRÓLITO DE ROCHA BASÁLTICA POR CIMA, SENDO A.1 AMOSTRAS DE MÃO DO ARENITO VERMELHO E BASALTO, AMBOS ALTERADOS (373819/7915097 UTM 22S); B) VISTA DO CONTATO ENTRE O DOMÍNIO DOS LITOTIPOS QUE COMPÕE O SISTEMA GUARANI SOBREPOSTOS PELOS SAPRÓLITOS BASÁLTICOS E SOLO ELUVIAL DO SERRA GERAL (372290/7910760 UTM 22S); C) ÁREA DE RECARGA DO CONTEXTO DO SISTEMAS AQUÍFERO GUARANI NA UGH (372831/7913185UTM 22S); D) RIO APORÉ PASSANDO SOBRE O DOMÍNIO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (373831/7915245 UTM 22S)..... 546

FIGURA 237 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE DIAGNÓSTICOS NOS DOMÍNIOS PEDOLÓGICOS E LITOLÓGICOS DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU-CAIUÁ. A) SAPROLITO DO ARENITO QUE COMPÕE O SISTEMA, SENDO A.1 LITOTIPO VISTO DE PERTO (427149/7859564 UTM 22S); B) AFLORAMENTO DE ARENITO COM NÍVEIS SILICÁTICO-CARBONÁTICOS E QUE COMPÕE O SISTEMA (ASSOCIAÇÃO À FM. MARÍLIA), SENDO B.1) AMOSTRA DE MÃO DO ARENITO COM VÊNULA DE CALCITA (422763/7877488 UTM 22S); C) AFLORAMENTO DE ARENITO REPRESENTATIVO DO SISTEMA BAURU-CAIUÁ, SENDO C.1) UMA VISTA DE PERTO DO LITOTIPO E C.2) VISTO PELA LUPA DE MÃO (420741 /7886759 UTM 22S); D) CÓRREGO PASSANDO SOBRE LITOTIPOS REPRESENTATIVOS DO SISTEMA (420741/7886759UTM 22S). 547

FIGURA 238 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE DIAGNÓSTICOS NOS DOMÍNIOS PEDOLÓGICOS E LITOLÓGICOS DO SISTEMA AQUÍFERO CACHOEIRINHA. A)

CORTE DE ESTRADA QUE RETRATA A COBERTURA CASCALHOSA QUE REPRESENTA O SISTEMA, SENDO A.1)RETRATANDO NÍVEIS DE CASCALHOS GROSSOS (319445/7924206 UTM 22S); B) COBERTURAS LATERÍTICAS NO CONTEXTO DO SISTEMA, SENDO B.1) AMOSTRA DE LATERITA VISTA DE PERTO (319445/7924206 UTM 22S);C) COBERTURA COM MATRIZ ARENO-ARGILOSA COMPOSTA POR CASCALHOS DE TAMANHOS VARIADOS, SENDO C.1) RETRATANDO OS DIFERENTES TAMANHOS (319445/7924206 UTM 22S); D) SOLO ARENO-SILTOSO COM NÍVEIS ARGILOSOS QUE REPRESENTAM O SISTEMA, SENDO D.1) UMA VISTA DE PERTO DA PEDOLOGIA (329845/7920647 UTM 22S)..... 548

FIGURA 239 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS NOS DOMÍNIOS PEDOLÓGICOS E LITOLÓGICOS DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL. A) PEDREIRA DE ROCHAS BASÁLTICAS REPRESENTATIVAS DESTE SISTEMA AQUÍFERO (488049/7808241 UTM 22S); B) MANTO DE ALTERAÇÃO E ROCHAS BASÁLTICAS DO SISTEMA, SENDO B.1 A ROCHA BASÁLTICA VISTA DE PERTO E QUE É REPRESENTATIVA DO SISTEMA (488049/7808241 UTM 22S); C) AFLORAMENTO DE ROCHAS BASÁLTICA QUE COMPÕE O SISTEMA AQUÍFERO PRÓXIMO AO RIO APORÉ; D) RIO APORÉ PASSANDO SOBRE O DOMÍNIO DO SERRA GERAL..... 549

FIGURA 240 - ESPESSURAS, LITOTIPOS E ESPACIALIZAÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS NA UGH EM PERFIL VERTICAL E EM SUPERFÍCIE, CONTEXTUALIZANDO OS LIMITES MUNICIPAIS..... 551

FIGURA 241 - LOCALIZAÇÃO GERAL DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA – UGH SANTANA-APORÉ. 555

FIGURA 242 - LOCALIZAÇÃO DETALHADA DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA – UGH SANTANA-APORÉ..... 556

FIGURA 243 – EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 565

FIGURA 244 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA..... 566

FIGURA 245 – EVOLUÇÃO DO PH NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 567

FIGURA 246 – EVOLUÇÃO DO PH NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA. 568

FIGURA 247 - EVOLUÇÃO DE DBO NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 569

FIGURA 248 - EVOLUÇÃO DE DBO NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA. 569

FIGURA 249 - EVOLUÇÃO DE OD NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 570

FIGURA 250 - EVOLUÇÃO DE OD NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA. 571

FIGURA 251 - EVOLUÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 572

FIGURA 252 - EVOLUÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA..... 572

FIGURA 253 - EVOLUÇÃO DE FÓSFORO TOTAL NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 573

FIGURA 254 - EVOLUÇÃO DE FÓSFORO TOTAL NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA..... 574

FIGURA 255 - EVOLUÇÃO DE TURBIDEZ NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 575

FIGURA 256 - EVOLUÇÃO DE TURBIDEZ NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA. 575

FIGURA 257 - EVOLUÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 576

FIGURA 258 - EVOLUÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA..... 577

FIGURA 259 - EVOLUÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH APORÉ. 578

FIGURA 260 - EVOLUÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NO TEMPO E NO ESPAÇO PARA A UPH SANTANA..... 579

FIGURA 261 – POÇOS SANESUL E DAE-CASSILÂNDIA CONTIDOS NA UGH E QUE POSSUEM RESULTADOS QUANTO À QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ÁGUA BRUTA). 588

FIGURA 262 – PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REDE ESTADUAL JÁ IMPLEMENTADA. 593

FIGURA 263 – MAPA GEOTERMAL DO BRASIL (FONTE: IBGE 2010). 599

FIGURA 264 – LAGOA TERMAL EM EMPREENDIMENTO ÀS MARGENS DO RIO APORÉ, EM LAGOA SANTA-GO..... 599

FIGURA 265 – POÇO DE ÁGUA TERMAL PARA USO RECREATIVO EM BALNEÁRIOS EM PARANAÍBA-MS (SÃO J. DO APORÉ) ÀS MARGENS DO RIO APORÉ, NA DIVISA COM LAGOA SANTA-GO..... 600

FIGURA 266 –ILUSTRAÇÕES DE TIPOS DE FONTES POTENCIAS DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGH SANTANA-APORÉ. A) ESGOTOS (489595/7777580 UTM 22S); B) CEMITÉRIOS; C) PESTICIDAS (323180/7924012 UTM 22S); D) LIXÕES OU ATERROS SANITÁRIOS (415614/7889900 UTM 22S)..... 613

FIGURA 267 - FATORES QUE INTEGRAM A ANÁLISE DE VULNERABILIDADE PELO MÉTODO DRASTIC..... 614

FIGURA 268 - MÉTODO GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS 615

FIGURA 269 - MAPA DE VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS DA UGH SANTANA APORÉ. 619

FIGURA 270 - ESQUEMA DE PROTEÇÃO SANITÁRIA DE POÇOS TUBULARES. 621

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA UGH SANTANA-APORÉ. 54

TABELA 2 - PRINCIPAIS BACIAS E SUB-BACIAS DA UGH SANTANA-APORÉ E ARREDORES.. 76

TABELA 3 – ORDENAMENTO (HIERARQUIA FLUVIAL) DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 85

TABELA 4 - ORDENAMENTO (HIERARQUIA FLUVIAL) DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 85

TABELA 5 – RELAÇÃO DE BIFURCAÇÃO DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 92

TABELA 6 – ÁREA DE DRENAGEM DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 96

TABELA 7 - PERÍMETRO DAS BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 100

TABELA 8 - PERÍMETRO DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 103

TABELA 9 – PARÂMETRO PARA ANÁLISE DE COEFICIENTE DE COMPACIDADE 104

TABELA 10 – COEFICIENTE DE COMPACIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 105

TABELA 11 – DENSIDADE DE DRENAGEM DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 110

TABELA 12 – DENSIDADE DE DRENAGEM DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE COMPÕEM A UGH SANTANA-APORÉ. 114

TABELA 13 – MATRIZ DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES ELABORADA A PARTIR DO CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE FREQUÊNCIA E IMPACTO DOS EVENTOS. 117

TABELA 14 - INFORMAÇÕES DO SNIS SOBRE GESTÃO DE RISCOS E PRESENÇA DE EVENTOS HIDROLÓGICOS IMPACTANTES (ENXURRADAS, ALAGAMENTOS ETC.) E CONSEQUÊNCIAS (ÓBITOS, DESABRIGADOS ETC.). 121

TABELA 15 - PROCESSOS MINERÁRIOS CADASTRADOS NA UGH SANTANA-APORÉ - ANM. 139

TABELA 16 - DOMÍNIOS E UNIDADES DE GEODIVERSIDADE PRESENTES DA UGH SANTANA-APORÉ (DESTACADAS EM VERMELHO), BEM COMO SUA ADEQUABILIDADE E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO, OCUPAÇÃO, OBRAS DE ENGENHARIA E DEMAIS ATIVIDADES; ELEMENTOS DE VULNERABILIDADE/ACESSIBILIDADE DOS AQUÍFEROS; POTENCIAL MINERÁRIO E GEOTURÍSTICO. 151

TABELA 17 - SÍNTESE CONCEITUAL PARA OS SISTEMAS AQUÍFEROS PRESENTES NA UGH SANTANA-APORÉ. 158

TABELA 18- DISTRIBUIÇÕES DOS SISTEMAS AQUÍFEROS NAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DA UGH SANTANA APORÉ NO ESTADO DO MS. 159

TABELA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS POR MUNICÍPIOS EM FUNÇÃO DA ÁREA OCUPADA EM KM2 159

TABELA 20 - ESTABELECIMENTO DAS CLASSES PRODUTIVIDADE POR SISTEMAS AQUÍFEROS 160

TABELA 21 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE PRODUTIVIDADE POR SUB-BACIA NA UGH SANTANA-APORÉ. 164

TABELA 22 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE PRODUTIVIDADE POR MUNICÍPIO NA UGH SANTANA-APORÉ 164

TABELA 23 - CLASSES DE RELEVO A PARTIR DA DECLIVIDADE. 167

TABELA 24 - CLASSES DE SOLOS ENCONTRADAS NA ÁREA DA UGH SANTANA-APORÉ.... 185

TABELA 25 - INVENTÁRIO DE POSTOS PLUVIOMÉTICOS - UGH SANTANA–APORÉ E ARREDORES. 203

TABELA 26 – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS E UTILIZADAS NO ESTUDO PARA INTERPOLAÇÃO IDW E GERAÇÃO DE MAPA DE ISOIETAS. 205

TABELA 27 - ESTAÇÕES UTILIZADAS PARA A AVALIAÇÃO METEOROLÓGICA DA UGH SANTANA-APORÉ. 207

TABELA 28 - VALORES DE PRECIPITAÇÃO NOS ÚLTIMOS 10 ANOS (2011 -2019) CONSIDERANDO O TOTAL ACUMULADO, PERÍODO SECO E CHUVOSO, NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS AVALIADAS NESTE ESTUDO. 221

TABELA 29 - DADOS METEOROLÓGICOS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DAS ESTAÇÕES DE CASSILÂNDIA/MS, CHAPADÃO DO SUL/MS E PARANAÍBA/MS..... 234

TABELA 30 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UCS) PRESENTES NA REGIÃO DA UGH SANTANA-APORÉ. 246

TABELA 31 – CORRESPONDÊNCIA TAXONÔMICA ENTRE TÁXONS DOS ESTUDOS UTILIZADOS E DE BASE DE DADOS ATUALIZADOS EM 2021. 255

TABELA 32 - ESPÉCIES ENDÊMICAS NA BACIA DO ALTO PARANÁ..... 259

TABELA 33 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NAS SUB-BACIAS DE REFERÊNCIA. 289

TABELA 34 - QUANTITATIVO DE LOCALIZAÇÃO POR SUB-BACIA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE HIDROGRAFIA..... 319

TABELA 35 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE HIDROGRAFIA. 320

TABELA 36 - QUANTITATIVO DE LOCALIZAÇÃO POR SUB-BACIA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE ENCOSTA. 322

TABELA 37 – QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE ENCOSTA. 323

TABELA 38 - QUANTITATIVO DE LOCALIZAÇÃO POR SUB-BACIA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CHAPADA. 325

TABELA 39 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CHAPADA. 326

TABELA 40 - QUANTITATIVO DE LOCALIZAÇÃO POR SUB-BACIA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE. 328

TABELA 41 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE INTEGRADAS. 329

TABELA 42 - DADOS CENSO AGROPECUÁRIO 2017 - FLORESTAS E AGROFLORESTAS..... 344

TABELA 43 – DADOS CENSO AGROPECUÁRIO 2017 - TIPOS DE CULTIVOS. 345

TABELA 44 - DADOS CENSO AGROPECUÁRIO 2017 - ADUBAÇÃO E IRRIGAÇÃO..... 346

TABELA 45 - PESOS ATRIBUÍDOS PARA REALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DE MEIO FÍSICO. 356

TABELA 46 - ATRIBUTOS E PESOS PARA LITOLOGIA 356

TABELA 47 - ATRIBUTOS E PESOS PARA GEOMORFOLOGIA 357

TABELA 48 - ATRIBUTOS E PESOS PARA DECLIVIDADE 357

TABELA 49 - ATRIBUTOS E PESOS PARA PEDOLOGIA 358

TABELA 50 - ATRIBUTOS E PESOS PARA PLUVIOSIDADE (PERÍODO SECO) 358

TABELA 51 – ATRIBUTOS E PESOS PARA PLUVIOSIDADE (PERÍODO CHUVOSO)..... 359

TABELA 52 - ATRIBUTOS E PESOS PARA USO, OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL. 359

TABELA 53 - UNIDADES DE APTIDÃO AGRÍCOLA POR SUB BACIAS HIDROGRÁFICAS PERTENCENTES A UGH SANTANA-APORÉ..... 372

TABELA 54 - SITUAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO À LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO NAS ÁREAS DAS POLÍTICAS URBANA, AMBIENTAL E DE SANEAMENTO BÁSICO 392

TABELA 55 – COMPOSIÇÃO DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH 401

TABELA 56 - COMPOSIÇÃO DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA (CBH PARANAÍBA) 402

TABELA 57 - COMPOSIÇÃO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH/MS) 415

TABELA 58 - COMPOSIÇÃO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS SANTANA E APORÉ (CBH SANTANA E APORÉ)..... 419

TABELA 59 - PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS DA UGH SANTANA-APORÉ 453

TABELA 60- INVENTÁRIO DE PONTOS DE MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICOS DA UGH SANTANA-APORÉ. 465

TABELA 61– PRINCIPAIS INDICADORES HÍDRICOS DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS LOCALIZADAS NO RIO APORÉ. 468

TABELA 62 – RESULTADOS DAS VAZÕES REGIONALIZADAS APLICADAS PARA AS SUB-BACIAS DE INTERESSE. 469

TABELA 63 – CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS RIMAS POR MEIO DAS INFORMAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS E DE POÇOS. 475

TABELA 64 – ESTATÍSTICA BÁSICA DOS POÇOS RIMAS QUANTO AS INFORMAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS E DE POÇOS, OBTIDAS EM TESTES DE BOMBEAMENTO. 476

TABELA 65 – QUANTIDADE DE POÇOS SIAGAS POR MUNICÍPIO NA UGH SANTANA-APORÉ. 483

TABELA 66 – QUANTIDADE DE POÇOS SIAGAS POR SUB-BACIA NA UGH SANTANA-APORÉ. 483

TABELA 67 - CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS E HIDRODINÂMICA NA UGH. 483

TABELA 68 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA - ESTATÍSTICA POR SISTEMAS AQUÍFEROS DE POÇOS SITUADOS NA UGH, COM BASE NAS INFORMAÇÕES DO SIAGAS. 484

TABELA 69 – DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS DE POÇOS DOS SISTEMAS AQUÍFEROS POR SUB-BACIA E MUNICÍPIO, NA UGH SANTANA-APORÉ. 489

TABELA 70 - CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS E HIDRODINÂMICOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGH E ENVOLTÓRIA DE 30KM. 493

TABELA 71 - CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS E HIDRODINÂMICO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS DA UGH E NA ENVOLTÓRIA DE 30KM. 495

TABELA 72 – ANÁLISE TEMPORAL DOS DADOS DE POÇOS E HIDRODINÂMICOS CORRELACIONADOS AOS SISTEMAS AQUÍFEROS NA UGH E NA REGIÃO DA ENVOLTÓRIA DE 30KM. 497

TABELA 73 - QUANTIDADE DE POÇOS IMASUL POR MUNICÍPIO NA UGH. 517

TABELA 74 - QUANTIDADE DE POÇOS IMASUL POR SUB-BACIA NA UGH. 517

TABELA 75 - CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS E HIDRODINÂMICA NA UGH – BASE IMASUL (OUTORGAS). 519

TABELA 76 – DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS DE POÇOS IMASUL UTILIZADOS POR SUB-BACIA. 519

TABELA 77 – DISTRIBUIÇÃO DE POÇOS - SANESUL E DAE-CASSILÂNDIA, POR MUNICÍPIO. 525

TABELA 78 - DISTRIBUIÇÃO DE POÇOS - SANESUL E DAE-CASSILÂNDIA, POR SUB-BACIA. 525

TABELA 79 – INFORMAÇÕES DOS POÇOS E DE ABASTECIMENTO DA SANESUL E DAE/CASSILÂNDIA, UTILIZADOS NO ABASTECIMENTO URBANO – DADOS DE 2021. 526

TABELA 80 – CARACTERÍSTICAS DE POÇOS E HIDRODINÂMICOS – POÇOS DA SANESUL NO SISTEMA AQUÍFERO LIVRE DE CHAPADÃO DO SUL (INDICADO NOS PERFIS COMO FORMAÇÃO CACHOEIRINHA). 529

TABELA 81– PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (SG) NO ESTADO DE SÃO PAULO E NA BACIA DO PARANÁ EM GERAL. 534

TABELA 82 - DADOS HIDROGEOLÓGICOS DOS POÇOS CONTIDOS NO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL 535

TABELA 83 - DADOS HIDROGEOLÓGICOS DOS POÇOS CONTIDOS NOS AQUÍFEROS QUE FAZEM PARTE DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU-CAIUÁ NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. 537

TABELA 84 - DADOS HIDROGEOLÓGICOS DOS POÇOS CONTIDOS NOS AQUÍFEROS QUE FAZEM PARTE DO SISTEMA AQUÍFERO CACHOEIRINHA NA BACIA DO PARAGUAI. 538

TABELA 85 - VALORES DAS TAXAS DE INFILTRAÇÃO E COEFICIENTE DE SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS AQUÍFEROS NA UGH. 538

TABELA 86 - ÁREA DE SISTEMAS AQUÍFEROS POR MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO. 541

TABELA 87 - ÁREA DE SUB-BACIA E MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA. 541

TABELA 88 - RESERVA REGULADORA DOS SISTEMAS AQUÍFEROS DA UGH SANTANA-APORÉ. 542

TABELA 89 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA EXPLOTÁVEL OU OUTORGÁVEL PARA OS SISTEMAS AQUÍFEROS NO CONTEXTO DA UGH SANTANA-APORÉ. 542

TABELA 90 – VALORES 1 DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA POR SUBBACIAS NA UGH SANTANA-APORÉ. 543

TABELA 91– SÍNTESE DE DADOS DE DISPONIBILIDADE EXPLOTÁVEL, VAZÕES DOS POÇOS E % DE UTILIZAÇÃO. 544

TABELA 92 - PONTOS DE MONITORAMENTO – UGH SANTANA-APORÉ 554

TABELA 93 - VALORES DE REFERÊNCIA - CONAMA357/05 E CECA/MS 036 559

TABELA 94 - LOCALIZAÇÃO GERAL, FREQUÊNCIA E PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA ATUAL REDE. 560

TABELA 95 - VALORES DE IQA MÉDIO PARA A UPG APORÉ AO LONGO DO TEMPO E SOB DIFERENTES CONDIÇÕES SAZONAIS (CHUVA E ESTIAGEM). 563

TABELA 96 - VALORES DE IQA MÉDIO PARA A UPG SANTANA AO LONGO DO TEMPO E SOB DIFERENTES CONDIÇÕES SAZONAIS (CHUVA E ESTIAGEM). 564

TABELA 97 - RESULTADOS GERAIS DE MONITORAMENTO DA UPH APORÉ COM DESTAQUE PARA AS INCONFORMIDADES LEGAIS (CLASSE 2) AO LONGO DO TEMPO E DO ESPAÇO..... 581

TABELA 98 - RESULTADOS GERAIS DE MONITORAMENTO DA UPH SANTANA COM DESTAQUE PARA AS INCONFORMIDADES LEGAIS (CLASSE 2) AO LONGO DO TEMPO E DO ESPAÇO. 582

TABELA 99 – INDICAÇÕES DE CLASSES DE ENQUADRAMENTO SEGUNDO OS RESULTADOS MÉDIOS PARA OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA OBTIDOS PARA CADA UM DOS PONTOS DA UPH APORÉ NOS DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS. 585

TABELA 100 – INDICAÇÕES DE CLASSES DE ENQUADRAMENTO SEGUNDO OS RESULTADOS MÉDIOS PARA OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA OBTIDOS PARA CADA UM DOS PONTOS DA UPH SANTANA NOS DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS. 586

TABELA 101- VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS QUE DEVEM SER CONSIDERADOS PARA EFEITOS DE QUALIDADE, VALORES MÁXIMOS E POTABILIDADE. 590

TABELA 102 – COMPILAÇÃO DE DADOS DE ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS QUE COMPÕE O SISTEMA AQUÍFERO GUARANI A NÍVEL REGIONAL. 595

TABELA 103– CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS – ANÁLISES EM POÇOS QUE EXTAREM ÁGUA DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI NA UGH. 596

TABELA 104 – COMPILAÇÃO DE DADOS DE ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS PARA OS SISTEMAS BAURU-CAIUÁ E CENOZOICO. 602

TABELA 105 – DADOS DE ANÁLISES NOS POÇOS DE MONITORAMENTO RASOS DA RIMAS/CPRM SITUADOS NA ENVOLTÓRIA DE 30KM DA UGH SANTANA-APORÉ. 603

TABELA 106 – CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS – POÇOS EM CHAPADÃO DO SUL – BASE DE DADOS DA SANESUL..... 604

TABELA 107 – CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS – POÇOS DO DAE/CASSILÂNDIA..... 605

TABELA 108 – COMPILAÇÃO DE DADOS DE ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGANOLÉPTICOS QUE COMPÕE O SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL A NÍVEL REGIONAL. 607

TABELA 109 – TIPOS DE COBERTURAS AVALIADOS E SUAS RESPECTIVAS NOTAS ADOTADAS. 616

TABELA 110 - ÁREAS E PORCENTAGEM POR CLASSE DE VULNERABILIDADE NA UGH 618

TABELA 111 – LISTA DA ICTIOFAUNA REGIONAL, ORIUNDA DE DADOS SECUNDÁRIOS E ASPECTOS ECOLÓGICOS..... 630

LISTA DE SIGLAS

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas

AGRAER - Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural

ANA - Agência Nacional de Águas

ANDAV - Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários

APP – Área de Proteção Permanente

CBERS - China-Brazil Earth Resources Satellite

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CECAV - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas

CEMTEC-MS – Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de Mato Grosso do Sul

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DER-MS - Departamento Estadual de Trânsito de Mato Grosso do Sul

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESRI - Environmental Systems ResearchInstitute

GPS - Global Positioning System

IBGE - *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IMASUL -Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PARH - Plano de Ação de Recurso Hídrico

PMDBBS - *Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite*

PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PRH - Plano de Recursos Hídricos

PT - Plano de Trabalho

RH - Região Hidrográfica

SED-MS - Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul

SEDHAST-MS Secretaria de Estado de Direitos Humanos, Assistência Social e Trabalho de Mato Grosso do Sul

SEMAGRO - Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar do Mato Grosso do Sul

SNCR - Sistema Nacional de Cadastro Rural

SANESUL - Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SIGEF - Sistema de Gestão Fundiária

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SRQA - Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental

TR - Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação

UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UGH - Unidade de Gestão Hídrica

UHE - *Usina Hidrelétrica*

UPH – Unidade de Planejamento Hídrico

VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado

1 - APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao Produto 2 – Diagnóstico da Unidade de Gestão Hídrica do Santana-Aporé – Versão Preliminar, do Contrato ABHA/PN Nº 006/2020, celebrado entre a Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (ABHA Gestão de Águas) e o consórcio MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, composto pelas empresas MYR Projetos Estratégicos e Consultoria LTDA e Hidrogeoambiental – Projetos, Serviços & Consultoria.

Este estudo foi viabilizado com recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, conforme Deliberação CBH Paranaíba nº 112, de 05/12/2019, que incluiu a contratação de serviços de “Revisão e atualização do Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica (UGH) Santana-Aporé”, tendo a ABHA Gestão das Águas como contratante, função delegada dentro do Contrato de Gestão nº 006/ANA/2012, de forma a permitir aos componentes do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos continuarem a implementação e o aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos nesta Unidade sul-mato-grossense.

Essa cobrança é um instrumento econômico de gestão das águas, previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 – “Lei das Águas”), e seu objetivo é garantir os padrões de quantidade, qualidade e regime estabelecidos para as águas de cada bacia.

A execução do trabalho baseia-se no Ato Convocatório ABHA/PN Nº 004 / 2020 e seu Termo de Referência - TR / Anexo (ABHA, 2020a), tendo como etapa inicial o Plano de Trabalho, seguido do Diagnóstico (fase atual), Prognóstico, Plano de Ações e Consolidação do Plano, incluindo atividades técnicas e participativas.

O objetivo é a revisão e atualização do Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Santana-Aporé – PARH Santana-Aporé, apresentado por ANA (2013a,b). Assim, como orientado no TR, o Plano de Ação será conduzido por processo de articulação de propostas, com contribuições de diferentes agentes sociais que interagem em seu território, com vistas a garantir usos mais racionais ou sustentáveis dos recursos naturais / hídricos, econômicos e socioculturais, com base em princípios e diretrizes previamente acordados.

Nesse sentido, o Produto 2, aqui apresentado, tem por objetivo exibir a caracterização atual da UGH (“a bacia que temos”), abordando aspectos significativos os quais serão utilizados nas etapas seguintes da revisão do Plano de Ações.

A sequência de Etapas e produtos previstos é apresentada na Figura 1.Figura 1 - Etapas de construção para a revisão e atualização do PARH da UGH Santana-Aporé.

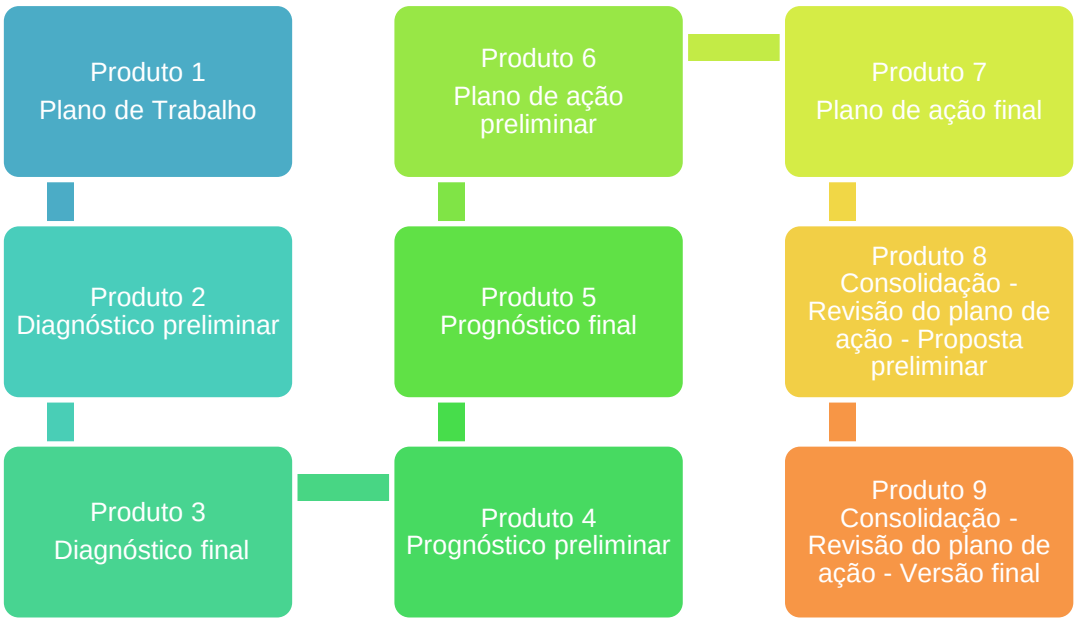


Figura 1 - Etapas de construção para a revisão e atualização do PARH da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2020.

Dentro do processo participativo, estão previstas três Reuniões Públicas: I - Diagnóstico e Prognóstico, em seguida à entrega do Produto 4; II - Plano de Ação, em seguida à entrega do Produto 6; e III – Consolidação do Plano: em seguida à entrega do Produto 8.

2 - CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA

Os comitês de bacias hidrográficas são órgãos colegiados do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH, com atribuições normativas, consultivas e deliberativas e o foro principal para o conhecimento, o debate de problemas, o planejamento e a tomada de decisão sobre os usos múltiplos dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica de sua jurisdição. Foram criados com o objetivo de compartilhar poder e responsabilidades entre os governos e os diversos setores da sociedade no que tange à gestão dos recursos hídricos, propiciando maior participação da população, visando atingir aos propósitos da “Lei das Águas” (Lei Federal nº 9.433/1997). Os comitês de bacias possuem representantes dos poderes públicos, usuários de água e entidades da sociedade civil organizada.

Atualmente existem seis comitês federais, entre os quais o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba (CBH – Paranaíba). O CBH – Paranaíba foi criado por Decreto Federal de 16 de julho de 2002 e abrange áreas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul (ANA, 2020a).

Para fins de elaboração do Plano de Recursos Hídricos, a bacia do rio Paranaíba foi subdividida em 10 Unidades de Gestão Hídrica - UGHs. Para a definição destas UGHs, foram consultadas as divisões hidrográficas adotadas pelos órgãos gestores de recursos hídricos; estão associadas basicamente aos principais rios que são tributários do Paranaíba (PRH-Paranaíba - ANA, 2013a).

A UGH Santana-Aporé, objeto do presente estudo, é a única unidade de gestão hídrica da bacia federal do rio Paranaíba com área no território do Estado do Mato Grosso do Sul, com extensão em quatro municípios, nos quais possuem no mínimo parte de seu perímetro urbanizado dentro da bacia: Aparecida do Taboado, Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba (ANA, 2013a,b).

A área de estudos (UGH Santana-Aporé) tem atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé (CBH Santana e Aporé), colegiado sul-mato-grossense criado por meio da Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CERH-MS n°032 de 2016. Também possui representantes do poder público (neste caso, estadual e municipal), usuários das águas e entidades da sociedade civil.

As agências de água são entidades cuja função é dar o suporte técnico e administrativo aos comitês de bacia hidrográfica, entre outras funções. São parte integrante do SINGREH, criadas mediante solicitação dos comitês de bacia e autorização do Conselho Nacional (ou Estadual) de Recursos Hídricos.

A viabilidade de uma agência de água deve ser assegurada por meio de recursos, notadamente da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sua área de atuação. Entre as atribuições das agências de água, se destacam: viabilizar o desenvolvimento de estudos como subsídio à gestão dos recursos hídricos, a aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança de acordo com o planejamento aprovado pelo comitê e a manutenção de cadastros de usuários de água (ANA, 2020a).

A ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas é uma instituição de histórico e abrangência diversificada, tendo começado atrelada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e se tornado entidade equiparada a agência de bacia em 2007 (na época, Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari), por meio da Deliberação nº 55 do CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.

Posteriormente, foi agregando mais funções e atrelamentos a colegiados. No âmbito federal, é responsável gestão do CBH-Paranaíba desde 2012; e a gestão do CBH Grande a partir de 2016; além do apoio às atividades do CBH Paranapanema, a partir de 2017 (ABHA, 2020b).

O orçamento da ABHA Gestão de Águas aprovado para o período 2020, através da Deliberação CBH Paranaíba nº 112, de 05 de dezembro de 2019, estabelece diretrizes para a condução, entre outros, do Programa de Contratação de serviço técnico especializado para Revisão e Atualização do Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Santana-Aporé (ABHA, 2020b).

Previstos pela PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos, os PRH - Planos de Recursos Hídricos são documentos que definem a agenda dos recursos hídricos de

uma bacia ou região, incluindo informações sobre ações de gestão, projetos, obras e investimentos prioritários. Além disso, fornecem dados atualizados que contribuem para o enriquecimento das bases de dados da ANA (ANA, 2020a).

O PRH se constitui como importante instrumento do PNRH, pois embasa as ações para a gestão compartilhada e o uso múltiplo e integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (ANA, 2013a). As diretrizes para elaboração de um PRH são estabelecidas na Resolução CNRH n°145, de 12 de dezembro de 2012, contemplando: arranjo organizacional para elaboração e aprovação do plano; articulação para harmonização do plano de recursos hídricos da bacia com outros planos e estudos; conteúdo do plano; e implementação e das revisões do plano.

O modelo de desenvolvimento da bacia, para que seja assentado em bases sustentáveis, não pode deixar de considerar a água como elemento estruturante do seu processo. É nesta perspectiva que foi elaborado, no período de 2010 a 2013, o Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – PRH Paranaíba. Sua missão é articular os diversos atores sociais para garantir a oferta de água, em quantidade e qualidade, visando ao desenvolvimento sustentável e à melhoria da qualidade de vida na bacia hidrográfica do rio Paranaíba (ANA, 2013a,b).

Tendo como documento de referência o PRH-Paranaíba, foram então produzidos os Planos de Ação de Recursos Hídricos (PARHs) para cada uma das dez Unidades de Gestão Hídrica (UGHs). Os PARHs, portanto, têm foco na apresentação dos resultados produzidos no PRH Paranaíba e desagregados para a região das UGHs, fornecendo produtos com maior detalhamento para os diferentes setores da bacia (ABHA, 2020a).

O PARH da UGH Santana-Aporé foi elaborado a partir do conteúdo produzido no PRH Paranaíba sobre esta Unidade de Gestão. A estrutura do documento reflete as etapas de elaboração de Planos de Recursos Hídricos e está focada na sistematização das principais questões que caracterizam e comprometem a qualidade e a quantidade de água, identificadas no diagnóstico (condição atual) e no prognóstico (cenários para 2030) e, principalmente, no detalhamento dos programas e intervenções necessários à gestão dos recursos hídricos, estabelecidos em suas metas e programas (ANA,

2013b). Alinha-se, desse modo, aos objetivos e metas definidos para o PRH Paranaíba (ANA, 2013a).

Os aspectos metodológicos que produziram os dados e as informações, assim como o processo participativo envolvido, são apresentados detalhadamente nestes documentos (ANA, 2013a,b), os quais são o ponto de partida para a realização dos estudos de revisão e atualização do PARH Santana-Aporé, objeto do presente estudo.

3 - ÁREA DE ESTUDO

A Região Hidrográfica do rio Paraná (RH-PR) é uma das doze regiões hidrográficas do Brasil (Figura 2), conforme Resolução CNRH n. 32, de 15/10/2003, e abrange porções dos territórios dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, além do Distrito Federal, ocupando pouco mais de 10% do território nacional. É a mais populosa e de maior desenvolvimento econômico do país. Por isso, possui as maiores demandas por recursos hídricos, tendo como destaque o uso industrial. É também a região com maior área irrigada e maior aproveitamento do potencial hidráulico disponível. Os temas mais relevantes para a gestão das águas na RH-PR são: abastecimento urbano, qualidade da água, conflitos pelos usos da água e vulnerabilidade a inundações (ANA, 2021).

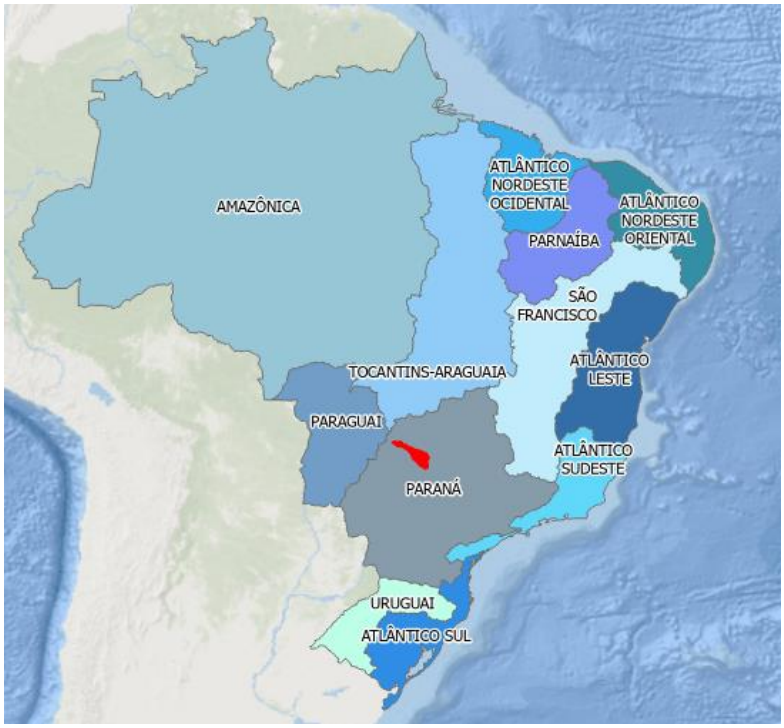


Figura 2 – Regiões hidrográficas brasileiras e localização da UGH Santana-Aporé.

Fonte: ANA, 2016.

A RH-PR está dividida em unidades hidrográficas principais, indicadas na Figura a seguir: Paranaíba (na qual está a UGH Santana-Aporé), Grande, Tietê, Paranapanema, Iguaçu e de afluentes diretos do rio Paraná (ANA, 2016). Os principais rios da região, com comprimento maior que 500 km, são: Paraná (1.405

km), Grande (1.270 km), Iguaçu (1.008 km), Paranaíba (994 km), Tietê (947 km), Paranapanema (819 km), Ivaí (639 km) e Tibagi (522 km).

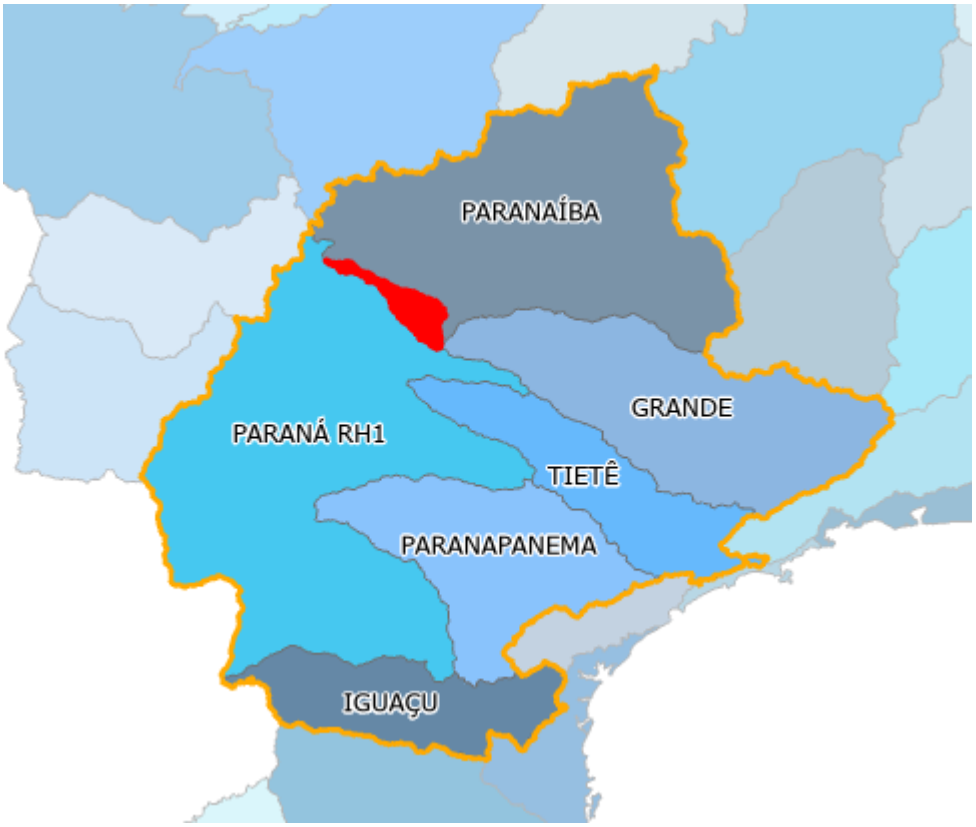


Figura 3 – Principais bacias da Região Hidrográfica do Paraná e localização da UGH Santana-Aporé. Fonte: ANA, 2016.

A bacia do rio Paranaíba está localizada em parte das regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil e abrange porções dos estados de GO, MG, DF e MS. Ocupa cerca de 2,6% do território nacional, com área em 197 municípios, além do DF. É a segunda maior unidade da RH-PR, ocupando 25,4% de sua superfície - 222,6 mil km². A divisão em UGHs – Unidades de Gestão Hídrica é apresentada na Figura a seguir (ANA, 2013a).

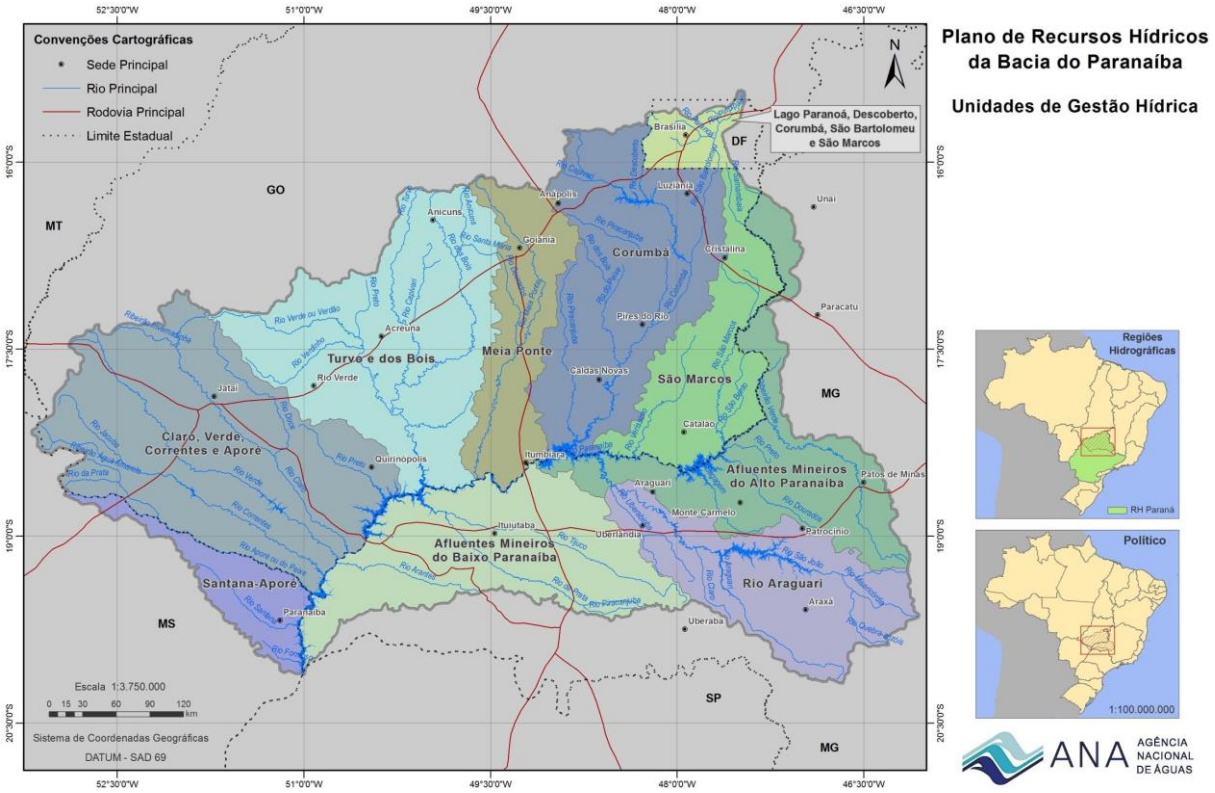


Figura 4 - Bacia hidrográfica do rio Paranaíba e localização da UGH Santana-Aporé entre as demais UGHs desta bacia.

Fonte: ANA, 2013a.

O rio Paranaíba, um dos dois formadores do importante rio Paraná, apresenta extensão de 1.008 km até sua foz, na junção com o rio Grande. Sua bacia de contribuição vem apresentando expressivo desenvolvimento nos últimos anos, se consolidando cada vez mais como importante eixo logístico, e como uma fronteira agrícola em franca expansão, em especial para a produção de grãos, ao qual se agrega uma forte agroindústria. Além disso, possui importante trecho navegável da hidrovia do rio Paraná e um expressivo parque de geração hidrelétrica, que é complementada pela atividade industrial e forte concentração populacional em centros urbanos (ANA, 2013a).

A UGH Santana-Aporé é a única unidade hidrográfica de gestão da bacia do rio Paranaíba situada dentro do Estado do Mato Grosso do Sul. É composta pelas sub-bacias dos rios Aporé (trecho no MS), Santana e dos Barreiros, além de trechos de demais afluentes diretos do rio Paranaíba (incluindo o rio Formoso). Os municípios de

Paranaíba e Aparecida do Taboado são banhados predominantemente pelas bacias dos rios Santana e trechos de afluentes diretos do rio Paranaíba, enquanto os municípios de Cassilândia e Chapadão do Sul localizam-se na bacia do rio Aporé.

O rio Aporé é o divisor dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, desde sua nascente até a foz, configurando como curso d´água de domínio federal. Segundo dados do Plano anterior (ANA, 2013a,b), sua bacia apresenta área de drenagem de 6.965,32 km²; já a bacia do rio Santana tem 2.572,47 km².

A **Tabela 1** apresenta as principais características da UGH Santana-Aporé segundo ANA (2013a,b).

Tabela 1 - Principais características da UGH Santana-Aporé.

Município	Sede na UGH
Aparecida do Taboado	Parcialmente
Cassilândia	Sim
Chapadão do Sul	Parcialmente
Paranaíba	Sim
Principais rodovias	
Federais: BR-497, BR-158, BR-483 e BR-060; estaduais: MS-306, MS-240, MS-310, MS-112, MS-316 e MS-434	
Principais rios	
Rio Aporé ou do Peixe; Rio Santana; Rio Formoso; Rio dos Barreiros	
Principais aquíferos	
Bauru; Cachoeirinha; Guarani; Serra Geral	

Fonte: ANA, 2013a, b

A Figura a seguir mostra a inserção da UGH Santana-Aporé nas UPHs – Unidades de Planejamento Hídrico adotadas pelo Plano de Recursos Hídricos do rio Paranaíba (2013a,b).

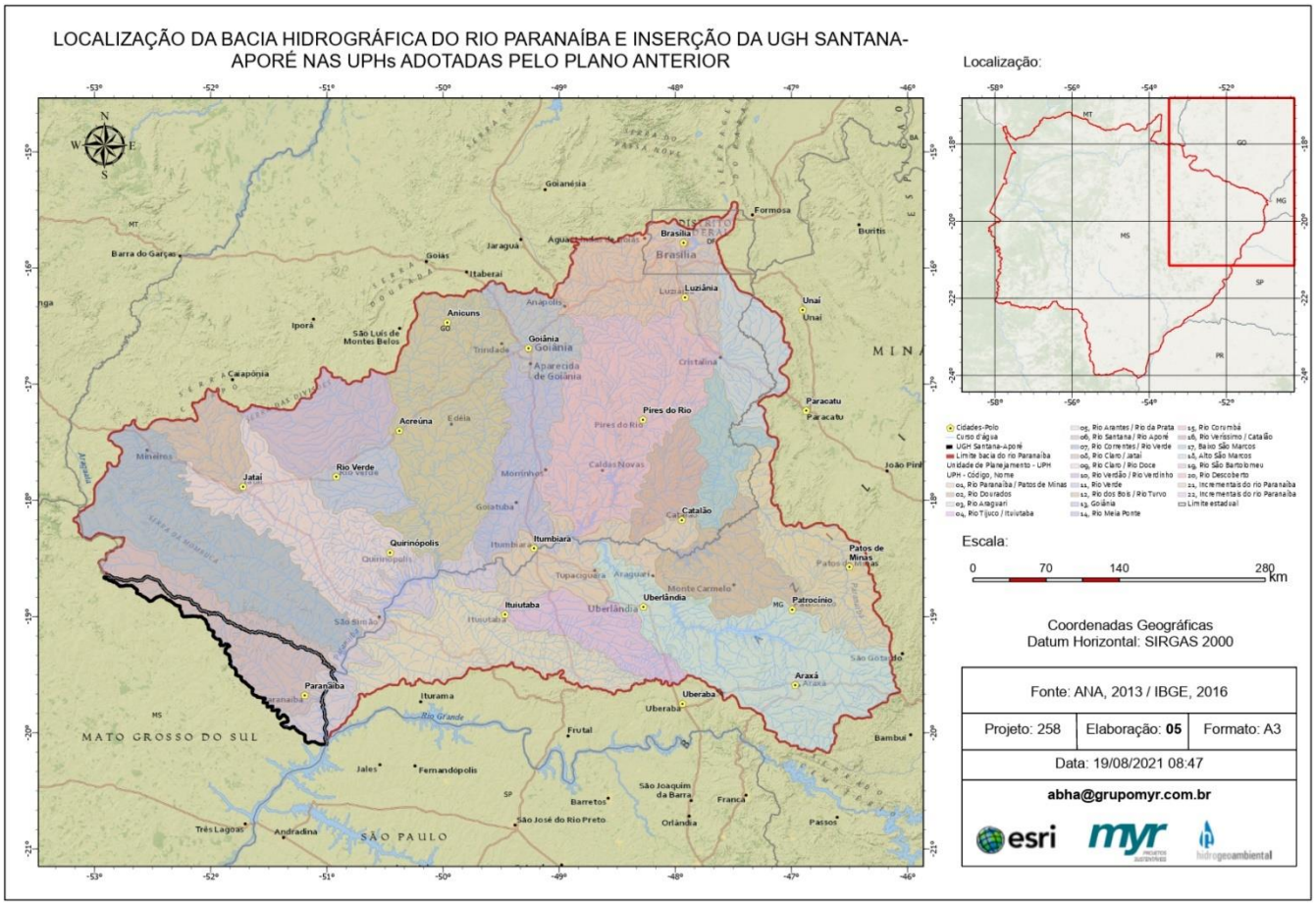


Figura 5 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paranaíba e inserção da UGH Santana Aporé nas Unidades de Planejamento Hídrico-UPHs adotadas pelo plano anterior.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Para o presente Plano, em processo de elaboração, foi realizado um esforço de atualização e detalhamento da hidrografia, dos limites da UGH Santana-Aporé e suas bacias hidrográficas, para que as análises efetuadas sejam as mais compatíveis possíveis com a realidade atual da área estudada. Isso se fez necessário também devido à escala de menor detalhe das bases utilizadas pelo Plano anterior.

Conforme será detalhado no Capítulo 4.1, nos locais os quais os limites eram coincidentes com os cursos d'água, efetuou-se um detalhamento, por meio de mapeamento sistemático, com vetorização manual sobre fotointerpretação de imagens de satélite, da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da ANA (2014). Nos locais onde não havia cursos d'água como fator limítrofe, foram consideradas as microbacias, geradas com ferramenta de análise hidrológica do *software* de geoprocessamento e processamento de um Modelo Digital de Elevação (SRTM - ALOS PALSAR com resolução de 12,5m).

A Figura 6 mostra alguns exemplos do limite da UGH Santana-Aporé do Plano anterior e o resultado do detalhamento do limite do Plano atual.

A Figura 7 apresenta o Mapa-base da UGH Santana-Aporé que está sendo atualizado no Plano atual.

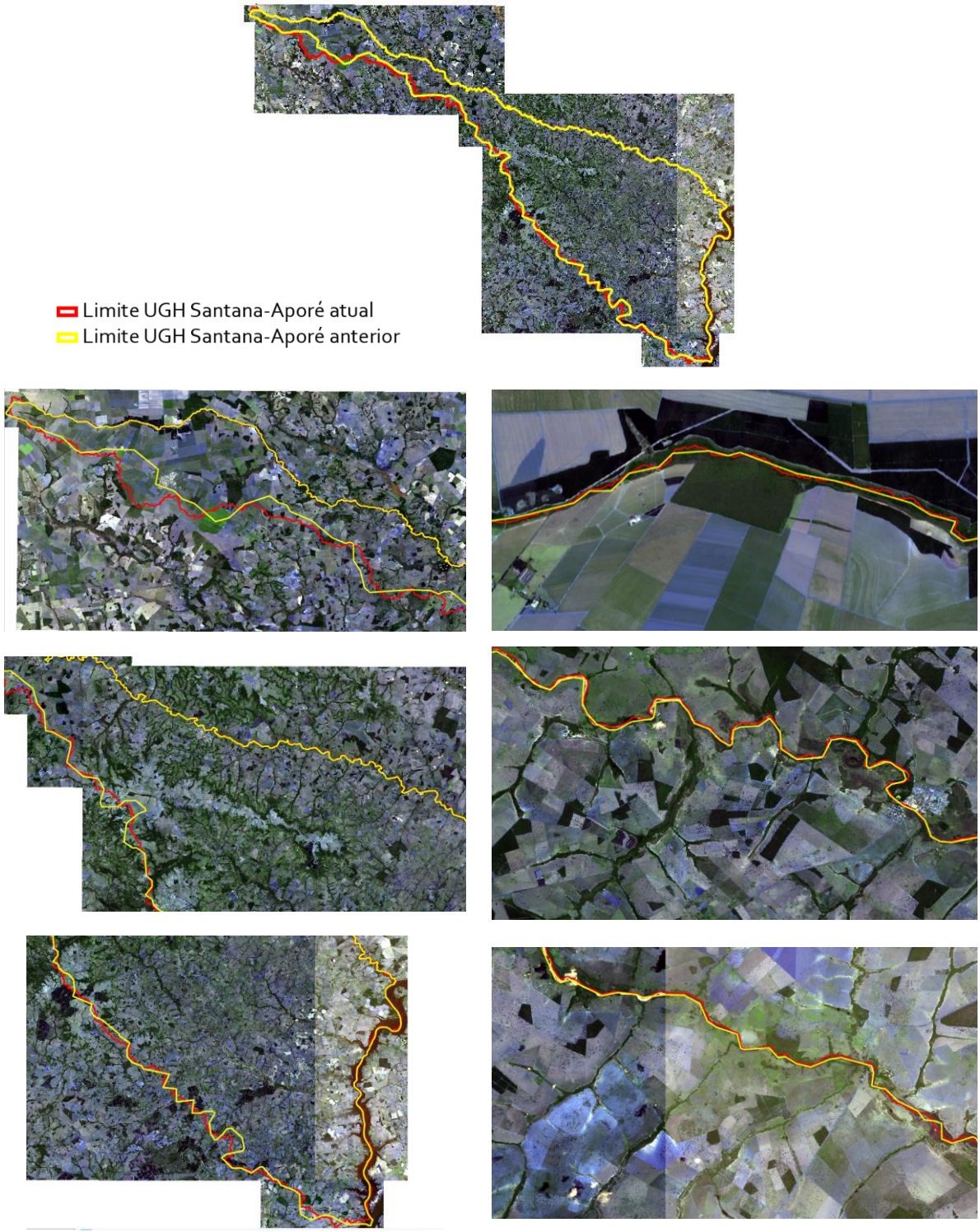


Figura 6 – Demonstrativo do detalhamento realizado no limite da UGH Santana Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021

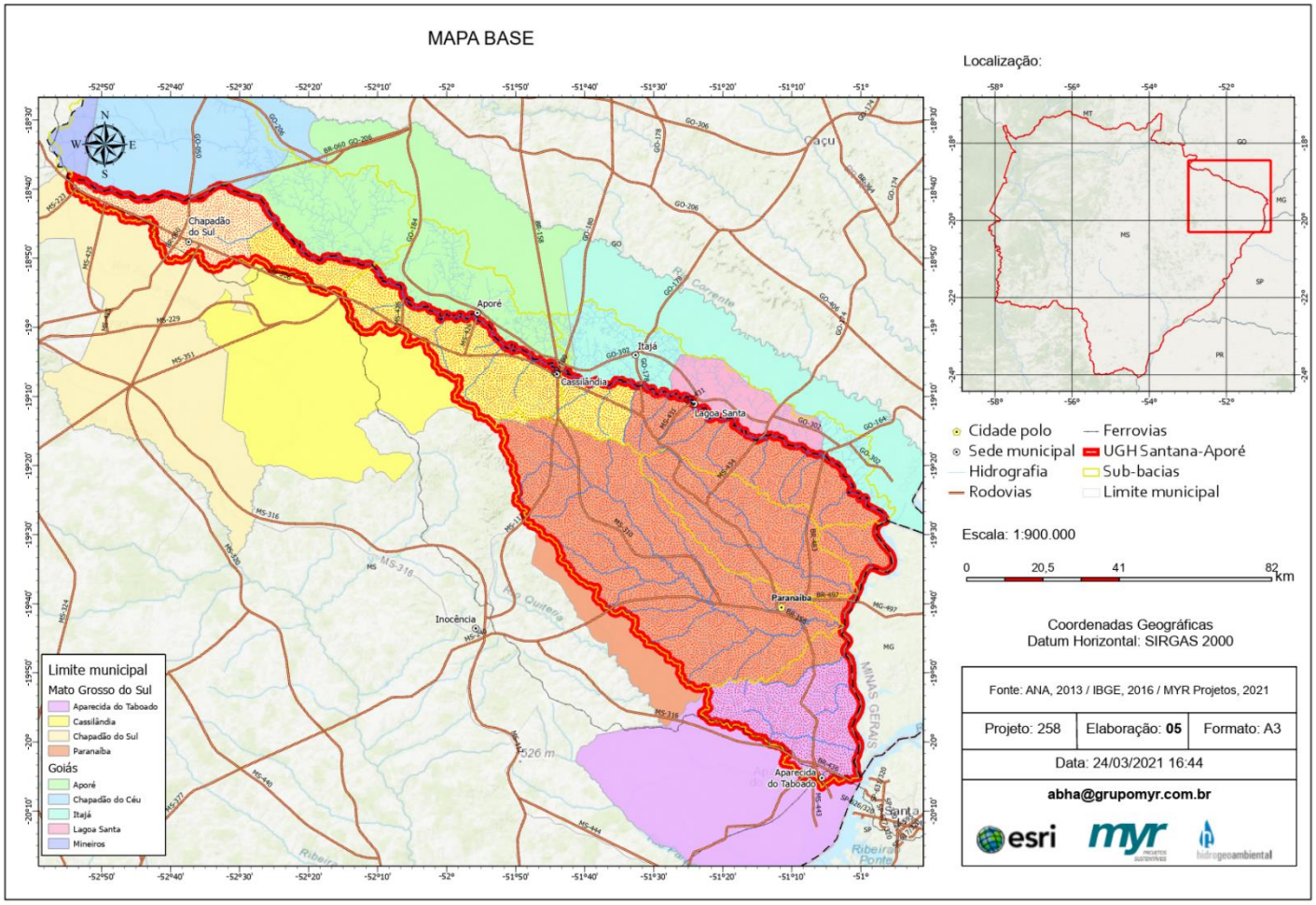


Figura 7 – Mapa base atualizado da UGH Santana Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2020

3.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. **Edital: Ato Convocatório ABHA/PN nº 004 / 2020.** Minas Gerais, 2020a.

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. **Institucional: Apresentação.** Minas Gerais, 2020b. Disponível em: <https://www.agenciaabha.com.br/institucional/apresentacao>. Acesso em: out, 2020.

Amaral, R; Ross, J. L S. **A classificação taxonômica do relevo como um instrumento de gestão territorial – uma aplicação ao parque estadual do morro do diabo, município de Teodoro Sampaio (SP).** VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos, métodos e técnicas/Tropical and Subtropical Geomorphology: processes, methods and techniques. Goiania, 6 a 10 de setembro de 2006.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas de Abastecimento Urbano de Água Brasília**: ANA, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Atlas.aspx>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Base Hidrográfica OttocodificadaMultiescalas - Parte 1.** Brasília: ANA, 2020a. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/707f0e9a8bbf4b31b02c3c4508377749_0>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília. Cadernos de Recursos Hídricos. 134 p, 2005.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Manual de Usos Consuntivos da Água**. Brasília, 2019. Disponível em: <

https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf)>.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. PÁGINA INICIAL > ÁGUAS NO BRASIL > POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS > **O QUE É O SINGREH?.** Brasil, 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **PÁGINA INICIAL > ÁGUAS NO BRASIL > POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS > AGÊNCIAS DE ÁGUA.** Brasília: ANA, 2020c. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/agencias-de-agua>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de ação de recursos hídricos da unidade de gestão hídrica Santana-Aporé**. Brasília: ANA, 2013b. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prh-paranaiba/planos-de-acoes>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba**. Brasília: ANA, 2013a. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prh-paranaiba/plano>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos 2013**. Brasília: ANA, 2013c.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.**Atlas de Abastecimento Urbano de Esgoto**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.**Estudo de Vulnerabilidade Natural à Contaminação e Estratégias de Proteção do Sistema Aquífero Guarani nas Áreas de Afloramento**. Relatório Final – Tomo I. ENGECORPS, São Paulo, 2014.

ANA – Agências Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Página inicial / Gestão da água / Planejamento dos recursos hídricos.** Brasil, 2020d. Disponível em: https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/planejamento-dos-recursos-hidricos#:~:text=Previstos%20pela%20Pol%C3%adtica%20Nacional%20de,projetos%2C%20obras%20e%20investimentos%20priorit%C3%a1rios.>. Acesso em: out, 2020.

BRASIL. **Caderno Região Hidrográfica Paraná.** Brasília: MMA - Ministério do Meio, 2006. Ambiente. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023747.pdf>. Acesso em: out, 2020.

BRASIL. **Decreto de 16 de julho de 2002.** Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, localizada nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal, e dá outras providências. Brasil, 2002. Disponível em: <http://cbhparanaiba.org.br/cbh-paranaiba/decreto-de-criacao>. Acesso em: out, 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasil, 1997. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: out, 2020.

BRASIL. **RADAMBRASIL (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra).** Brasília: Ministério das Minas e Energia, 1982.

BRASIL. **Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012.** Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias. Brasília: CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2012. Disponível em: <http://www.lex.com.br/legis_24211709_RESOLUCAO_N_145_DE_12_DE_DEZEMBRO_DE_2012.aspx#:~:text=Estabelece%20diretrizes%20para%20a%20elabora%C3%A7%C3%A3o,Hidrogr%C3%A1ficas%20e%20d%C3%A1%20outras%20providencias.&text=Par%C3%A1grafo%2

0%C3%BAnico%20%2D%20Aplica%2Dse%20%C3%A0s,Recursos%20H%C3%ADdricos%20de%20Bacias%20Hidrogr%C3%A1ficas.>. Acesso em: out, 2020.

BRASIL. **Resolução CNRH nº 201, de 16 de outubro de 2018.** Delega competência à Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas - ABHA Gestão de Águas, para desempenhar as funções de Agência de Água do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Brasília: CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/arquivos-cobranca/resolucao-cnrh-no-201-18.pdf/view>. Acesso em: out, 2020.

CBH Santana-Aporé. **Informações gerais**. Comitê de Bacias dos rios Santana e Aporé. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/cbh-rio-santana-apore>. Acesso em: out, 2020.

Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. **Documentação>Legislação de Recursos Hídricos** e **Informações gerais** Goiás: CBH Paranaíba, 2020. Disponíveis em: <http://www.cbhparanaiba.org.br/documentacao/legislacao-de-recursos-hidricos>e Informações gerais: <http://cbhparanaiba.org.br/index.php>. Acessos em: out, 2020.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa hidrogeológico do Brasil**. CPRM, 2014.

GOIAS. **Deliberação CBH Paranaíba nº 112/2019**. Altera*, ad referendum* do Plenário, o Anexo Único da Deliberação nº 108/2019 que definiu o Orçamento de 2020 dos recursos originários da cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Goiás, 2019. Disponível em: <http://cbhparanaiba.org.br/documentacao/deliberacoes>. Acesso em: out, 2020.

GOIÁS. **Deliberação Normativa CBH Paranaíba nº 107/2019.** Aprova o Plano de Viabilidade Financeira da Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paranaíba a partir de 2022. Goiânia, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/arquivos-cobranca/plano-viabilidade-financeira_deliberacao-cbh-paranaiba-107_2019.pdf>. Acesso em: out, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. IBGE, 2017.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Geomorfologia. Manuais Técnicos em Geociências.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009. n º 5.2º ed.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Sistema de gerenciamento:Comitês de Bacias Hidrográficas.** Minas Gerais, 2020. Disponível em:<http://www.igam.mg.gov.br/sistema-de-gerenciamento/comites-de-bacias-hidrograficas>. Acesso em: out, 2020.

IMASUL - Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Conselho Estadual de Recursos Hídricos – MEMBROS.** Campo Grande: IMASUL, 2020. Disponível em: < https://www.imasul.ms.gov.br/conselho-estadual-de-recursos-hidricos-membros/>. Acesso em: out, 2020.

IRITANI, M.A; ROSSINI-PENTEADO, D.; EZAKI, S. e ODA, G.H. **Proposta de classificação das fontes potenciais de contaminação da água subterrânea**. Revista do Instituto Geológico, 2013, 34 (2): 1-26.

Macêdo, R, J, A; Surya, L. 2018. **Comparação entre modelos digitais de elevação dos sensores SRTM e Alos Palsar para análise digital de terreno**. Revista Contexto Geográfico Maceió-AL v. 3. N.6 dezembro/2018 p. 47 – 55.

MATO GROSSO DO SUL. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul.** Mato Grosso do Sul: SEMAC - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, 2010. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/plano-estadual-de-recursos-hidricos-perh-ms/>. Acesso em: out, 2020.

MATO GROSSO DO SUL. **Resolução CERH n°032 DE 15 de março de 2016.** Aprova a criação e instalação do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé e dá outras providências. Mato Grosso Sul: Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, 2016. Disponível: <http://www.imasul.ms.gov.br/wp-

content/uploads/2016/03/Resolu%C3%A7%C3%a3o-CERH-032-de-15-03-16-cria%C3%A7%C3%a3o-cbh-sant.-apor-1.pdf>. Acesso em: out, 2020.

MINAS GERAIS. **Deliberação CERH nº55, de 18 de julho de 2007.** Aprova a equiparação da entidade Associação Multissetorial de Usuário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araguari à Agência de Bacia. Minas Gerais: CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2007. Disponível em: <https://www.agenciaabha.com.br/acervos/legislacao>. Acesso em: out, 2020.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH - MG nº 04, de 18 de fevereiro de 2002.** Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento de Comitês de Bacia Hidrográfica, e dá outras providências. Minas Gerais: Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. CERH, 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?Idnorma=176>. Acesso em: out, 2020.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH - MG nº 55, de 13 de março de 2018.** Altera o artigo 17-A da Deliberação Normativa CERH-MG nº 04, de 18 de fevereiro de 2002, que dispõe sobre o período de prorrogação dos mandatos dos conselheiros eleitos dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais: Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais - CERH, 2018. Disponível em: < http://www.pretoparaibuna.org.br/estadual/deliberacoes/cerh/552018.pdf>. Acesso em: out, 2020.

ROSS, J. L. S. 1992. **O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º 6, 17-29.

4 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UGH

4.1 UNIDADES HIDROGRÁFICAS, LIMITES E HIDROGRAFIA

A UGH Santana-Aporé é composta pelas bacias dos rios Aporé (trecho no MS), Santana e dos Barreiros, além de trechos de demais afluentes diretos do rio Paranaíba (incluindo o rio Formoso).

O Plano anterior apresentou a divisão de pontos de controle, nas seções (áreas) associadas de números 55 (Alto Aporé), 56 (Médio Aporé), 57 (Baixo Aporé), 58 (Barreiros) e 59 (Santana), além de três trechos de afluentes diretos do rio Paranaíba, indicados no conjunto geral da bacia do rio Paranaíba como 65 (aqui indicados como 65A a 65C) – Figura 8. Esta Figura dispõe os trechos totais da bacia do rio Aporé (MS ao sul e GO ao norte), com área de 6.965,35 km² – ANA (2011; 2013a,b).

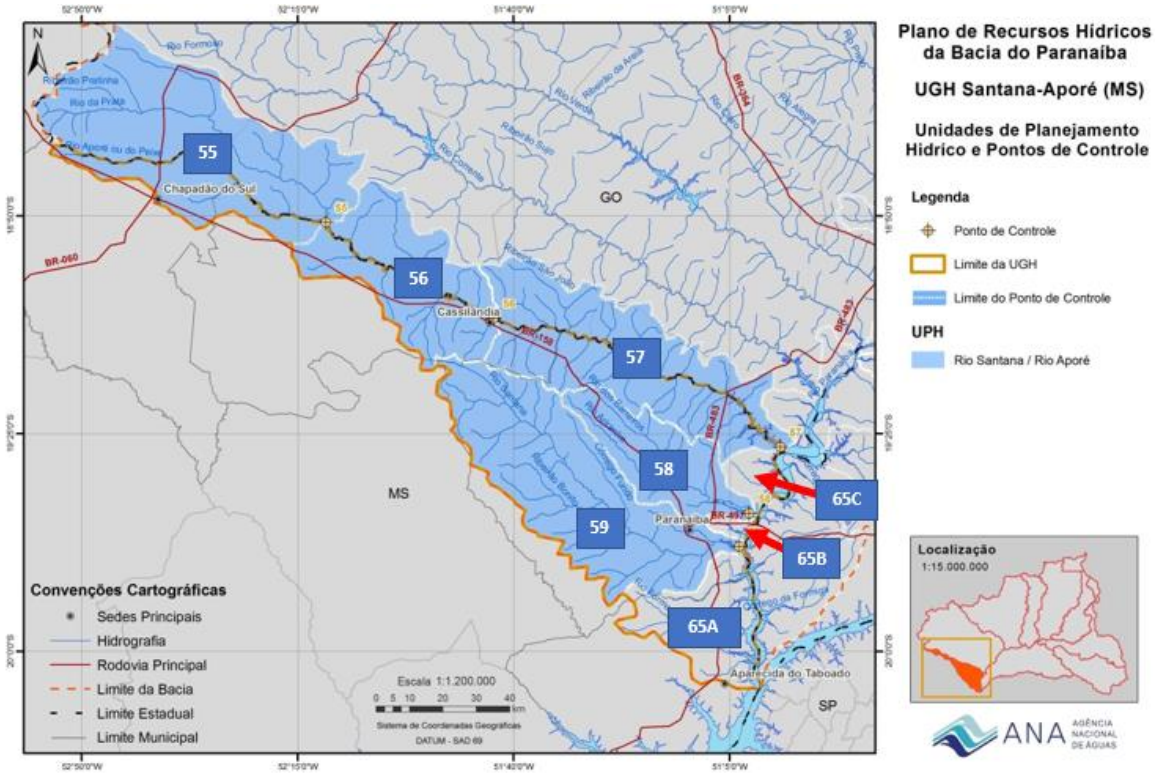


Figura 8 - Seções e pontos de controle na UGH Santana-Aporé – PRH-Paranaíba.

Fonte: ANA (2011, 2013a,b).

Para o Plano atual, foram considerados estes pontos de controle e suas respectivas seções (hidrográficas), mas detalhados para a nova base (limites, hidrografia), aqui proposta.

Algumas abordagens específicas levaram em conta a bacia do rio Aporé como um todo (inclusive o trecho de Goiás) e outras ainda uma área expandida (com faixa adicional de 30km além dos limites) – tais especificidades, quando aplicadas, serão comentadas nos capítulos seguintes deste relatório.

A Figura 9 apresenta a situação da UGH Santana-Aporé em termos de seus principais municípios, sua inserção na bacia do rio Paranaíba, a questão da bacia federal do rio Aporé (com trechos nos dois estados: MS e GO) e ainda as divisões estaduais e hidrografia básica.

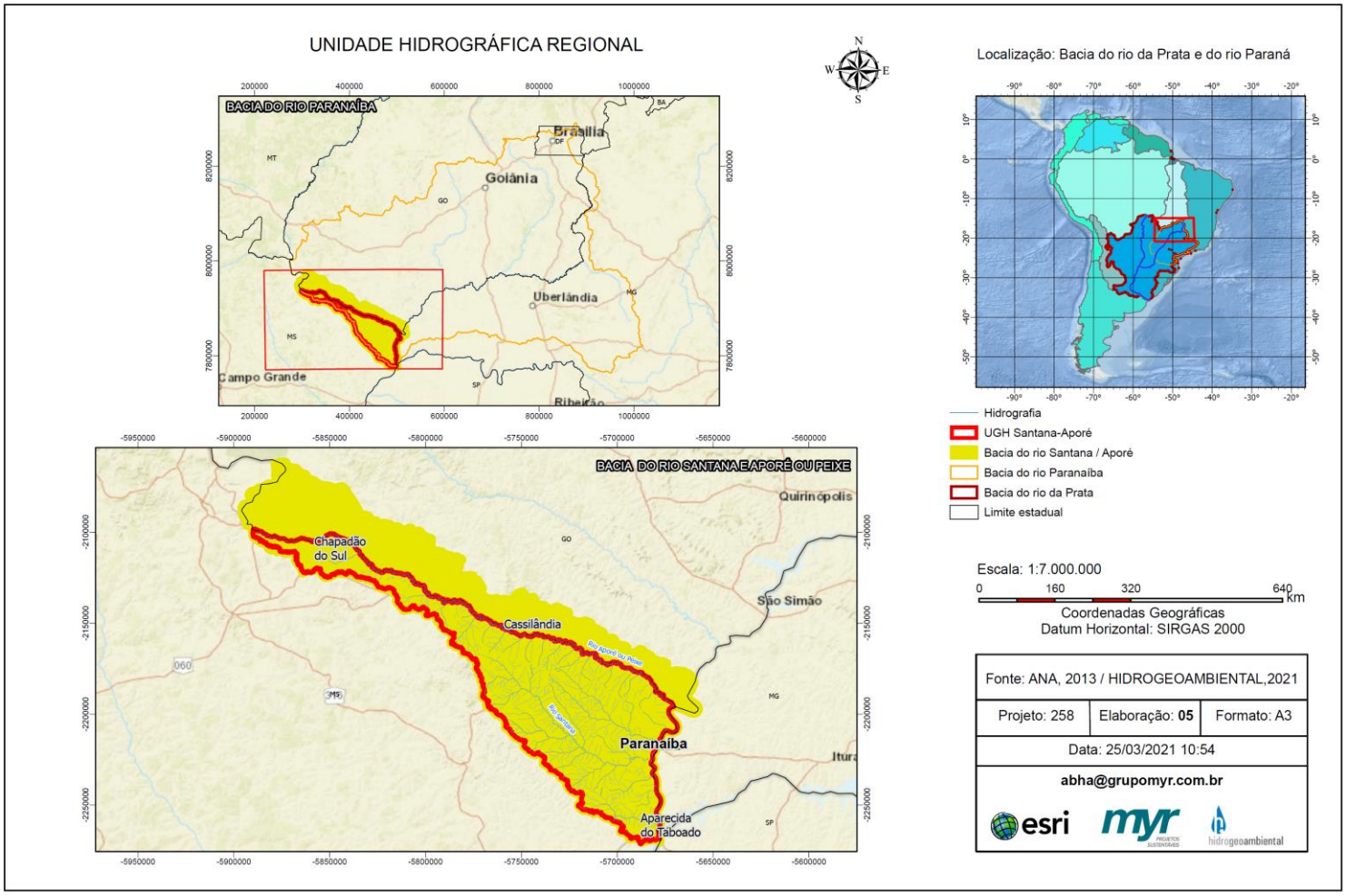


Figura 9 - Mapa de situação da UGH Santana Aporé

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.1.1 Detalhamento da Rede hidrográfica

A fonte oficial sobre a rede hidrográfica da UGH Santana-Aporé foi aquela da ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - GEOFT_BHO_RIO (ANA, 2014), disponibilizado no site da ANA (https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/09436656-f4cf-4793-b169-33700b2d40ee) e acessado em 2021.

Esse dado é descrito da seguinte forma: *"(...) Representação linear dos trechos de drenagem contínuos que possuam a mesma toponímia, hidrônimo, dos corpos d'água obtidos a partir da cartografia. A codificação dos hidrônimos deriva da metodologia de codificação de bacias de Otto Pfafstetter e da sistematização da toponímia".*

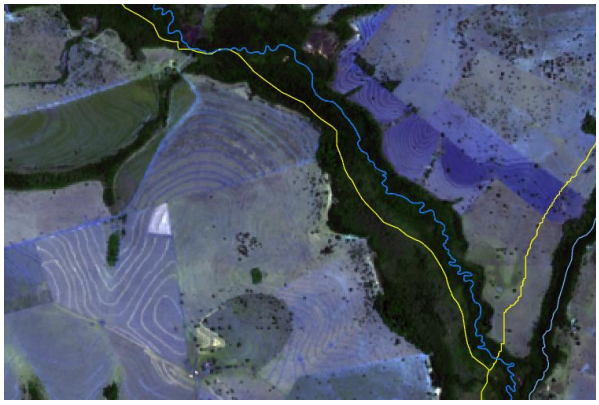
O referido material faz parte de um conjunto de bases hidrográficas ottocodificadas (BHO) da bacia do rio Paranaíba. A BHO utilizada pela ANA na gestão de recursos hídricos é obtida a partir do Mapeamento Sistemático Brasileiro, gerada a partir da cartografia digital da hidrografia do país e organizada de modo a gerar informações hidrologicamente consistentes. Para tanto, a BHO representa a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar. Cada trecho é associado a uma superfície de drenagem denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Uma característica essencial dessa representação é ser topologicamente consistente, isto é, representar corretamente o fluxo hidrológico dos rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo (ANA, 2020c).

A base hidrográfica da ANA foi então detalhada por meio do mapeamento sistemático, com vetorização manual sobre fotointerpretação de imagens de satélite (Google Earth, 2010 a 2020), utilizando escala de mapeamento mínima de 1:5.000. Além disso, quando possível, foram agregados novos trechos de drenagem que não constavam na referida base.

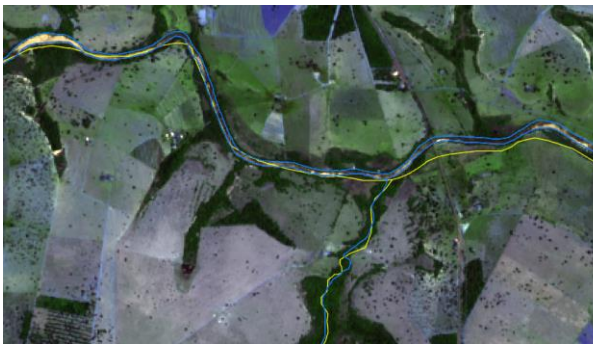
A Figura 10 apresenta o comparativo entre a base da rede hidrográfica da ANA (2014) e a base refinada para este Plano, indicando grau de detalhe e exatidão expressivamente maior.

Rio Santana

Rio dos Barreiros



Rio Aporé



Rio Formoso

Figura 10 – Exemplos do detalhamento da rede hidrográfica, em que a linha amarela representa da base da ANA e a linha azul representa a base detalhada deste Plano.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Para algumas regiões, em que não havia imagens atualizadas (Google Earth) até 2019, foram utilizadas as imagens mais recentes disponíveis. Destaca-se que, para realizar o detalhamento necessário, não era possível utilizar imagens de outros satélites disponibilizados fora da plataforma Google Earth, devido à resolução alcançada.

A análise histórica de imagens de satélite antigas se fez necessária quando o curso d'água se mostrava mais caudaloso no período chuvoso e quase inexistente no período seco. É preciso pontuar também sobre a ortorretificação de imagens do

Google Earth, sendo comum verificar pequenos deslocamentos entre imagens, o que não se configurou como um problema para o mapeamento geral.

Nos trechos em que o curso d'água não aparecia, seja pela sobreposição de vegetações, seja por não haver um percurso bem delimitado em áreas hidromórficas, foi necessário sobrepor o levantamento altimétrico extraído das imagens ALOS PALSAR para se traçar o provável talvegue do canal analisado. Quando nem mesmo a topografia permitiu se traçar o canal, às vezes com declividades quase inexistentes, optou-se em última análise por vetorizar o canal seguindo o trecho central da tipologia em questão (área hidromórfica e/ou vegetação natural).

Em relação aos trechos meandrantres, considerou-se o curso atual.

Outro ponto importante a ser considerado na construção desta base é a dinâmica geomorfológica da rede fluvial na região. Baixas declividades, acompanhadas de períodos chuvosos, podem produzir em pouco espaço de tempo uma mudança de direção em determinados trechos de um mesmo curso d'água. Nesses casos específicos, a escolha do curso d'água principal se deu pela análise da imagem de satélite mais recente disponível.

As Figuras a seguir apresentam alguns exemplos dos principais cursos d’água da UGH Santana-Aporé. A Figura 16 apresenta o mapa da rede hidrográfica detalhada e atualizada pelo presente trabalho.

Figura 11 - Rio Santana - município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 12 - Rio Aporé - município de Cassilândia (limite com GO).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 13 - Rio dos Barreiros - município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 14 – Córrego Fazendinha - município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 15 - Córrego Palmito - município de Cassilândia.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

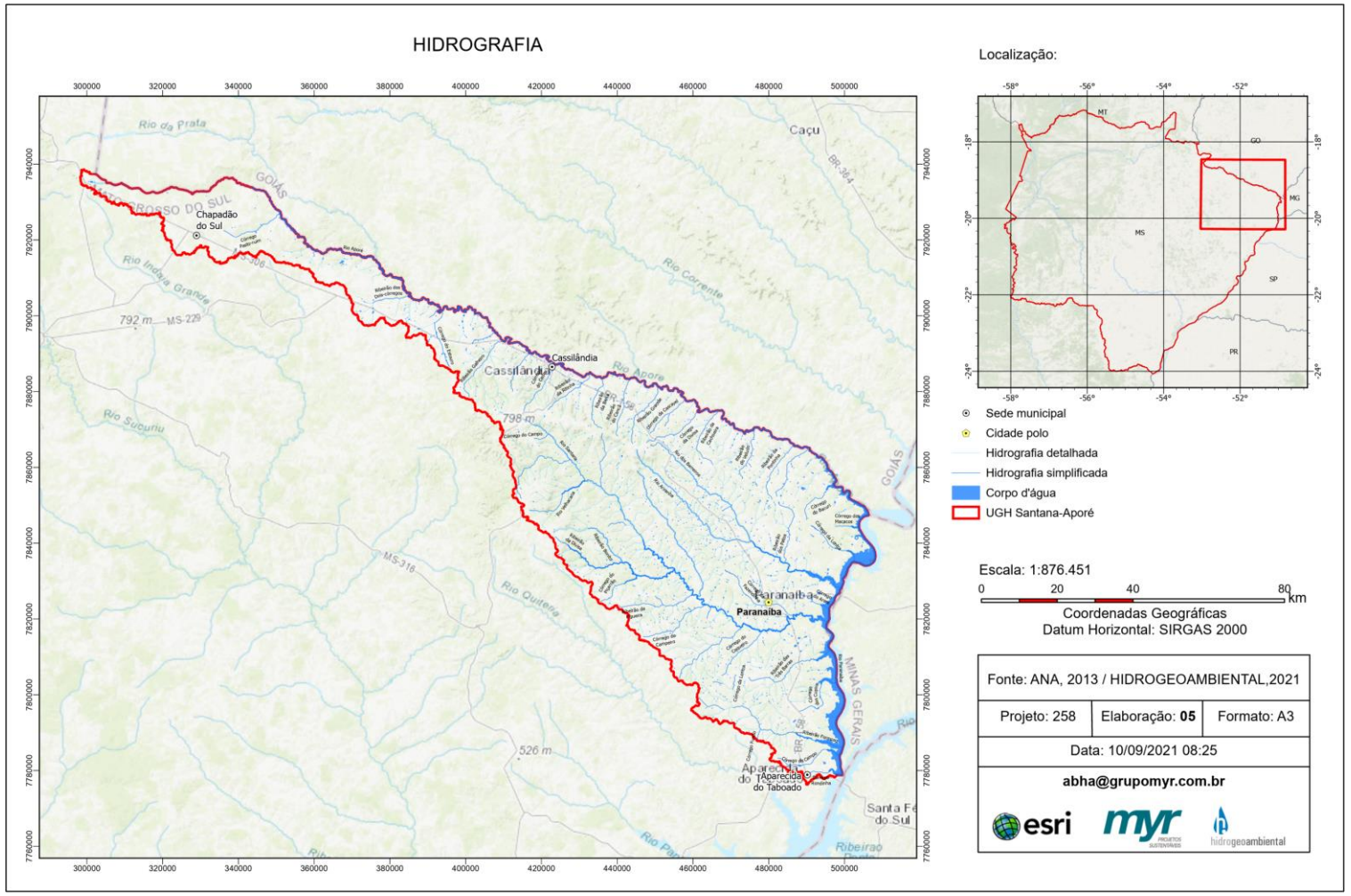


Figura 16 - Mapa hidrográfico da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.1.2 Bacias e sub-bacias hidrográficas

Consubstanciando o que foi indicado no começo do Capítulo 4.1, para o mapeamento das principais bacias e sub-bacias hidrográficas, foram utilizados como referência inicial os pontos de controle e respectivas seções do Plano anterior (ANA, 2013a, b), adaptados à nova base, gerada no presente trabalho:

- ✓ Confluência dos rios da Prata e Aporé (ponto 55), definindo limite entre os trechos alto e médio da bacia do rio Aporé;
- ✓ Localização da estação fluviométrica 60968000, em Cassilândia (56), separando trechos médio e baixo da bacia do rio Aporé;
- ✓ Foz do rio Aporé (57);
- ✓ Foz do rio dos Barreiros (58) – considerando-se toda extensão da bacia;
- ✓ Foz do rio Santana (59) - considerando-se toda extensão da bacia;
- ✓ Três trechos de áreas hidrográficas de afluentes diretos do rio Paranaíba: um localizado no extremo sul da UGH Santana-Aporé (ao sul da bacia do rio Santana); outro, entre as bacias dos rios Santana e dos Barreiros; e um terceiro, entre as bacias dos rios dos Barreiros e Aporé.

Assim, estas 8 sub-bacias foram chamadas, respectivamente, de: Alto Aporé, Médio Aporé, Baixo Aporé, Barreiros (ou dos Barreiros) e Santana, além dos três trechos de afluentes diretos do rio Paranaíba (denominadas de trecho sul/Formoso, Araré e Lontra/Macacos) – Tabela 2, indicando superfície total de 7.680,79 km^2 na UGH Santana-Aporé (ou 11.870,07 km^2 quando incluído o trecho goiano da bacia do rio Aporé). As bacias principais possuem as seguintes áreas: 2.912,49 km^2 - bacia do rio Aporé (trecho MS); 991,64 km^2 - Barreiros; 2.637,98 km^2 - Santana; e 1.138,68 km^2 na soma das três unidades de afluentes diretos do rio Paranaíba.

É importante ressaltar que, dado o detalhamento efetuado neste trabalho, é natural que se observem eventuais pequenas diferenças em relação a outras bases de dados georrefenciadas, mais antigas e/ou menos detalhadas. Isso se dá principalmente no cruzamento de planos de informação de diferentes

trabalhos, épocas ou escalas. Neste sentido, apesar dos municípios como Itajá, Lagoa Santa, Chapadão do Céu, Mineiros, Inocência ou Carneirinho em alguns casos apresentarem pequenos quantitativos de áreas dentro da UGH Santana-Aporé, no entanto, não foram objeto dos tratamentos efetuados neste Plano, pois se manteve a configuração com os quatro municípios sul-mato-grossenses do Plano anterior.

Como ação sugerida futura aos entes apropriados (como ações do IMASUL como órgão gestor de recursos hídricos do MS como um todo; ou as futuras atualizações do PERH-MS, do PRH-Paranaíba ou mesmo do PNRH/RH-PR), deve-se consolidar detalhamentos das unidades hidrográficas/de relevo, municípios e áreas alhures à UGH Santana-Aporé e, assim, se terá um panorama mais completo e com nível compatível de grau de detalhe.

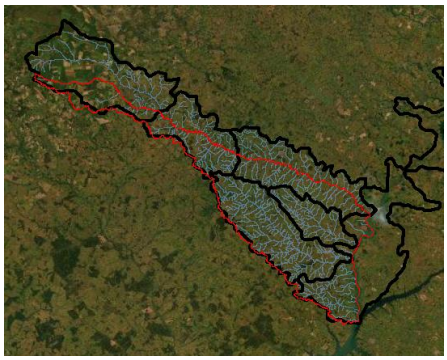
Tabela 2 - Principais bacias e sub-bacias da UGH Santana-Aporé e arredores.

Bacia	Sub-bacia	Código	Área (km²)		
			Área – MS (UGH Santana-Aporé)	Área - GO	Total
Aporé	Alto Aporé	55	843,65	2.289,12	3.132,77
	Médio Aporé	56	864,98	732,58	1.597,55
	Baixo Aporé	57	1203,86	1.167,59	2.371,45
Barreiros	Barreiros	58	991,64	-	991,64
Santana	Santana	59	2.637,98	-	2.637,98
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	903,67	-	903,67
	Araré	65B	50,98	-	50,98
	Lontra/Macacos	65C	184,03	-	184,03
Total			**7.680,79**	**4.189,29**	**11.870,07**

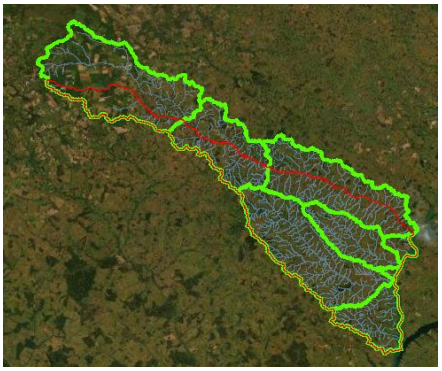
Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 17 apresenta o comparativo entre as sub-bacias das bases do Plano anterior e a refinada para este Plano, indicando grau de detalhe e exatidão expressivamente maior.

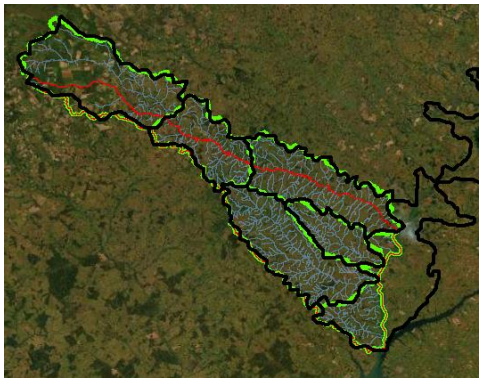
Pontos/seções de controle do plano anterior (em preto), com limite atual da UGH sul-mato-grossense em vermelho.



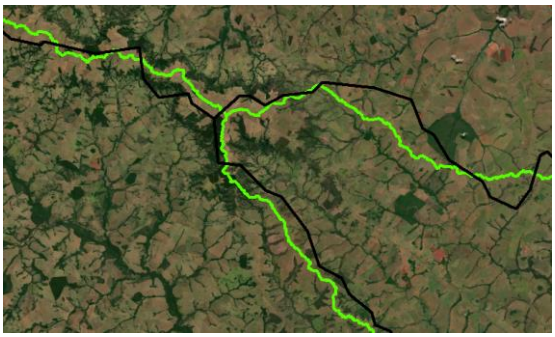
Sub-bacias (em verde) e limite da UGH sul-mato-grossense (em vermelho) detalhados no trabalho atual.



Sobreposição das bases do plano anterior (preto) e atual (verde).



Detalhe do refinamento atual (em verde) vs. plano anterior (em preto), para a região de encontro das bacias dos rios dos Barreiros, Santana e Aporé.



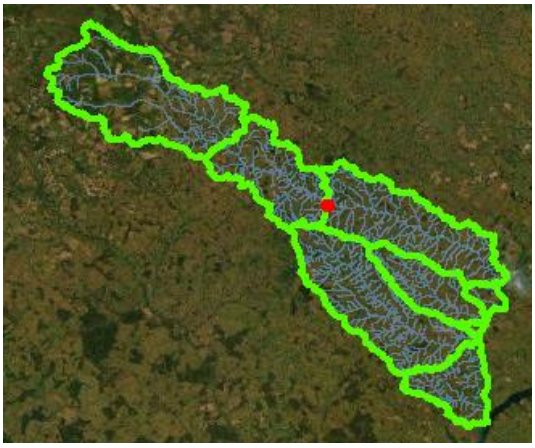
Detalhe do refinamento atual (em verde) vs. plano anterior (em preto), para a região entre a bacia do rio Santana e do Sul/Formoso

Figura 17 - Exemplos do detalhamento realizado para composição da base.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Especificamente em relação à divisão entre o médio e baixo Aporé, próximo à sede do município de Cassilândia, procedeu-se a atualização e detalhamento em campo da localização da estação fluviométrica 60968000 (Figura 18), considerando-se a área de contribuição hidrográfica até a referida estação. Isso foi replicado na confecção da base de microbacias, apresentada no Capítulo 4.1.3.

Sub-bacias – base atual.



Detalhe da adequação do limite alto/médio Aporé, considerando-se aferição de campo da localização de posto fluviométrico.

Imagem de campo da estação fluviométrica 60968000.

Imagem de campo da régua da estação fluviométrica 60968000.

Figura 18 - Detalhe da adequação dos limites de sub-bacias do alto/médio Aporé, de acordo com a localização da estação fluviométrica vistoriada em campo.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021

A Figura 19 apresenta o mapa atualizado das bacias e sub-bacias hidrográficas da UGH Santana-Aporé.

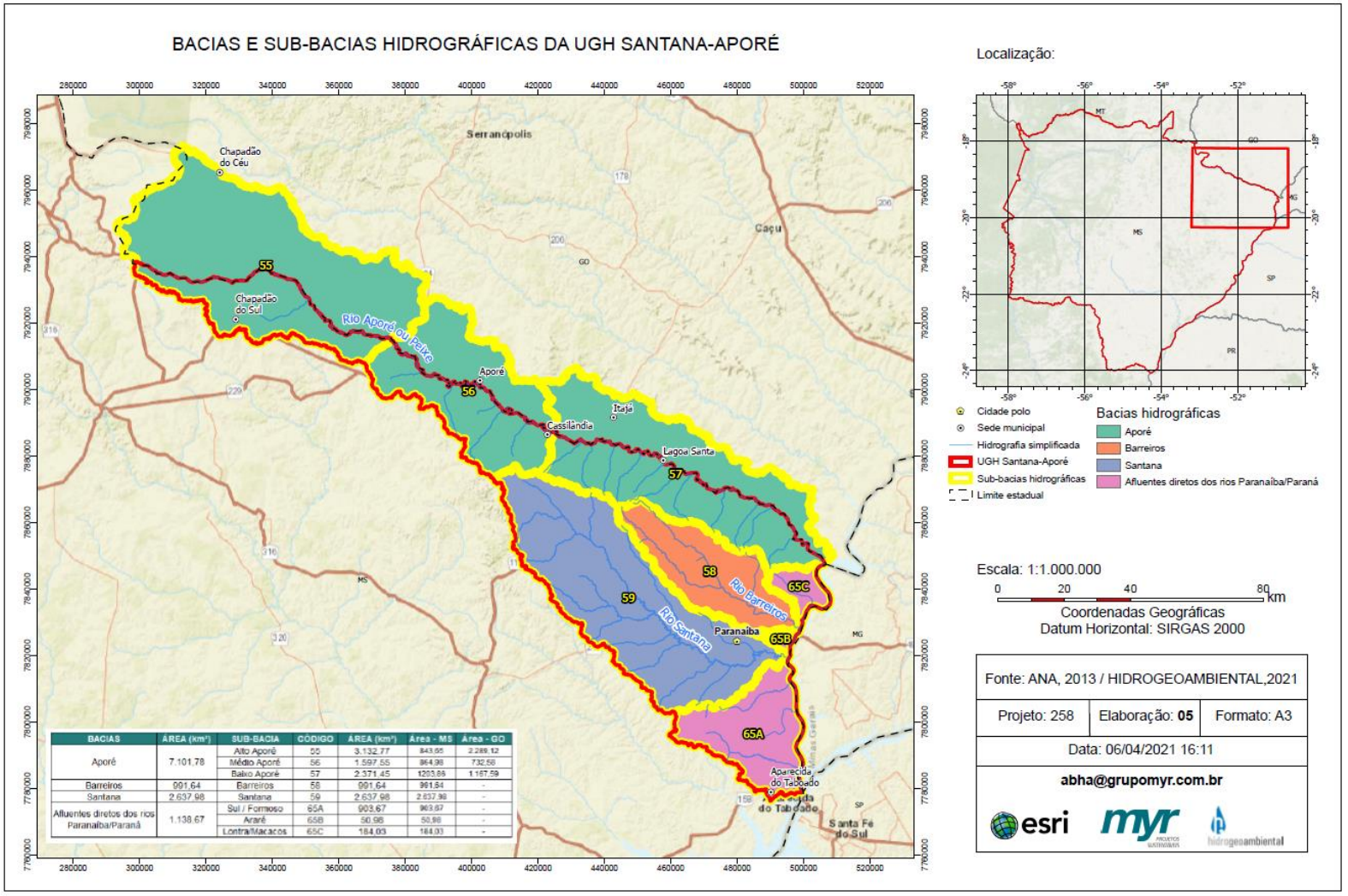


Figura 19 - Mapa de bacias e sub-bacias hidrográficas – UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.1.3 Microbacias

A ANA (2014) disponibiliza a poligonal das áreas de contribuição hidrográfica, ottobacia, para cada trecho de drenagem, com seu código de bacia obtido a partir da metodologia de Otto Pfafstetter, por meio da base denominada GEOFT_BHO_AREACONTRIBUICAO, disponível no site da ANA (https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/09436656-f4cf-4793-b169-33700b2d40ee), a qual foi considerada como referência inicial.

Para o mapeamento, neste Plano, das pequenas bacias (microbacias), foram utilizadas ferramentas de análise espacial de hidrologia do *software* de geoprocessamento (*spatial analyst tools – hydrology*). Por meio delas, foi gerada a rede de drenagem, a partir de um *Digital Elevation Model* ou Modelo Digital de Elevação - DEM SRTM (ALOS PALSAR com resolução de 12,5m) e as bacias dos trechos de drenagem, que foram criadas localizando os pontos de fluidez nas bordas da janela de análise. Na sequência, as bacias dos trechos de drenagem foram unificadas, de acordo com o curso de água principal, formando assim as pequenas bacias (microbacias). Ressalta-se a importância da unificação dos trechos de acordo com o curso de água principal (da nascente à foz) e, por isso, as sub-bacias Santana e Barreiros, apesar de apresentarem áreas maiores, também foram consideradas neste Plano como microbacias.

A escolha pela realização do detalhamento e não pela base da ANA se justifica pela necessidade de utilização de dados em escala de maior detalhe e, portanto, com maior resolução. A Figura 20 apresenta um exemplo do comparativo entre a base da rede hidrográfica da ANA e a base refinada para este Plano.

Área de contribuição ANA (2014)

Bacia dos trechos de drenagem detalhamento

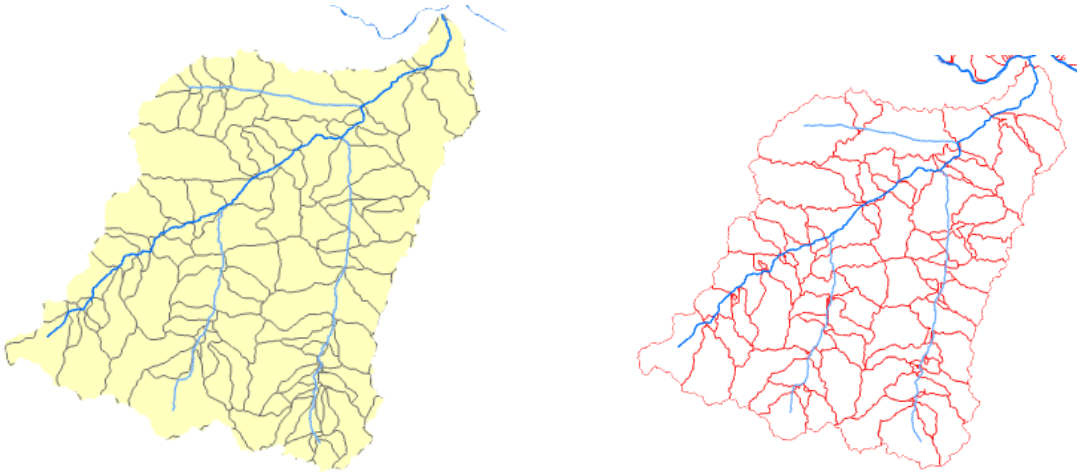


Figura 20 - Exemplo do procedimento realizado - microbacia do ribeirão da Ritinha, situada na bacia do baixo Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 21 apresenta um exemplo de microbacia obtida – do córrego do Cedro, em Cassilândia. O mapa da Figura 22 mostra os resultados das 89 microbacias obtidas.

Figura 21 – Exemplo de microbacia obtida - córrego do Cedro, em Cassilândia.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

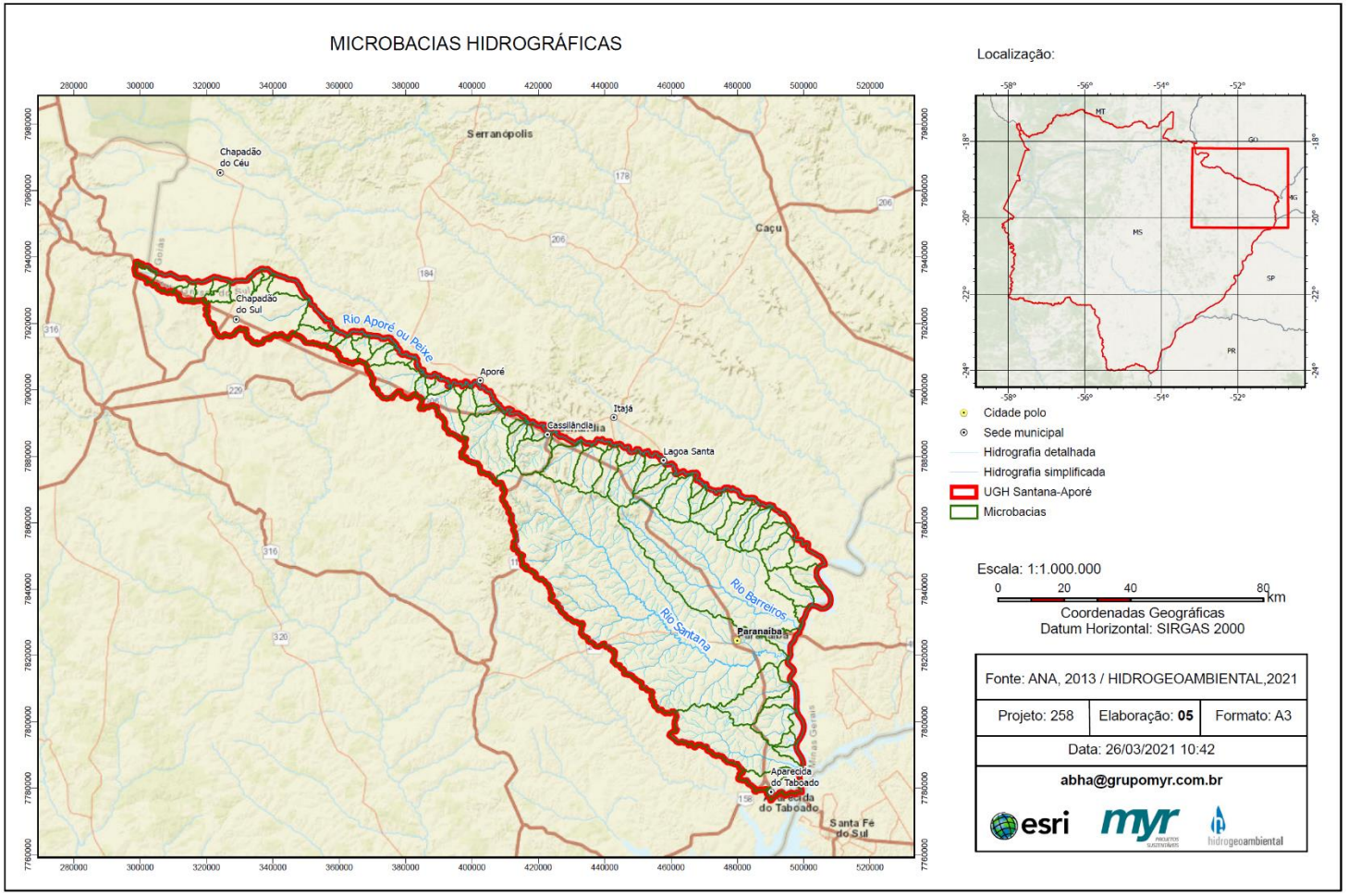


Figura 22 - Mapa de microbacias da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.1.4 Análise morfométrica

Os rios constituem-se como os agentes mais importantes no transporte de materiais (sedimentos) das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. Todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. As condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais, por sua vez, está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, na precipitação total e de seu regime, e das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração (CHRISTOFOTTI, 1980).

Para realização da análise morfométrica da UGH Santana-Aporé, foram observadas as seguintes características:

- ✓ Características geométricas: área, perímetro, coeficiente de compacidade, padrão de drenagem;
- ✓ Características do relevo: declividade;
- ✓ Características da rede de drenagem: densidade de drenagem, ordem dos cursos d'água.

➢ Padrão de drenagem

As microbacias da UGH Santana-Aporé apresentam padrão de drenagem predominantemente dendrítico. A rede dendrítica é composta por ramificações da hidrografia à semelhança de galhos de árvores (GUERRA, 1997). A Figura 23 apresenta exemplos deste padrão de drenagem encontrado na UGH Santana-Aporé.

Microbacia do ribeirão Galheiro, situada na sub-bacia do médio Aporé.

Microbacia do ribeirão das Três Barras, situada na sub-bacia Sul/Formoso.

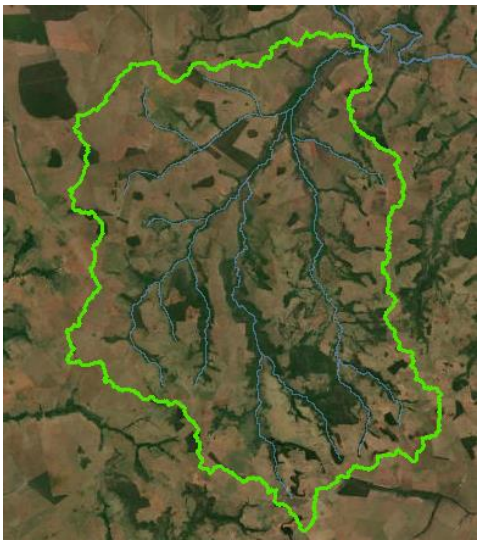


Figura 23 – Exemplos de microbacias da UGH Santana-Aporé, com padrão de drenagem dendrítica. Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- Hierarquia fluvial

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivos os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas (CHRISTOFOTTI, 1980).

Para Strahler (1952 apud CHRISTOFOTTI, 1980), os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da

confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordem inferiores. E, assim, sucessivamente (CHRISTOFOTTI, 1980).

Observa-se que as bacias hidrográficas que compõem a rede de drenagem da UGH Santana-Aporé possuem a ordenação 1 a 4 – Tabela 3 e Figura 24.

Tabela 3 – Ordenamento (hierarquia fluvial) das sub-bacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

SUB-BACIA	ORDEM
Alto Aporé	2
Médio Aporé	4
Baixo Aporé	4
Barreiros	4
Santana	4
Sul / Formoso	4
Araré	1
Lontra/Macacos	1

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Em relação às microbacias, a hierarquização também segue classificação até a ordem 4. No entanto, há presença de microbacias sem cursos d'água associados, estas possuem número de hierarquização igual a 0. A lista completa sobre a hierarquização das microbacias da UGH Santana-Aporé é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Ordenamento (hierarquia fluvial) das microbacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Microbacia	Hierarquização
Alto Aporé	Sub-bacia 8	0
Alto Aporé	Sub-bacia 3	0
Alto Aporé	Sub-bacia 7	0
Alto Aporé	Sub-bacia 5	0
Alto Aporé	Sub-bacia 4	0
Alto Aporé	Sub-bacia 2	0
Alto Aporé	Sub-bacia 10	0
Alto Aporé	Sub-bacia 6	0

Sub-bacia	Microbacia	Hierarquização
Alto Aporé	Sub-bacia 11	0
Médio Aporé	Sub-bacia 14	0
Médio Aporé	Sub-bacia 15	0
Médio Aporé	Sub-bacia 17	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 19	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 18	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 22	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 23	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 25	0
Lontra/Macacos	Sub-bacia 26	0
Lontra/Macacos	Sub-bacia 27	0
Sul / Formoso	Sub-bacia 28	0
Sul / Formoso	Sub-bacia 29	0
Alto Aporé	Sub-bacia 12	0
Alto Aporé	Sub-bacia 9	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 21	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 24	0
Baixo Aporé	Sub-bacia 20	0
Médio Aporé	Sub-bacia 16	0
Alto Aporé	Sub-bacia 1	1
Alto Aporé	Córrego do Cavalo	1
Alto Aporé	Córrego Pasto-ruim	1
Alto Aporé	Córrego Lagoinha	1
Alto Aporé	Córrego da Vaca-morta	1
Médio Aporé	Córrego Mimoso	1
Alto Aporé	Córrego Garimpeiro	1
Médio Aporé	Córrego Cabeceira-comprida	1
Médio Aporé	Córrego do Boi	1
Baixo Aporé	Córrego Campestre	1
Médio Aporé	Córrego Macaúba	1
Médio Aporé	Córrego do Palmito	1
Baixo Aporé	Córrego Aroeira	1
Médio Aporé	Ribeirão Grande	1
Baixo Aporé	Córrego da Onça	1

Sub-bacia	Microbacia	Hierarquização
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-comprida	1
Baixo Aporé	Córrego da Amélia	1
Baixo Aporé	Córrego do Buriti	1
Lontra/Macacos	Córrego da Lontra	1
Baixo Aporé	Córrego do Bacuri	1
Lontra/Macacos	Córrego dos Macacos	1
Baixo Aporé	Córrego Água Limpa	1
Araré	Córrego do Araré	1
Sul / Formoso	Córrego do Paiol	1
Sul / Formoso	Córrego do Gurgel	1
Médio Aporé	Córrego do Retirinho	1
Alto Aporé	Córrego Pouso-frio	1
Médio Aporé	Córrego São Domingos	1
Sul / Formoso	Córrego do Campo	1
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-da-samambaia	1
Médio Aporé	Córrego do Campo-alto	1
Médio Aporé	Córrego Cachoeirinha	1
Médio Aporé	Sub-bacia 13	1
Alto Aporé	Córrego Tamanduá	2
Médio Aporé	Córrego dos Dois-córregos	2
Médio Aporé	Córrego do Retiro	2
Médio Aporé	Córrego da Divisa	2
Médio Aporé	Córrego do Poção	2
Baixo Aporé	Ribeirão da Barra	2
Baixo Aporé	Ribeirão da Ritinha	2
Médio Aporé	Córrego do Cedro	2
Baixo Aporé	Córrego da Cascavel	2
Baixo Aporé	Ribeirão do Cancã	2
Baixo Aporé	Córrego da Divisa	2
Baixo Aporé	Córrego das Antas	2
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	2
Sul / Formoso	Córrego da Matinha	2
Sul / Formoso	Córrego Rondinha	2
Médio Aporé	Córrego do Estouro	2

Sub-bacia	Microbacia	Hierarquização
Alto Aporé	Córrego Buracão	2
Baixo Aporé	Córrego do Barreirão	2
Baixo Aporé	Ribeirão da Pontinha	2
Baixo Aporé	Córrego da Onça	2
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	3
Baixo Aporé	Ribeirão do Veludo	3
Médio Aporé	Ribeirão Galheiro	3
Sul / Formoso	Córrego dos Cupins	3
Baixo Aporé	Ribeirão Grande	3
Sul / Formoso	Ribeirão das Três Barras	3
Barreiros	Rio dos Barreiros	4
Santana	Rio Santana	4
Sul / Formoso	Ribeirão Formoso	4

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

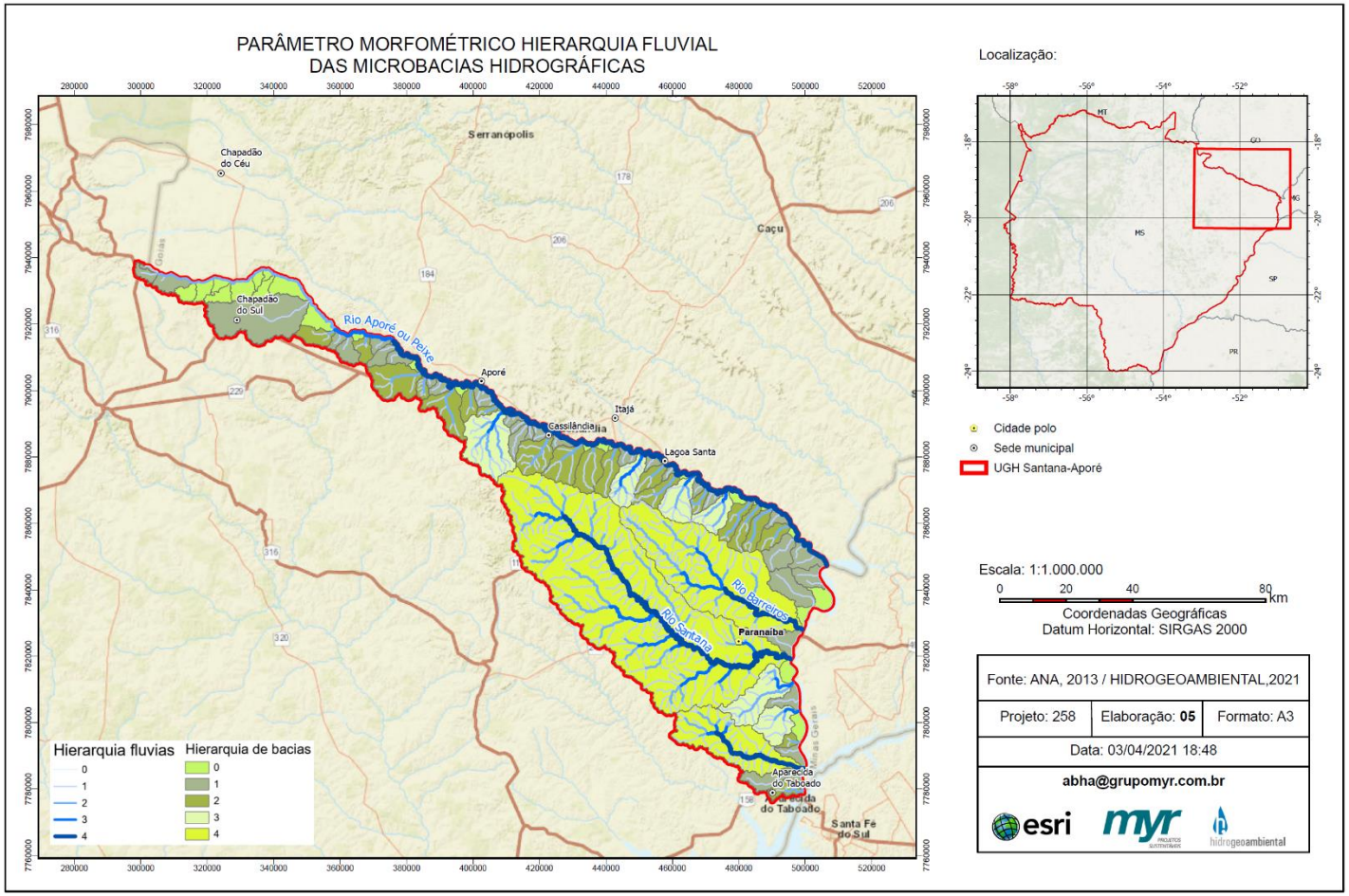


Figura 24 - Mapa de hierarquia fluvial.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 25 apresenta exemplos de hierarquização de microbacias na UGH Santana-Aporé.

Microbacia do ribeirão Formoso de ordem 4, situada na sub-bacia Sul/Formoso.

Microbacia do córrego dos Cupins de ordem 3, situada na sub-bacia Sul/Formoso.

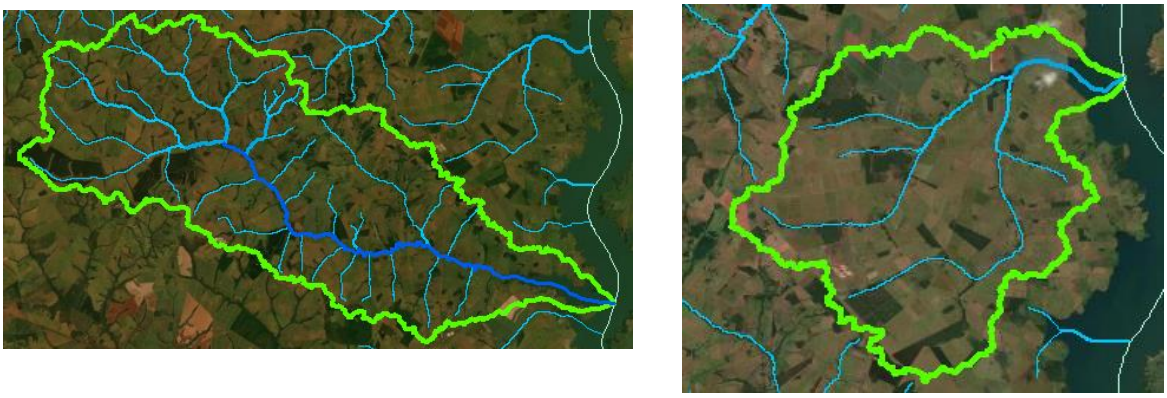


Figura 25 – Exemplos hierarquização fluvial de microbacias da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Por meio da hierarquia fluvial, é possível estabelecer a relação de bifurcação. Esta relação foi definida por Horton (1945, apud CHRISTOFOTTI, 1980) como sendo a relação entre o número total de segmentos de uma certa ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior (CHRISTOFOTTI, 1980).

Assim, quanto maior a relação de bifurcação média, maior o grau de ramificação da rede de drenagem da bacia, maior a dissecação e maior a tendência para o pico de cheia. Nesse sentido, foi obtida a relação de bifurcação para as bacias que possuíam ordem maior que 2 (29 das 89 bacias) e, em seguida, calculada a média destes valores. É importante ressaltar que, na bacia do rio Aporé, foi considerada apenas a rede de drenagem do lado sul-mato-grossense.

A microbacia com maior relação de bifurcação é a do rio Santana (6,76), de ordem 4; e a com menor relação de bifurcação é a do córrego do Onça (1,33), de ordem 2, conforme apresentado na Figura 26. Assim, se pode considerar que as microbacias com maiores tendências a picos de cheia segundo esta parametrização são as dos

seguintes: rio Santana, rio dos Barreiros, córrego do Cedro, ribeirão Grande, ribeirão Galheiros, ribeirão Formoso, córrego das Antas, córrego da Divisa, córrego do Retiro e córrego Tamanduá.

As áreas não calculadas são referentes às microbacias que não possuem curso d'água associado ou que possuem cursos de ordem 1.

A lista completa sobre a relação de bifurcação das microbacias da UGH Santana-Aporé é apresentada na Tabela 5.

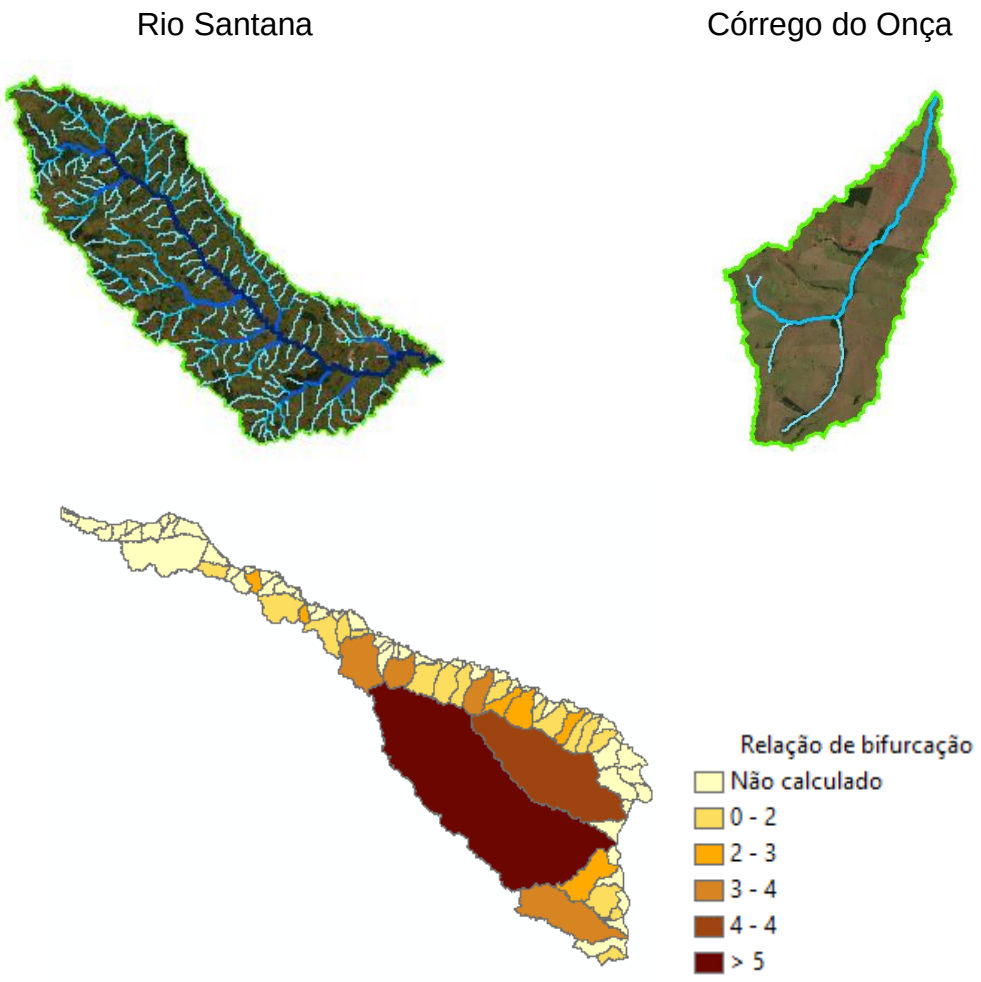


Figura 26 - Exemplos da relação de bifurcação em microbacias (parte superior) e a situação geral deste parâmetro na UGH Santana-Aporé (parte inferior).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 5 – Relação de bifurcação das microbacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Microbacia	Relação de bifurcação
Alto Aporé	Sub-bacia 8	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 1	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 3	0,00
Alto Aporé	Córrego do Cavalo	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 7	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 5	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 4	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 2	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 10	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 6	0,00
Alto Aporé	Córrego Pasto-ruim	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 11	0,00
Alto Aporé	Córrego Lagoinha	0,00
Alto Aporé	Córrego da Vaca-morta	0,00
Médio Aporé	Córrego Mimoso	0,00
Médio Aporé	Sub-bacia 14	0,00
Médio Aporé	Sub-bacia 15	0,00
Alto Aporé	Córrego Garimpeiro	0,00
Médio Aporé	Córrego Cabeceira-comprida	0,00
Médio Aporé	Sub-bacia 17	0,00
Médio Aporé	Córrego do Boi	0,00
Baixo Aporé	Córrego Campestre	0,00
Médio Aporé	Córrego Macaúba	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 19	0,00
Médio Aporé	Córrego do Palmito	0,00
Baixo Aporé	Córrego Aroeira	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 18	0,00
Médio Aporé	Ribeirão Grande	0,00
Baixo Aporé	Córrego da Onça	0,00
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-comprida	0,00
Baixo Aporé	Córrego da Amélia	0,00

Sub-bacia	Microbacia	Relação de bifurcação
Baixo Aporé	Sub-bacia 22	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 23	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 25	0,00
Baixo Aporé	Córrego do Buriti	0,00
Lontra/Macacos	Córrego da Lontra	0,00
Baixo Aporé	Córrego do Bacuri	0,00
Lontra/Macacos	Córrego dos Macacos	0,00
Baixo Aporé	Córrego Água Limpa	0,00
Lontra/Macacos	Sub-bacia 26	0,00
Lontra/Macacos	Sub-bacia 27	0,00
Araré	Córrego do Araré	0,00
Sul / Formoso	Sub-bacia 28	0,00
Sul / Formoso	Córrego do Paiol	0,00
Sul / Formoso	Sub-bacia 29	0,00
Sul / Formoso	Córrego do Gurgel	0,00
Médio Aporé	Córrego do Retirinho	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 12	0,00
Alto Aporé	Córrego Pouso-frio	0,00
Alto Aporé	Sub-bacia 9	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 21	0,00
Médio Aporé	Córrego São Domingos	0,00
Sul / Formoso	Córrego do Campo	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 24	0,00
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-da-samambaia	0,00
Baixo Aporé	Sub-bacia 20	0,00
Médio Aporé	Córrego do Campo-alto	0,00
Médio Aporé	Sub-bacia 16	0,00
Médio Aporé	Córrego Cachoeirinha	0,00
Médio Aporé	Sub-bacia 13	0,00
Baixo Aporé	Córrego da Onça	1,33
Médio Aporé	Córrego dos Dois-córregos	2,00
Médio Aporé	Córrego da Divisa	2,00

Sub-bacia	Microbacia	Relação de bifurcação
Médio Aporé	Córrego do Poção	2,00
Baixo Aporé	Ribeirão da Barra	2,00
Baixo Aporé	Ribeirão da Ritinha	2,00
Baixo Aporé	Córrego da Cascavel	2,00
Baixo Aporé	Ribeirão do Veludo	2,00
Baixo Aporé	Ribeirão do Cancã	2,00
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	2,00
Sul / Formoso	Córrego da Matinha	2,00
Sul / Formoso	Córrego Rondinha	2,00
Médio Aporé	Córrego do Estouro	2,00
Alto Aporé	Córrego Buracão	2,00
Baixo Aporé	Córrego do Barreirão	2,00
Baixo Aporé	Ribeirão da Pontinha	2,00
Sul / Formoso	Córrego dos Cupins	2,25
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	2,75
Sul / Formoso	Ribeirão das Três Barras	2,88
Alto Aporé	Córrego Tamanduá	3,00
Médio Aporé	Córrego do Retiro	3,00
Baixo Aporé	Córrego da Divisa	3,00
Baixo Aporé	Córrego das Antas	3,00
Sul / Formoso	Ribeirão Formoso	3,28
Médio Aporé	Ribeirão Galheiro	3,50
Baixo Aporé	Ribeirão Grande	3,67
Médio Aporé	Córrego do Cedro	4,00
Barreiros	Rio dos Barreiros	4,74
Santana	Rio Santana	6,77

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- Área de drenagem

Área da bacia é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal (CHRISTOFOTTI, 1980) e representa dado fundamental para o cálculo de outras características físicas.

A microbacia da UGH Santana-Aporé com a maior área de drenagem é a do rio Santana 2.637,98 km² e de menor área de drenagem é a microbacia 15, de afluente direto do rio Aporé (1,07 km²), como apresentado na Figura 27.

Microbacia15 Bacia do rio Santana

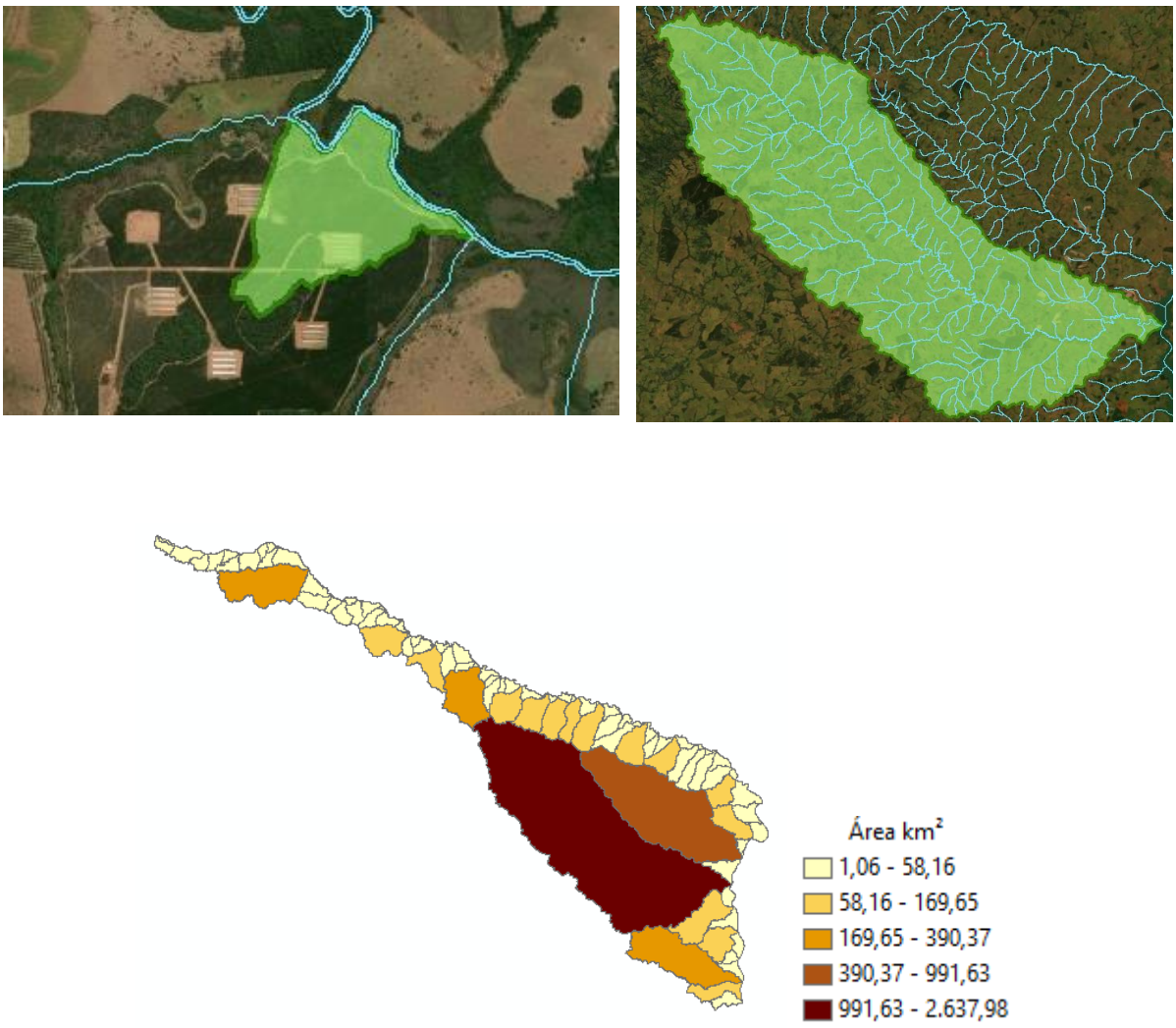


Figura 27 - Exemplos de área de drenagem em microbacias (parte superior) e a situação geral na UGH Santana-Aporé (parte inferior).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A lista completa sobre a área de drenagem das microbacias da UGH Santana-Aporé é apresentada na Tabela 6. A maior microbacia da UGH Santana-Aporé é a do rio Santana 2.637,98 km²; e a menor, a microbacia 15, de afluente direto do rio Aporé (1,07km²).

Tabela 6 – Área de drenagem das microbacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Microbacia	Área de drenagem (km²)
Médio Aporé	Sub-bacia 15	1,07
Médio Aporé	Sub-bacia 13	1,99
Médio Aporé	Sub-bacia 17	2,11
Baixo Aporé	Sub-bacia 20	2,74
Baixo Aporé	Sub-bacia 23	2,76
Baixo Aporé	Sub-bacia 24	3,82
Alto Aporé	Sub-bacia 1	5,05
Baixo Aporé	Sub-bacia 21	5,18
Baixo Aporé	Sub-bacia 18	5,29
Baixo Aporé	Sub-bacia 25	6,78
Alto Aporé	Sub-bacia 8	7,59
Alto Aporé	Sub-bacia 12	8,75
Médio Aporé	Sub-bacia 14	8,85
Médio Aporé	Córrego São Domingos	9,61
Médio Aporé	Córrego Macaúba	9,61
Baixo Aporé	Sub-bacia 19	10,36
Médio Aporé	Córrego do Retirinho	10,75
Médio Aporé	Sub-bacia 16	11,37
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-comprida	12,13
Alto Aporé	Sub-bacia 7	12,95
Lontra/Macacos	Sub-bacia 27	14,92
Alto Aporé	Sub-bacia 4	15,21
Médio Aporé	Córrego da Divisa	15,62
Baixo Aporé	Córrego da Onça	15,68
Baixo Aporé	Sub-bacia 22	16,87
Alto Aporé	Córrego Lagoinha	17,47
Sul / Formoso	Córrego da Matinha	17,83
Médio Aporé	Córrego do Palmito	18,56
Médio Aporé	Córrego do Boi	18,81
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-da-samambaia	19,24
Baixo Aporé	Córrego da Amélia	19,65
Alto Aporé	Córrego Pouso-frio	19,77

Sub-bacia	Microbacia	Área de drenagem (km²)
Baixo Aporé	Córrego Campestre	20,18
Médio Aporé	Córrego do Retiro	20,49
Alto Aporé	Córrego da Vaca-morta	21,14
Alto Aporé	Sub-bacia 9	22,17
Médio Aporé	Córrego Cabeceira-comprida	22,96
Sul / Formoso	Sub-bacia 28	22,99
Baixo Aporé	Córrego do Buriti	23,34
Baixo Aporé	Córrego da Onça	23,87
Sul / Formoso	Sub-bacia 29	24,89
Alto Aporé	Sub-bacia 2	25,16
Baixo Aporé	Córrego Aroeira	25,49
Médio Aporé	Córrego Cachoeirinha	25,84
Alto Aporé	Sub-bacia 3	25,86
Sul / Formoso	Córrego do Gurgel	26,44
Médio Aporé	Córrego Mimoso	28,85
Alto Aporé	Sub-bacia 5	29,12
Médio Aporé	Córrego do Campo-alto	31,91
Lontra/Macacos	Sub-bacia 26	31,97
Alto Aporé	Córrego Tamanduá	32,43
Médio Aporé	Ribeirão Grande	33,27
Sul / Formoso	Córrego Rondinha	34,25
Alto Aporé	Córrego Garimpeiro	36,15
Sul / Formoso	Córrego do Paiol	37,19
Médio Aporé	Córrego do Poção	38,15
Alto Aporé	Sub-bacia 6	39,06
Alto Aporé	Córrego do Cavalo	41,42
Alto Aporé	Sub-bacia 11	42,27
Lontra/Macacos	Córrego dos Macacos	44,48
Baixo Aporé	Córrego da Cascavel	46,47
Alto Aporé	Córrego Buracão	47,65
Baixo Aporé	Córrego do Barreirão	48,71
Alto Aporé	Sub-bacia 10	49,97
Araré	Córrego do Araré	50,98

Sub-bacia	Microbacia	Área de drenagem (km²)
Baixo Aporé	Ribeirão da Pontinha	51,79
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	55,09
Baixo Aporé	Córrego das Antas	55,87
Baixo Aporé	Córrego da Divisa	57,14
Baixo Aporé	Córrego Água Limpa	58,16
Baixo Aporé	Ribeirão do Cancã	64,37
Baixo Aporé	Córrego do Bacuri	70,98
Sul / Formoso	Córrego do Campo	76,86
Baixo Aporé	Ribeirão do Veludo	81,18
Baixo Aporé	Ribeirão da Barra	90,44
Lontra/Macacos	Córrego da Lontra	92,65
Médio Aporé	Córrego do Estouro	98,02
Baixo Aporé	Ribeirão da Ritinha	98,10
Médio Aporé	Córrego do Cedro	101,81
Baixo Aporé	Ribeirão Grande	101,92
Sul / Formoso	Córrego dos Cupins	103,18
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	105,59
Médio Aporé	Córrego dos Dois-córregos	126,28
Sul / Formoso	Ribeirão das Três Barras	169,65
Médio Aporé	Ribeirão Galheiro	227,04
Alto Aporé	Córrego Pasto-ruim	320,00
Sul / Formoso	Ribeirão Formoso	390,38
Barreiros	Rio dos Barreiros	991,64
Santana	Rio Santana	2.637,98

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

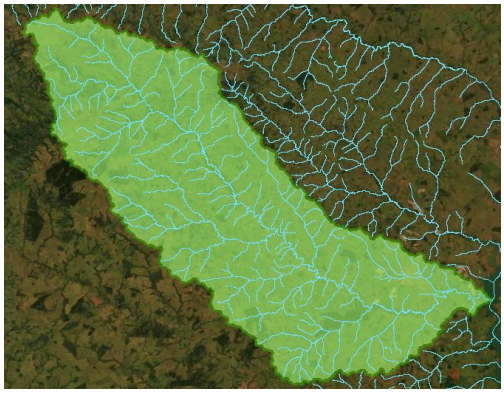
- Perímetro

Perímetro corresponde ao valor em comprimento dos limites da área de drenagem das microbacias hidrográficas integrantes das áreas em estudo.

Na UGH Santana-Aporé, a microbacia com o maior perímetro é a do rio Santana (354,69km); e a de menor, a microbacia 15, de afluente direto do rio Aporé (5,43km), como apresentado na Figura 28.

Microbacia15

Rio Santana



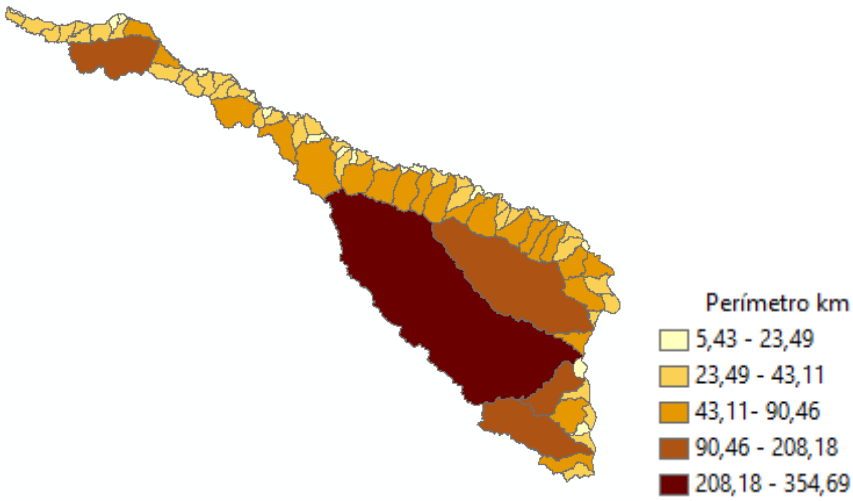


Figura 28 - Exemplos de perímetro em microbacias (parte superior) e a situação geral na UGH Santana-Aporé (parte inferior).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A lista completa dos perímetros das microbacias da UGH Santana-Aporé é apresentada na Tabela 7. De forma complementar, a Tabela 8 apresenta os quantitativos dos perímetros das sub-bacias da UGH Santana-Aporé.

Tabela 7 - Perímetro das bacias e sub-bacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Microbacia	Perímetro total (km)
Médio Aporé	Sub-bacia 15	5,44
Médio Aporé	Sub-bacia 13	7,86
Médio Aporé	Sub-bacia 17	8,93
Baixo Aporé	Sub-bacia 20	9,16
Baixo Aporé	Sub-bacia 23	9,4
Baixo Aporé	Sub-bacia 25	11,34
Baixo Aporé	Sub-bacia 24	11,56
Baixo Aporé	Sub-bacia 18	12,14
Baixo Aporé	Sub-bacia 21	13,68
Alto Aporé	Sub-bacia 8	15,31
Médio Aporé	Córrego São Domingos	17,13
Alto Aporé	Sub-bacia 1	17,18
Baixo Aporé	Sub-bacia 19	17,25
Médio Aporé	Córrego Macaúba	18,48
Médio Aporé	Córrego do Retirinho	18,9
Médio Aporé	Sub-bacia 14	19,65
Alto Aporé	Sub-bacia 12	19,76
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-comprida	20,05
Alto Aporé	Sub-bacia 7	20,94
Sul / Formoso	Sub-bacia 28	21,83
Médio Aporé	Córrego da Divisa	22,23
Sul / Formoso	Córrego da Matinha	23,2
Baixo Aporé	Sub-bacia 22	23,5
Médio Aporé	Córrego do Palmito	23,91
Médio Aporé	Sub-bacia 16	23,94
Baixo Aporé	Córrego da Onça	24,11
Médio Aporé	Córrego do Retiro	24,18
Alto Aporé	Sub-bacia 4	24,48
Lontra/Macacos	Sub-bacia 27	24,5

Sul / Formoso	Sub-bacia 29	25,85
Baixo Aporé	Córrego da Onça	26,55
Alto Aporé	Córrego Lagoinha	27,01
Médio Aporé	Córrego Cabeceira-comprida	28,43
Alto Aporé	Sub-bacia 2	28,49
Médio Aporé	Córrego do Boi	28,74
Lontra/Macacos	Sub-bacia 26	29,18
Baixo Aporé	Córrego da Amélia	29,34
Baixo Aporé	Córrego do Buriti	29,71
Alto Aporé	Sub-bacia 3	30,23
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-da-samambaia	30,4
Alto Aporé	Córrego Pouso-frio	30,51
Baixo Aporé	Córrego Aroeira	30,54
Médio Aporé	Córrego Mimoso	30,61
Médio Aporé	Córrego do Campo-alto	31,07
Baixo Aporé	Córrego Campestre	31,44
Alto Aporé	Córrego Tamanduá	31,86
Alto Aporé	Córrego da Vaca-morta	32,06
Sul / Formoso	Córrego do Gurgel	32,31
Alto Aporé	Sub-bacia 9	32,62
Médio Aporé	Córrego do Poção	32,84
Alto Aporé	Córrego Garimpeiro	32,9
Médio Aporé	Córrego Cachoeirinha	34,73
Médio Aporé	Ribeirão Grande	35,03
Baixo Aporé	Córrego da Cascavel	37,7
Alto Aporé	Córrego do Cavalo	38,57
Baixo Aporé	Córrego do Barreirão	38,88
Alto Aporé	Sub-bacia 6	38,91
Lontra/Macacos	Córrego dos Macacos	38,92
Alto Aporé	Sub-bacia 5	39,35
Sul / Formoso	Córrego Rondinha	39,88
Alto Aporé	Córrego Buracão	41,09

Sul / Formoso	Córrego do Paiol	41,42
Baixo Aporé	Córrego Á• gua Limpa	43,12
Alto Aporé	Sub-bacia 11	44,56
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	44,56
Baixo Aporé	Córrego das Antas	46,77
Baixo Aporé	Córrego do Bacuri	47,19
Alto Aporé	Sub-bacia 10	47,51
Baixo Aporé	Ribeirão da Pontinha	48,5
Baixo Aporé	Ribeirão do Cancã	48,85
Baixo Aporé	Córrego da Divisa	49,13
Araré	Córrego do Araré	49,55
Baixo Aporé	Ribeirão do Veludo	49,89
Baixo Aporé	Ribeirão da Barra	49,89
Médio Aporé	Córrego do Cedro	50,93
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	53,78
Baixo Aporé	Ribeirão da Ritinha	54,97
Baixo Aporé	Ribeirão Grande	55,32
Lontra/Macacos	Córrego da Lontra	58
Sul / Formoso	Córrego dos Cupins	60,44
Médio Aporé	Córrego dos Dois-córregos	62,49
Médio Aporé	Córrego do Estouro	66,72
Sul / Formoso	Córrego do Campo	70,72
Médio Aporé	Ribeirão Galheiro	86,18
Sul / Formoso	Ribeirão das Três Barras	90,47
Alto Aporé	Córrego Pasto-ruim	126,61
Sul / Formoso	Ribeirão Formoso	142,58
Barreiros	Rio dos Barreiros	208,19
Santana	Rio Santana	354,69

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 8 - Perímetro das sub-bacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Bacia	Sub-bacia	Código	Perímetro (km)
Aporé	Alto Aporé	55	279,69
	Médio Aporé	56	241,61
	Baixo Aporé	57	283,09
Barreiros	Barreiros	58	208,19
Santana	Santana	59	354,69
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	192,93
	Araré	65B	49,55
	Lontra/Macacos	65C	84,54

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- Forma da bacia

Forma da bacia é definida com a utilização do Coeficiente de compacidade (Kc), que corresponde à relação entre o perímetro da bacia e circunferência de um círculo de área igual à área de drenagem da bacia em estudo. Tal coeficiente é um número que varia de acordo com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Assim, quanto mais irregular for a bacia, maior será seu respectivo coeficiente de compacidade. Um coeficiente com valor exatamente igual à unidade, ou seja, Kc = 1, por exemplo, corresponderia virtualmente a uma bacia de forma perfeitamente circular, o que não existe em condições naturais (CHRISTOFOTTI, 1980).

A forma da bacia reflete em seu comportamento hidrológico (GARCEZ *et al.,*1988): quanto mais próximo de Kc = 1, mais circular é a forma da bacia e toda a água escoada tende a alcançar trechos do canal principal ao mesmo tempo, sendo assim, maior é a tendência de eventos de cheia. E quanto mais distante de Kc = 1, mais a bacia pode ser alongada e assim, mais susceptível ao escoamento.

Para análise das bacias da UGH Santana-Aporé, foi utilizado o parâmetro apresentado na Tabela 9. Pode-se verificar pela Tabela seguinte, que 83% das microbacias apresentam probabilidade média a grandes enchentes; 11% tendem a

uma alta propensão a grandes enchentes (microbacias 25, 28, córrego do Cedro, 26, 29, ribeirão da Cachoeira, ribeirão da Barra, 15, 18 e córrego do Poção) e 4,5% tendem a não ser sujeitas a grandes enchentes.

Tabela 9 – Parâmetro para análise de Coeficiente de compacidade

Kc	Características da bacia
1 – 1,5	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
1,5 – 2	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
> 2	Bacia não sujeitas a grandes enchentes

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A microbacia do córrego do Campo possui o maior coeficiente de compacidade (2,27); e a microbacia 25, o menor (1,23), conforme apresentado na Figura 29.

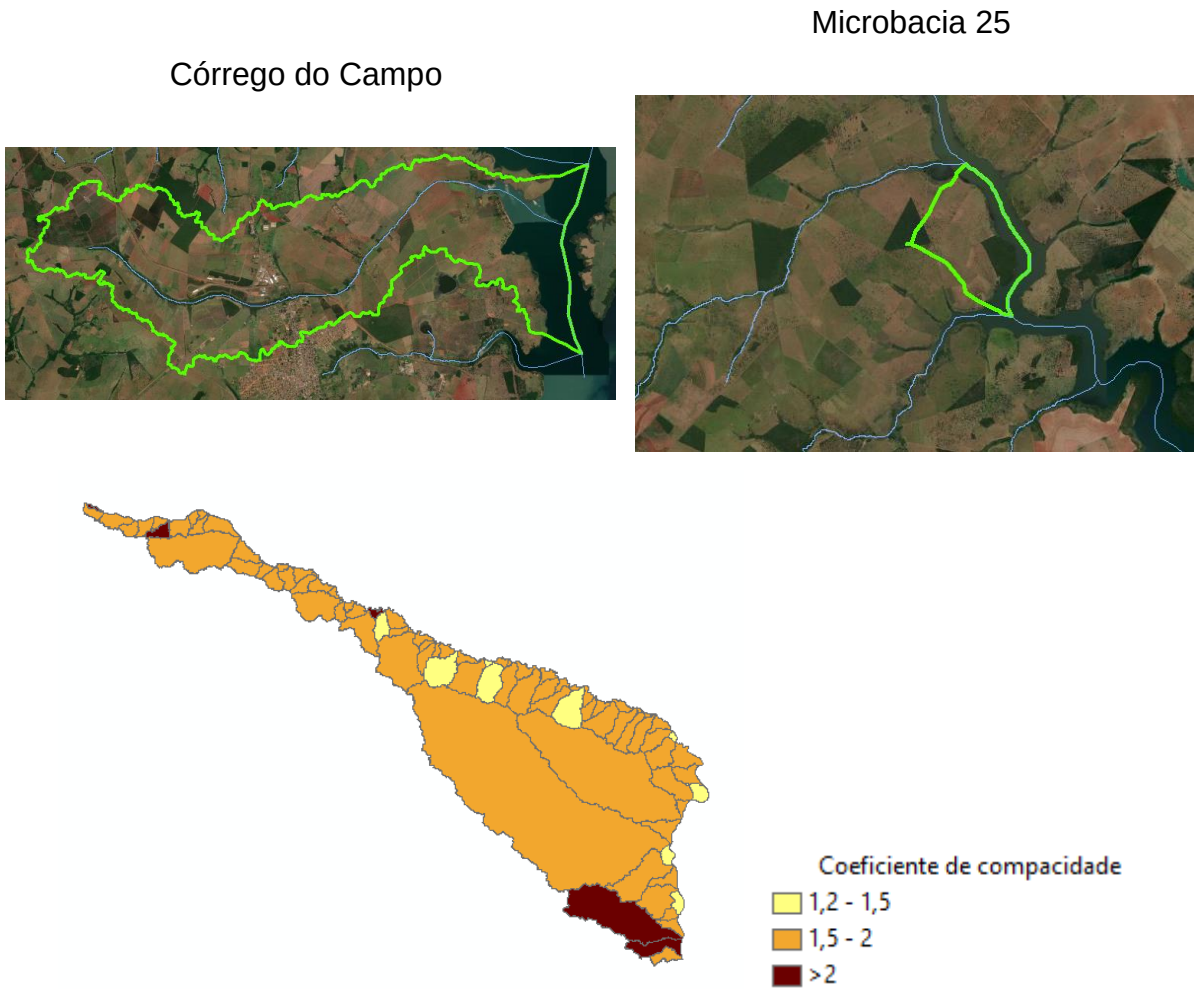


Figura 29 – Microbacias com maior e menor Coeficiente de compacidade (parte superior) e a situação geral na UGH Santana-Aporé (parte inferior).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A lista completa sobre o coeficiente de compacidade das microbacias da UGH Santana-Aporé é apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 – Coeficiente de compacidade das microbacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Microbacia	Coeficiente de compacidade
Baixo Aporé	Sub-bacia 25	1,23
Sul / Formoso	Sub-bacia 28	1,28
Médio Aporé	Córrego do Cedro	1,42
Lontra/Macacos	Sub-bacia 26	1,46

Sub-bacia	Microbacia	Coeficiente de compacidade
Sul / Formoso	Sub-bacia 29	1,46
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	1,48
Baixo Aporé	Ribeirão da Barra	1,48
Médio Aporé	Sub-bacia 15	1,49
Baixo Aporé	Sub-bacia 18	1,49
Médio Aporé	Córrego do Poção	1,50
Médio Aporé	Córrego do Retiro	1,51
Baixo Aporé	Sub-bacia 19	1,51
Baixo Aporé	Córrego da Onça	1,53
Alto Aporé	Córrego Garimpeiro	1,54
Baixo Aporé	Ribeirão Grande	1,55
Sul / Formoso	Córrego da Matinha	1,55
Médio Aporé	Córrego do Campo-alto	1,55
Médio Aporé	Córrego São Domingos	1,56
Baixo Aporé	Sub-bacia 20	1,56
Baixo Aporé	Córrego da Cascavel	1,56
Baixo Aporé	Ribeirão do Veludo	1,56
Baixo Aporé	Ribeirão da Ritinha	1,57
Médio Aporé	Córrego do Palmito	1,57
Alto Aporé	Sub-bacia 8	1,57
Médio Aporé	Córrego dos Dois-córregos	1,57
Baixo Aporé	Córrego do Barreirão	1,57
Médio Aporé	Sub-bacia 13	1,57
Alto Aporé	Córrego Tamanduá	1,58
Baixo Aporé	Córrego do Bacuri	1,58
Médio Aporé	Córrego da Divisa	1,59
Baixo Aporé	Córrego Água Limpa	1,59
Baixo Aporé	Sub-bacia 23	1,60
Alto Aporé	Sub-bacia 2	1,60
Médio Aporé	Córrego Mimoso	1,61
Médio Aporé	Ribeirão Galheiro	1,61

Sub-bacia	Microbacia	Coeficiente de compacidade
Baixo Aporé	Sub-bacia 22	1,61
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-comprida	1,62
Médio Aporé	Córrego do Retirinho	1,63
Alto Aporé	Sub-bacia 7	1,64
Lontra/Macacos	Córrego dos Macacos	1,65
Baixo Aporé	Sub-bacia 24	1,67
Médio Aporé	Córrego Cabeceira-comprida	1,67
Alto Aporé	Sub-bacia 3	1,68
Sul / Formoso	Córrego dos Cupins	1,68
Alto Aporé	Córrego Buracão	1,68
Médio Aporé	Córrego Macaúba	1,68
Alto Aporé	Córrego do Cavalo	1,69
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	1,69
Baixo Aporé	Sub-bacia 21	1,69
Lontra/Macacos	Córrego da Lontra	1,70
Baixo Aporé	Córrego Aroeira	1,71
Médio Aporé	Ribeirão Grande	1,71
Baixo Aporé	Córrego da Onça	1,72
Baixo Aporé	Ribeirão do Cancã	1,72
Médio Aporé	Sub-bacia 17	1,73
Baixo Aporé	Córrego do Buriti	1,73
Alto Aporé	Sub-bacia 6	1,76
Baixo Aporé	Córrego das Antas	1,76
Alto Aporé	Sub-bacia 4	1,77
Sul / Formoso	Córrego do Gurgel	1,77
Lontra/Macacos	Sub-bacia 27	1,79
Alto Aporé	Córrego Lagoinha	1,82
Baixo Aporé	Córrego da Divisa	1,83
Médio Aporé	Sub-bacia 14	1,86
Barreiros	Rio dos Barreiros	1,86
Baixo Aporé	Córrego da Amélia	1,87

Sub-bacia	Microbacia	Coeficiente de compacidade
Médio Aporé	Córrego do Boi	1,87
Alto Aporé	Sub-bacia 12	1,88
Alto Aporé	Sub-bacia 10	1,90
Baixo Aporé	Ribeirão da Pontinha	1,90
Médio Aporé	Córrego do Estouro	1,90
Sul / Formoso	Córrego do Paiol	1,92
Sul / Formoso	Córrego Rondinha	1,92
Médio Aporé	Córrego Cachoeirinha	1,93
Alto Aporé	Sub-bacia 11	1,93
Alto Aporé	Córrego Pouso-frio	1,94
Santana	Rio Santana	1,95
Alto Aporé	Sub-bacia 9	1,95
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-da-samambaia	1,95
Araré	Córrego do Araré	1,96
Sul / Formoso	Ribeirão das Três Barras	1,96
Alto Aporé	Córrego da Vaca-morta	1,97
Baixo Aporé	Córrego Campestre	1,97
Alto Aporé	Córrego Pasto-ruim	2,00
Médio Aporé	Sub-bacia 16	2,00
Sul / Formoso	Ribeirão Formoso	2,03
Alto Aporé	Sub-bacia 5	2,06
Alto Aporé	Sub-bacia 1	2,16
Sul / Formoso	Córrego do Campo	2,27

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem (Dd) é a relação entre o comprimento total de canais e a área da bacia. Para seu cálculo, devem-se considerar todos os rios, tanto os perenes como os temporários (HORTON, 1945).

É um indicador do relevo superficial e das características geológicas da bacia, pois “permite avaliar a eficácia de drenagem de uma bacia, ou seja, a eficiência na concentração do escoamento superficial no exutório da bacia. Quanto maior a densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia de fazer escoamentos rápidos no exutório, bem como deflúvios de estiagem baixos” (TUCCI, 2004).

A variação da densidade de drenagem da UGH Santana-Aporé indica que suas microbacias possuem drenagem pobre (< 0,5) a regular (0,5-1,5) – e apenas três apresentam boa drenagem (>1,5) (microbacia 13, 15 e 17). A microbacia 5 possui a menor densidade de drenagem (0,02); e a microbacia 15, a maior (1,92), conforme apresentado na Figura 30.

Microbacia 5

Microbacia 15

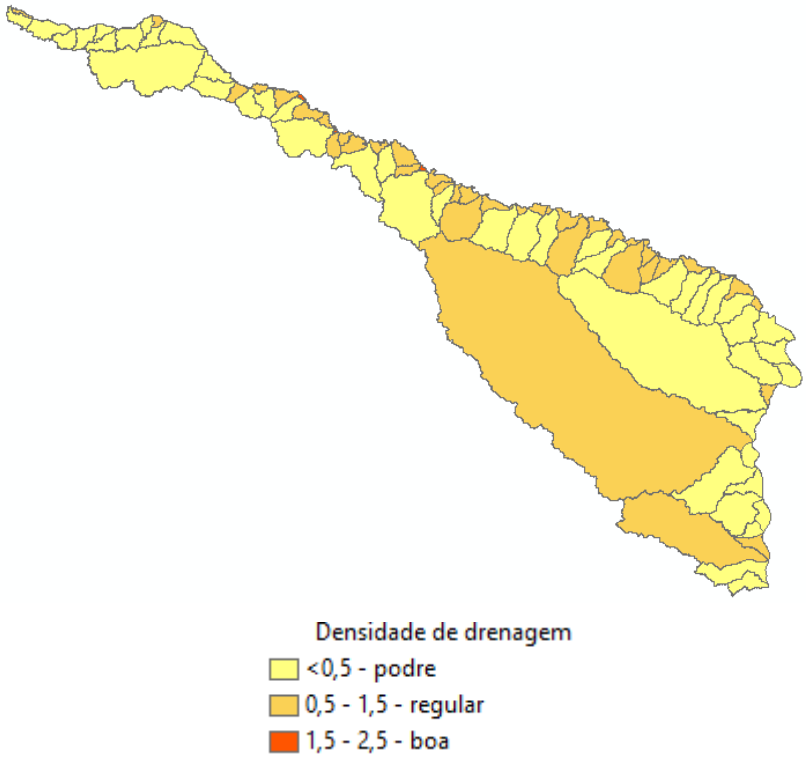


Figura 30 - Exemplos de variação de densidade de drenagem em microbacias (parte superior) e a situação geral na UGH Santana-Aporé (parte inferior).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A lista completa sobre a densidade de drenagem das microbacias da UGH Santana-Aporé é apresentada na Tabela 11. Corroborando com o que é visto pelas imagens aéreas, em média, as menores densidades estão no Alto Aporé e Chapadão do Sul.

Tabela 11 – Densidade de drenagem das microbacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Microbacia	Densidade de drenagem
Alto Aporé	Sub-bacia 5	0,02
Alto Aporé	Sub-bacia 9	0,03
Alto Aporé	Sub-bacia 2	0,03
Alto Aporé	Córrego Pasto-ruim	0,06
Alto Aporé	Córrego Garimpeiro	0,13
Lontra/Macacos	Córrego da Lontra	0,18
Médio Aporé	Córrego Mimoso	0,20

Sub-bacia	Microbacia	Densidade de drenagem
Baixo Aporé	Córrego do Bacuri	0,21
Alto Aporé	Sub-bacia 6	0,23
Alto Aporé	Córrego Buracão	0,24
Alto Aporé	Sub-bacia 3	0,24
Alto Aporé	Córrego Pouso-frio	0,26
Médio Aporé	Córrego dos Dois-córregos	0,27
Alto Aporé	Córrego Tamanduá	0,27
Médio Aporé	Córrego do Poção	0,27
Médio Aporé	Córrego do Estouro	0,30
Baixo Aporé	Ribeirão do Cancã	0,32
Baixo Aporé	Ribeirão da Barra	0,33
Baixo Aporé	Córrego do Barreirão	0,34
Alto Aporé	Córrego do Cavalo	0,35
Sul / Formoso	Córrego da Matinha	0,35
Alto Aporé	Sub-bacia 7	0,35
Sul / Formoso	Córrego do Campo	0,35
Sul / Formoso	Sub-bacia 28	0,38
Sul / Formoso	Córrego Rondinha	0,39
Baixo Aporé	Ribeirão da Ritinha	0,39
Lontra/Macacos	Sub-bacia 26	0,39
Baixo Aporé	Córrego da Cascavel	0,40
Alto Aporé	Sub-bacia 10	0,40
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	0,40
Baixo Aporé	Córrego das Antas	0,40
Araré	Córrego do Araré	0,40
Sul / Formoso	Córrego dos Cupins	0,41
Médio Aporé	Ribeirão Grande	0,41
Alto Aporé	Sub-bacia 4	0,41
Sul / Formoso	Sub-bacia 29	0,42
Baixo Aporé	Ribeirão da Pontinha	0,43
Baixo Aporé	Ribeirão do Veludo	0,43

Sub-bacia	Microbacia	Densidade de drenagem
Lontra/Macacos	Córrego dos Macacos	0,43
Médio Aporé	Ribeirão Galheiro	0,45
Baixo Aporé	Córrego da Divisa	0,46
Alto Aporé	Sub-bacia 11	0,47
Baixo Aporé	Córrego Água Limpa	0,49
Sul / Formoso	Ribeirão das Três Barras	0,49
Sul / Formoso	Córrego do Paiol	0,49
Barreiros	Rio dos Barreiros	0,50
Baixo Aporé	Ribeirão da Cachoeira	0,50
Médio Aporé	Córrego da Divisa	0,50
Santana	Rio Santana	0,50
Médio Aporé	Córrego do Cedro	0,54
Lontra/Macacos	Sub-bacia 27	0,54
Sul / Formoso	Córrego do Gurgel	0,54
Sul / Formoso	Ribeirão Formoso	0,55
Alto Aporé	Sub-bacia 8	0,57
Baixo Aporé	Córrego do Buriti	0,62
Baixo Aporé	Ribeirão Grande	0,62
Baixo Aporé	Córrego da Onça	0,63
Baixo Aporé	Sub-bacia 22	0,66
Médio Aporé	Córrego do Retirinho	0,67
Médio Aporé	Córrego Macaúba	0,69
Médio Aporé	Córrego Cachoeirinha	0,71
Médio Aporé	Córrego do Retiro	0,72
Médio Aporé	Córrego Cabeceira-comprida	0,73
Alto Aporé	Córrego Lagoinha	0,73
Baixo Aporé	Sub-bacia 25	0,73
Baixo Aporé	Córrego Aroeira	0,74
Baixo Aporé	Sub-bacia 19	0,74
Baixo Aporé	Córrego da Onça	0,75
Baixo Aporé	Córrego Campestre	0,79

Sub-bacia	Microbacia	Densidade de drenagem
Médio Aporé	Córrego São Domingos	0,82
Baixo Aporé	Córrego da Amélia	0,83
Baixo Aporé	Sub-bacia 18	0,88
Alto Aporé	Córrego da Vaca-morta	0,88
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-da-samambaia	0,89
Médio Aporé	Córrego do Campo-alto	0,91
Médio Aporé	Córrego do Palmito	0,92
Baixo Aporé	Sub-bacia 20	0,92
Médio Aporé	Sub-bacia 14	0,95
Alto Aporé	Sub-bacia 1	0,97
Baixo Aporé	Córrego da Cabeceira-comprida	0,98
Médio Aporé	Córrego do Boi	0,98
Médio Aporé	Sub-bacia 16	1,06
Baixo Aporé	Sub-bacia 24	1,18
Baixo Aporé	Sub-bacia 21	1,21
Alto Aporé	Sub-bacia 12	1,21
Baixo Aporé	Sub-bacia 23	1,38
Médio Aporé	Sub-bacia 17	1,65
Médio Aporé	Sub-bacia 13	1,81
Médio Aporé	Sub-bacia 15	1,93

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Tabela 12 apresenta os quantitativos da densidade de drenagem das sub-bacias da UGH Santana-Aporé, novamente mostrando menor densidade no Alto Aporé.

Tabela 12 – Densidade de drenagem das sub-bacias hidrográficas que compõem a UGH Santana-Aporé.

Bacia	Sub-bacia	Código	Densidade de drenagem
Aporé	Alto Aporé	55	0,22
	Médio Aporé	56	0,40
	Baixo Aporé	57	0,41
Barreiros	Barreiros	58	0,50
Santana	Santana	59	0,50
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	0,48
	Araré	65B	0,40
	Lontra/Macacos	65C	0,31

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- Perfil hipsométrico

Para análise hipsométrica dos principais rios da UGH, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (SRTM - ALOS PALSAR com resolução de 12,5m), sendo realizado um perfil longitudinal, da nascente até a foz.

O perfil longitudinal de um rio mostra a sua declividade (e gradiente), sendo a representação visual da relação entre altimetria e o comprimento de determinado curso d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Na Figura 31, é possível observar a variação de cotas do leito do rio Aporé, que possui comprimento superficial de 291,02 km, ao longo de seu percurso, por meio de seu perfil longitudinal. Suas elevações estão de 818 m a 311 m, com altitudes médias de 519 m e desnível de 507 m (cerca de 0,5 km).

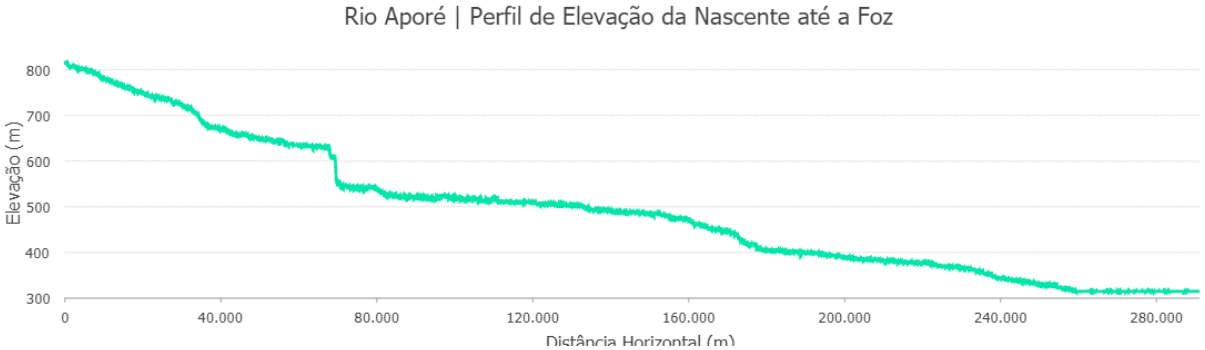


Figura 31 – Perfil hipsométrico do rio Aporé, desde sua nascente, no município de Chapadão do Sul, até sua foz, no município de Paranaíba (reservatório de Ilha Solteira).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 32 apresenta o perfil longitudinal do rio Santana, que possui comprimento superficial de 132,52 km. Suas elevações estão de 691 m a 313 m, com altitudes médias de 399 m e desnível de 378 m. Sua nascente está em um patamar de relevo mais elevado, localizado a oeste da rodovia MS-112, apresentando, em seguida, trecho encachoeirado e de maior declive (a jusante/leste desta rodovia).

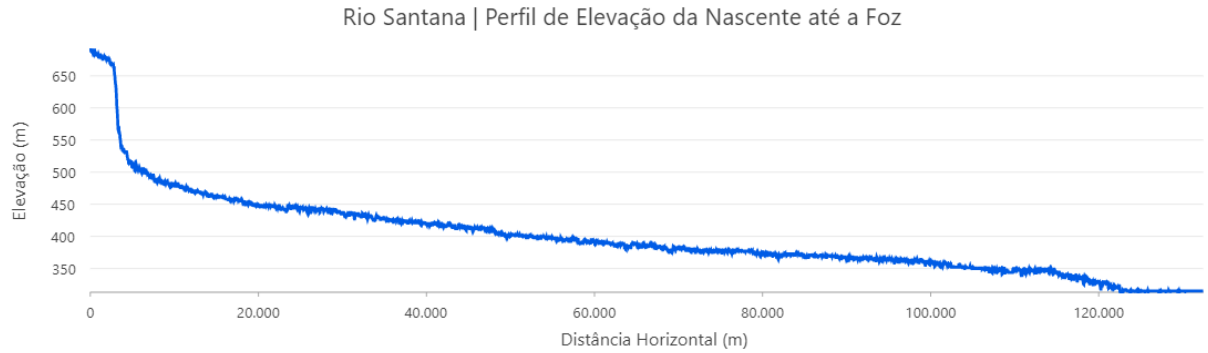


Figura 32 - Perfil hipsométrico do rio Santana, desde sua nascente, no município de Paranaíba, até sua foz, ainda no mesmo município (reservatório de Ilha Solteira).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 33 apresenta o perfil longitudinal do rio Barreiros, que possui comprimento superficial de 75,91 km. Suas elevações estão de 656 m a 314 m, com altitudes médias de 380 m e desnível de 342 m. Fica evidente que seu trecho inicial é mais

elevado e rapidamente sofre quebra de relevo, a montante do cruzamento com a rodovia BR-158.

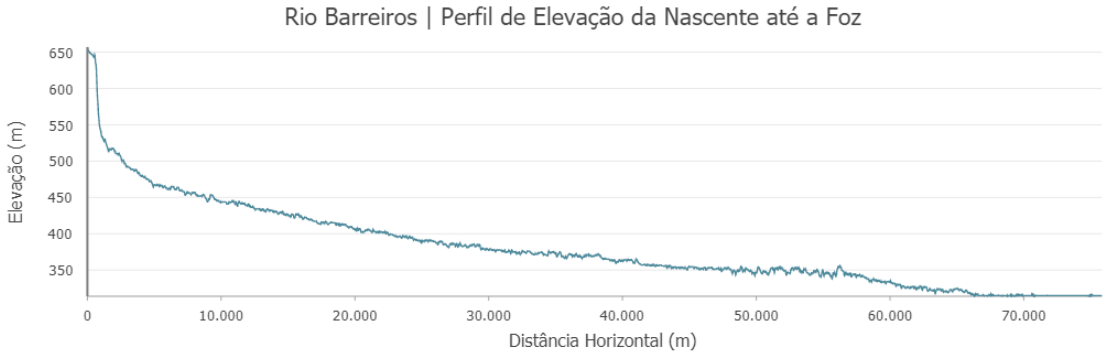


Figura 33 - Perfil hipsométrico do rio Barreiros, desde sua nascente, no município de Paranaíba, até sua foz, ainda no mesmo município (reservatório de Ilha Solteira).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 34 apresenta o perfil longitudinal do ribeirão Formoso, que possui comprimento superficial de 50,14 km. É possível observar que suas elevações estão de 385 m a 314 m, com altitudes médias de 344 m e um desnível de 71 m. Trata-se de variação bem menor que aquela observada nos rios Aporé, Santana e Barreiros.

Figura 34 - Perfil hipsométrico do ribeirão Formoso, desde sua nascente, no município de Aparecida do Taboado, até sua foz, ainda no mesmo município (reservatório de Ilha Solteira).

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.1.5 Áreas hidrologicamente sensíveis

A seguir são apresentadas informações disponíveis sobre a temática de áreas hidrologicamente sensíveis, com indicações da vulnerabilidade à inundação (Atlas ANA; informações do SNIS, entre outras fontes) e áreas úmidas e alagáveis.

- Vulnerabilidade à inundação

O Atlas de Vulnerabilidade à Inundação, publicado pela ANA em 2014, é uma ferramenta que indica a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras.

O mapeamento apresentado no Atlas indica que o rio Aporé se caracteriza como de baixa vulnerabilidade (baixa frequência e baixo impacto), excetuando-se o trecho de Cassilândia, em que é considerado como de alta vulnerabilidade (média frequência e alto impacto). Na região do reservatório da UHE Ilha Solteira, o trecho do rio Paranaíba recebe classificação de média vulnerabilidade (média frequência e médio impacto), (Figura 35).

Para a classificação foram observados os fatores de recorrência de inundações graduais e os impactos, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – Matriz de vulnerabilidade a inundações elaborada a partir do cruzamento das informações de frequência e impacto dos eventos.

Classificação	Recorrência de inundações graduais	Impactos associados aos eventos	Vulnerabilidade
Alta	Eventos de inundações graduais observados em um período inferior a cinco anos	Alto risco de dano à vida humana e danos significativos a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura pública e residências	Alto impacto e qualquer frequência de inundações Médio impacto e alta frequência de inundações
Média	Eventos de inundações graduais observados no intervalo de cinco anos	Danos razoáveis a serviços essenciais, instalações e	Médio impacto e frequências média e baixa de inundações

		obras de infraestrutura pública e residências	Baixo impacto e alta frequência de inundações
Baixa	Há mais de dez anos não são observados eventos de inundação	Danos localizados	Baixo impacto e frequências média e baixa de inundações

Fonte: ANA, 2014.

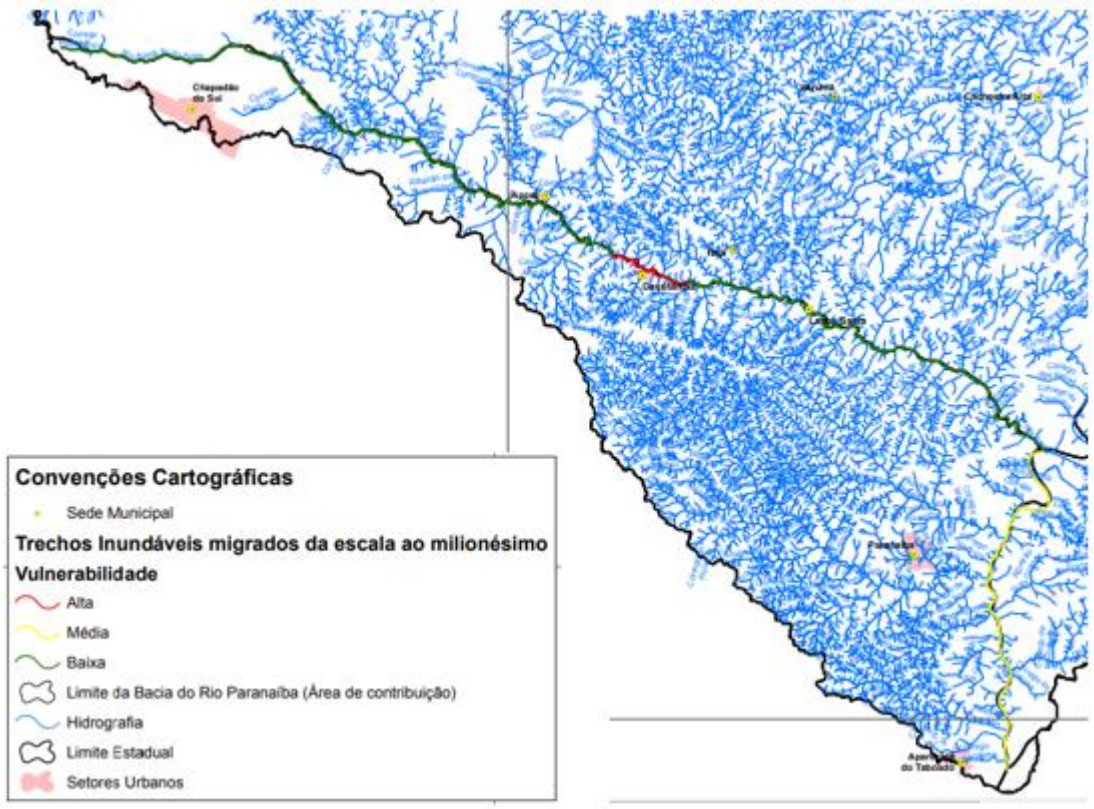


Figura 35 – Mapeamento de vulnerabilidade de inundação, referente ao trecho da UGH Santana-Aporé

Fonte: MYR – ANA, 2016

O referido trecho em Cassilândia, classificado como de alta vulnerabilidade a inundações, contempla as microbacias do córrego do Retirinho, ribeirão Grande, córrego Macaúba, córrego do Palmito, córrego do Cedro e córrego Campestre.

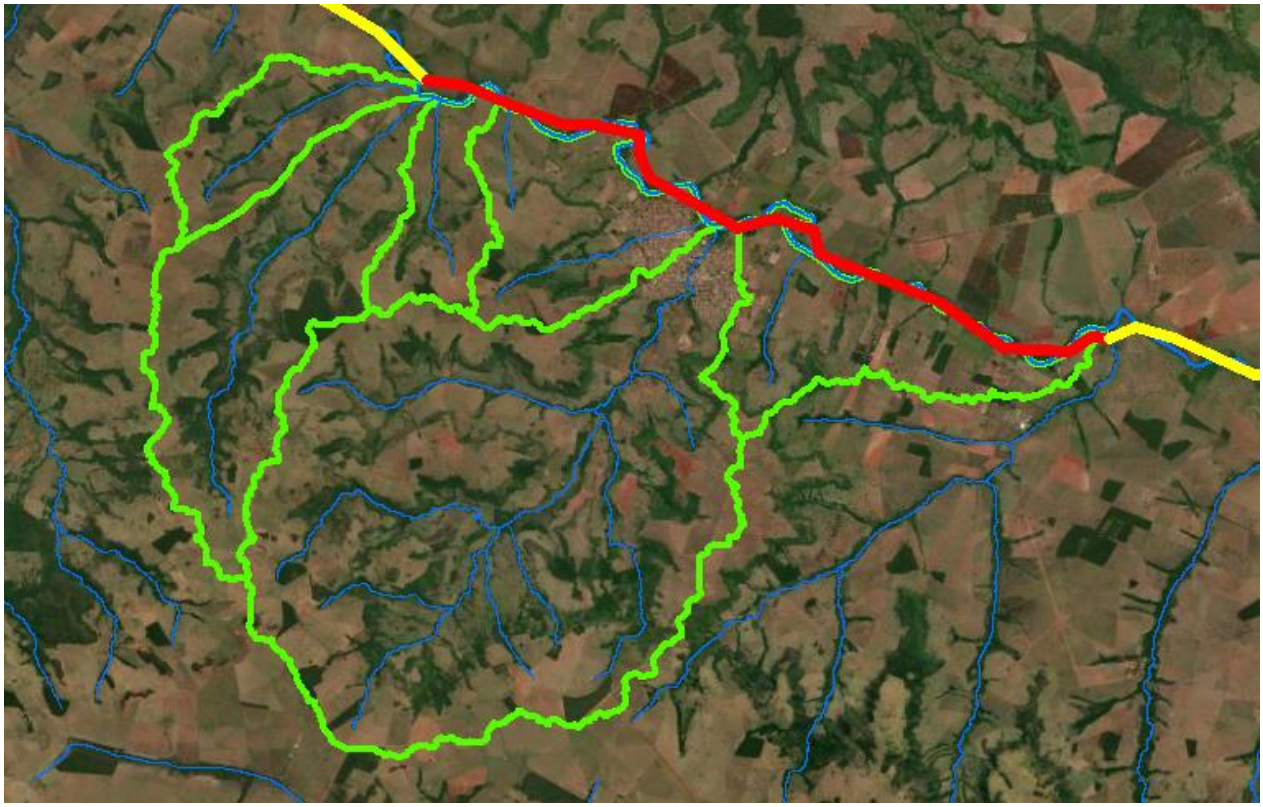


Figura 36 - Mapeamento de vulnerabilidade à inundação, referente ao trecho do rio Aporé em Cassilândia.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Destaca-se, nesse trecho, a microbacia do córrego do Cedro, que apresenta forma mais circular (menor coeficiente de compacidade), com águas escoadas tendendo a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo. O curso d'água principal desta microbacia, em seu curso mais baixo, corta a sede do município de Cassilândia (como exemplificado na Figura 37). Além disso, o relevo da região apresenta trechos de alta declividade nos cursos alto/médio, o que favorece o escoamento superficial. Assim, associando as características fisiográficas, com o uso e ocupação do solo, tem-se uma área com maior potencialidade de ocorrência de picos elevados de enchentes e inundações.

Figura 37 – Córrego do Cedro no município de Cassilândia

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Corroborando com os dados apresentados anteriormente, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Cassilândia (2018) aponta a ocorrência de eventos hidrológicos impactantes, como apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 - Informações do SNIS sobre gestão de riscos e presença de eventos hidrológicos impactantes (enxurradas, alagamentos etc.) e consequências (óbitos, desabrigados etc.).

Cód	Índice	Informação	Unidade
Gestão de riscos nas operações de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas			
RI004	Dados hidrológicos monitorados no município e metodologia de monitoramento	Rede hidrometeorológica da ANA	-
RI005	Existem sistemas de alertas de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações)?	Sim	-
Mapeamento de áreas de risco			
RI009	Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?	Não	-
Eventos hidrológicos impactantes			
RI022	Número de enxurradas na área urbana nos últimos cinco anos	5	enxurradas
RI023	Número de enxurradas na área urbana no ano de referência	1	enxurradas
RI024	Número de alagamentos na área urbana nos últimos cinco anos	25	alagamentos
RI025	Número de alagamentos na área urbana no ano de referência	5	alagamentos
RI026	Número de inundações na área urbana nos últimos cinco anos	2	inundações
RI027	Número de inundações na área urbana no ano de referência	1	inundações
RI028	Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana devido a eventos hidrológicos nos últimos cinco anos	54	pessoas
RI029	Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana devido a eventos hidrológicos no ano de referência	0	pessoas
RI030	Número de óbitos na área urbana devido a eventos hidrológicos nos últimos cinco anos	0	óbitos
RI031	Número de óbitos na área urbana devido a eventos hidrológicos no ano de referência	0	óbitos
RI032	Número de unidades edificadas atingidas na área urbana no município	2	unidades

Fonte: SERENCO, 2017.

Este PMSB também cita episódios de eventos dessa natureza no município de Cassilândia, especialmente nas áreas destacadas a seguir:

"Alguns casos de inundações foram relatados pela equipe da Prefeitura e notícias de jornais na internet. Em novembro de 2016, uma chuva com 115 mm e sete horas de duração causou a inundação da ETA (saída para Inocência) com extravasamento do córrego do Cedro, interdição da ponte de madeira do Jardim Duarte e derrubamento de outras pontes acima do perímetro urbano".

"Em 2013 o Prefeito declarou "situação de emergência" devido à intensa precipitação, com duração de 9 horas, no dia 31/01/2013, sendo registrado 136mm, provocando aumento súbito do nível dos córregos Salto e Cedro, causando o rompimento de duas

represas, inundando residências, desalojando pessoas (18 famílias), danificando casas, destruindo asfalto, pontes e estradas vicinais, nos perímetros urbano e rural".

"No final de janeiro de 2010, houve outros casos de inundações em várias ruas, na ponte da AABB e na área de lazer Elza Vendrame. Nessa ocasião foram registrados 200mm de chuva, aumentando os córregos do Cedro, Palmito, Indaiá, Santa Rita e Rio Aporé. Foram desalojadas 700 pessoas com 70 desabrigados, 80 casas danificadas e 20 destruídas".

- Áreas úmidas e alagáveis

As áreas úmidas são importantes para a biodiversidade porque abrigam variadas espécies endêmicas, ou seja, formas de vida que só vivem em um lugar específico. Essas regiões são essenciais para os anfíbios, répteis e para as aves migratórias, que dependem desses locais para reprodução e migração. Fazem parte do ciclo de reprodução da maioria dos peixes comerciais consumidos pelo homem e ajudam no reabastecimento de aquíferos, fontes de água doce para a humanidade. Além disso, cumprem um papel vital no processo de adaptação e redução das mudanças climáticas, já que muitos desses ambientes retiram grandes quantidades de carbono do ar. O manejo sustentável das áreas úmidas também fornece madeira para diferenciados usos, extração de óleo, plantas medicinais, troncos e folhas para tecelagem e alimentos para animais (ICMBIO, 2015).

Na região da UGH Santana-Aporé, há áreas úmidas do tipo campos alagáveis, campos úmidos e veredas (Figura 38 e Figura 39). Estes ambientes, segundo TANNUS (2007), são locais onde há saturação hídrica do solo e que por isso, apresentam características paisagísticas e composição florística distintas daquelas encontradas sobre solos bem drenados em seu entorno.

Nas visitas de campo, foi possível identificar a presença de veredas. A vereda é a fitofisionomia com presença de buritis (*Mauritia flexuosa*) emergentes, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. São circundadas por campos típicos, geralmente úmidos, e os buritis não formam um

dossel contínuo como ocorre no buritizal. Na vereda, os buritis adultos possuem altura média de 12 a 15 metros e a cobertura varia de 5 a 10%.

As áreas de veredas não constam no mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal realizado para a UGH Santana-Aporé, isso porque para definir as áreas desses ambientes é necessário empregar metodologias principalmente de coleta extensiva de dados primários, o que não está no escopo desse Plano. Contudo, é importante ressaltar que qualquer mapeamento realizado na escala local deve considerar a existência dessa tipologia nos locais de estudo, uma vez que a sua presença envolve premissas e requisitos legais, conforme previsto no Código Florestal, Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

> *XII - vereda: fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos, usualmente com a palmeira arbórea Mauritia flexuosa - buriti emergente, sem formar dossel, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas; (Redação pela Lei nº 12.727, de 2012).*
>
> *....*
>
> *XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).*

Figura 38 - Área hidromórfica com vereda em Aparecida do Taboado.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 39 – Área hidromórfica com vereda em Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2 ASPECTOS FÍSICOS

Para caracterização dos aspectos físicos da UGH Santana-Aporé, foram verificados atributos ligados à geologia, geotecnia, hidrogeologia, geomorfologia, pedologia e clima.

4.2.1 Geologia

A análise geológica e geotécnica levou em conta as seguintes referências:

- Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul, em escala de 1:1.000.000 e texto explicativo - folhas SE.22-YC – Paraíso, SE.22-Y-D – Paranaíba e SF.22-V-B – Andradina (LACERDA FILHO *et al*, 2006);
- Carta geológica do Brasil ao Milionésimo - Folha de Goiânia (SE.22);
- Mapa de Geodiversidade do Estado do Mato Grosso do Sul, em escala 1:1.000.000, bem como seu respectivo relatório (THEODOROVIZ & THEODOROVIZ, 2010);
- Relatório da Bacia do Paraná publicado no Boletim de Geociências da Petrobras (MILANI *et al*., 2007).

Os métodos utilizados incluíram:

- Análise da geologia da regional, unidades litoestratigráficas e principais estruturas geológicas - literatura;
- Vistoria em campo da geologia da UGH Santana-Aporé.

A localização e os detalhes a respeito dos processos minerários presentes foram obtidos no banco de dados da Agência Nacional de Mineração (ANM), em que foram analisandos os cadastrados realizados até março de 2021, no endereço eletrônico http://www.anm.gov.br/,especificamente na forma do SIGMINE (Sistema de Informação Geográfica da Mineração). Em posse desses dados, foi elaborada uma consulta espacial para identificação dos títulos minerários interceptados pela UGH Santana–Aporé.

A UGH Santana–Aporé localiza-se na porção nordeste do Estado do Mato Grosso do Sul, na divisa com Goiás. Está inserida na Bacia Vulcanossedimentar Fanerozóica do Paraná.

4.2.1.1 Bacia sedimentar do Paraná

A Bacia do Paraná é uma ampla região vulcanossedimentar do continente sul-americano, que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai (Figura 40), totalizando área que se aproxima dos 1,5 milhão de quilômetros quadrados. A bacia tem uma forma ovalada com eixo maior N-S, sendo seu contorno atual é definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica Meso-Cenozóica do continente (MILANI *et al.,* 2007).

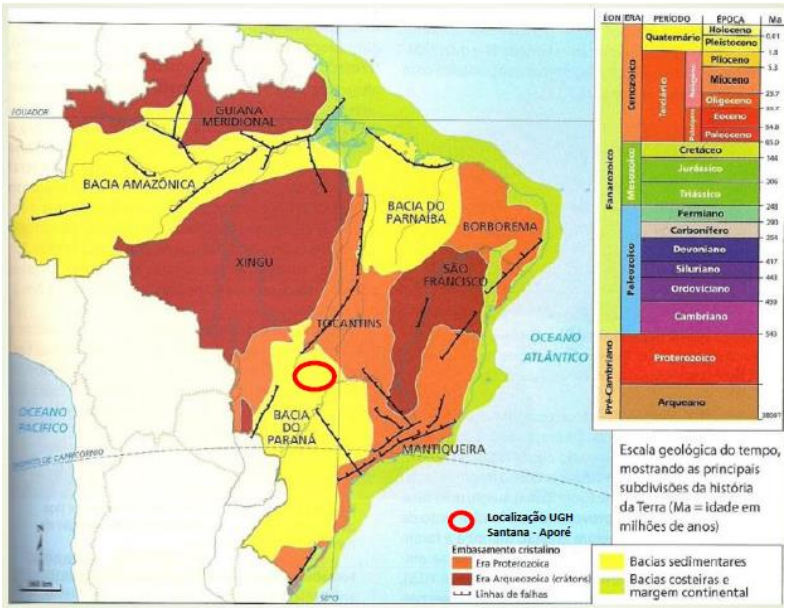


Figura 40 - Localização da área de estudo em relação à bacia vulcanossedimentar do Paraná.

A coluna estratigráfica da Bacia do Paraná (Figura 41) foi subdividida por MILANI (1997) e MILANI *et al.* (2007) em seis unidades alostratigráficas de segunda ordem ou supersequências. Estas unidades, apresentadas a seguir, definem o arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná e são separadas por expressivos hiatos, intervalos

sem deposição, deposicionais, causados por eventos erosivos, segundo VAIL *et. al.* (1977).

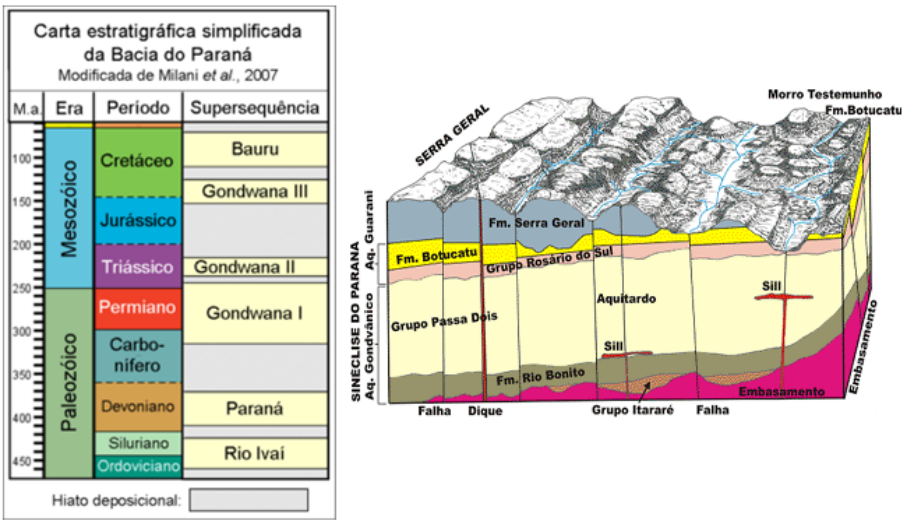


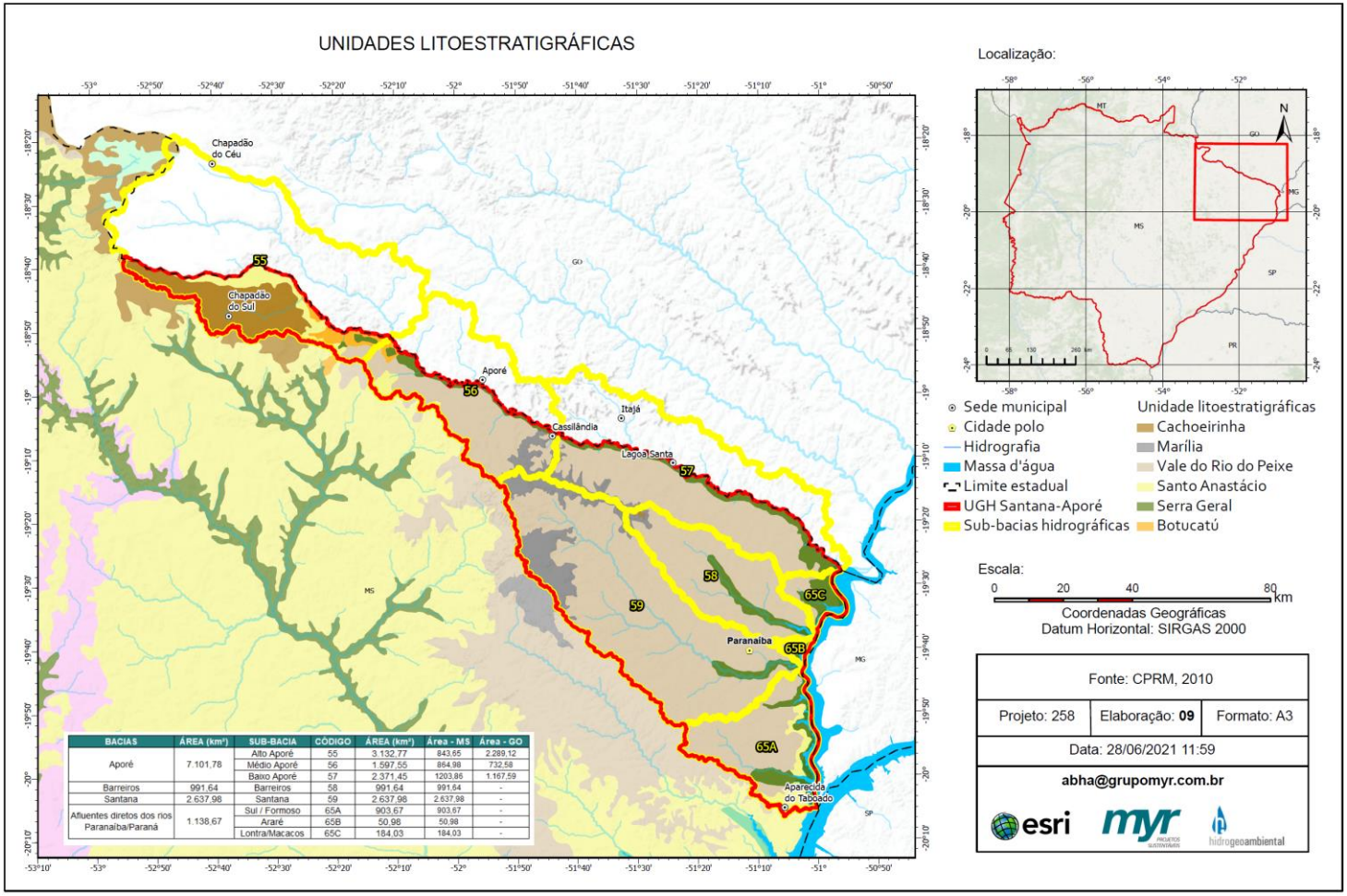
Figura 41– Estratigrafia simplificada da Bacia do Paraná e principais formações aflorantes na Área de Estudo.

Fonte: Milani et al., (2007).

As unidades litoestratigráficas aflorantes são:

- Cenozoico (Neogeno): Formação Cachoeirinha (7,0% em área da UGH);
- Mesozoico - Cretáceo: Grupo Bauru (Formações Marília e Vale do Rio do Peixe – 70,6% e 7,7%, respectivamente) e Grupo Caiuá (Fm. Santo Anastácio – 4,4%);
- Mesozoico - Juro-Cretáceo (Grupo São Bento): Cretáceo Inferior – Formação Serra Geral (8,8%) e Juro-Cretáceo – Formação Botucatu (1,5%).

A distribuição espacial aflorante das unidades litoestratigráficas é apresentada na Figura 42. Nota-se que as Formações Cachoeirinha e Botucatu estão concentradas na porção noroeste, mais especificamente no município de Chapadão do Sul. Já a Fm. Serra Geral aflora principalmente nas drenagens dos rios principais (Aporé, Santana, Barreiros, Formoso), sobretudo nos baixos cursos (ou médio/baixo). A Formação Marília, presente na porção central da área de estudo, está associada principalmente às unidades de relevo de chapadas. Invariavelmente, a Unidade de maior expressividade (afloramento) na área de estudo é a Formação Vale do Rio do Peixe (Grupo Bauru).



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 42 - Mapa geológico da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.1.2 Grupo São Bento

O Grupo São Bento compõe a sequência Triássico-Cretácea, representada pelas Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, com registros de uma sedimentação exclusivamente continental, marcada por um clima árido a semi-árido e encerrada por um extenso vulcanismo (magmatismo) basáltico (Fm. Serra Geral). A partir da Era Mesozóica aconteceram mudanças nos processos geodinâmicos da Bacia do Paraná, quando passou a sofrer influência de um novo episódio tectônico, culminando com a divisão do continente gondvânico. Esse episódio é referido como Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967) ou Sul-Atlantiana (SCHOBBENHAUS *et al.,*1984). Neste novo cenário geotectônico, em etapa precursora, processou-se a sedimentação flúvio-eólica das Formações Pirambóia e Botucatu e a extrusão dos derrames de basalto da Formação Serra Geral (ASMUS, 1975). No Mato Grosso do Sul, consequentemente na área da UGH Santana–Aporé, ocorrem apenas as Formações Botucatu e Serra Geral.

- **Formação Serra Geral**

Esta formação é constituída por rochas ígneas - basaltos de composição toleítica, andesitos basálticos e subordinadamente riolitos e riodacitos (PEATE *et al*., 1992). Estão distribuídos ao longo de praticamente toda a extensão da Bacia do Paraná. Exemplos de afloramentos na região estudada e arredores são apresentados na Figura 43 e Figura 44.

Figura 43 – Basalto pertencente à Formação Serra Geral. Lat: 20º4’25”; Long: 51º13’27”.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 44 – Pedreira de extração de basalto da Formação Serra Geral. Lat: 20º4’31”; Long: 51º13’27”.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- **Formação Botucatu**

Representa os sedimentos depositados em ambiente desértico (Deserto Botucatu) na transição Jurássico/Cretáceo. É constituída de depósitos de areias eólicas formando sets e cosets de estratos cruzados. Localmente ocorrem depósitos de conglomerados e arenitos conglomeráticos relacionados à presença de correntes efêmeras de drenagem. Litologicamente predominam dunas de areias quartzosas, contendo estratificações cruzadas de grande porte e zonas de deflação interdunas. Após o início do vulcanismo, encontram-se como depósitos intercalados com os fluxos de lavas (Serra Geral).

Apresenta pequena exposição aflorante na área estudada (UGH Santana-Aporé), mas avança em profundidade, de NW/N para S/SE, abaixo dos basaltos, na porção confinada do aquífero Guarani. Trata-se de reserva estratégica de água, que será descrita nos Capítulos 8.2 e 8.6.

4.2.1.3 Grupo Bauru

Trata-se de sedimentos depositados no Cretáceo Superior. Sua base é constituída por conglomerado mal classificado, sustentado por matriz calcífera-argilosa, com seixos arredondados de quartzo, quartzitos e rochas básicas. A ele sobrepõem-se arenitos de granulação média a fina, de cor creme-avermelhado, mal classificados, bem arredondados, de alta esfericidade e, localmente, calcíferos. Níveis de sílex e de sílex oolítico são bastante comuns. As estruturas sedimentares estão pobremente expostas, predominando entre elas as tabulares, as laminações plano-paralelas e as cruzadas (MILANI *et al*., 2007). O Grupo Bauru abarca as Formações Marília (topo) e Vale do Rio do Peixe, descritas a seguir.

- **Formação Marília:**

Esta formação é constituída por arenitos grossos a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matiz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis. Ocorre em bancos com espessura média entre 1 e 2 metros, maciços ou com acamamento incipiente, subparalelo e descontínuo,

raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados, raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários são encontrados (SOARES *et al*., 1980). São ainda características da unidade os nódulos carbonáticos, que aparecem dispersos nos sedimentos, ou concentrados em níveis ou zonas. Cimento carbonático também é muito frequente. Exemplos de exposição são mostrados na Figura 45 e Figura 46.

Figura 45 - Arenitos da Formação Marilia e solo associado, encontrado na quebra de relevo entre os municípios de Cassilândia e Paranaíba/MS. Lat:19º11'41"; Long: 51º44'5.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 46 – Detalhe de amostra de arenitos da Formação Marilia. Lat: 19º11'38"; Long:51º44'4".

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- **Formação Vale do Rio do Peixe**

Corresponde a cerca de 70% da área aflorante, ou seja, maior grupo litoestratigráfico da área da UGH Santana-Aporé. Segundo Milani *et al.,* (2007), a Formação Vale do Rio do Peixe compreende estratos tabulares de arenitos finos a finos marrons claros rosados a alaranjado, de seleção moderada a boa. Intercalados com siltitos ou lamitos arenosos de cor creme a marrom, maciços ou com estratificação plano-paralela pouco definida, fendas de ressecação e feições tubulares (bioturbação). Os arenitos têm aspecto maciço ou estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte ou estratificação/laminação plano-paralela grosseira (superfícies onduladas com estratificação *climbing ripples*, ondulações de adesão e planos com lineação de partição). Também corresponde a sedimentos eólicos depositados em extensas áreas planas de lençóis de areia. Exemplos de exposição na UGH são apresentados na Figura 47.

Figura 47 - Saprólito associado a Formação Vale o Rio do Peixe. Lat: 20º7’39”; Long: 51º2’51”.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.1.4 Grupo Caiuá

O Grupo Caiuá foi anteriormente considerado como uma das Formações do Grupo Bauru (LANHEZ *et al.,* 1983), inclusive assim utilizado em mapeamentos geológicos clássicos. Foi elevado à categoria de Grupo por Fernandes & Coimbra (1992). Reúne três unidades de arenitos acumuladas em ambiente desértico, geneticamente relacionadas, correspondentes a subambientes distintos: zona central de *sand sea*, (Formação Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos (Formação Goio Erê) e planícies de lençóis de areia (Formação Santo Anastácio), sendo esta última aflorante na UGH Santana–Aporé. No MS, seguindo o Mapa Geológico do Estado (CPRM), apresenta ainda porções como Grupo Caiuá indiviso.

- **Formação Santo Anastácio**

A Formação Santo Anastácio corresponde a uma área pequena (<5% da área da UGH Santana-Aporé), aflorante nas porções S/SE na UGH. É caracterizada pela ocorrência de arenitos marrom-avermelhados a arroxeados, de granulação fina a média, seleção geralmente regular a ruim, com grãos arredondados a sub-arredondados, cobertos por película limonítica (óxido de ferro). A mineralogia consiste de quartzo, ocorrendo subordinadamente feldspatos, calcedônia e opacos. Localmente ocorrem cimento e nódulos carbonáticos preservados, sendo comuns orifícios atribuídos à dissolução destes nódulos. As estruturas sedimentares como acamamento são pouco pronunciadas. Predominam bancos (arenito) maciços com espessuras métricas e decimétricas, ocorre também uma incipiente estratificação plano-paralela e cruzada.

4.2.1.5 Coberturas mais recentes

As coberturas detrito-lateríticas, marcam superfície de aplainamento e laterização, supostamente terciária/quaternária, de grande parte da região centro-oeste brasileira. Possuem cerca de 7% de cobertura na UGH Santana–Aporé.

- **Formação Cachoeirinha**

A conceituação da Formação Cachoeirinha é controversa, havendo alguns autores que discordam de sua caracterização como unidade autônoma, englobando os sedimentos nas coberturas lateríticas (OLIVATTI & RIBEIRO FILHO, 1976; GHIGNONE, 1980; MARQUES *et al.* 1981, *apud:* IANHEZ *et al.,* 1983). Adotou-se a definição de Pena *et al.* (1975), que a consideram uma sequência sedimentar isolada do Terciário Inferior. É constituída de argilas e areias brancas, cinza, amarelas e avermelhadas, intercaladas tanto com níveis conglomeráticos quanto com outros laterizados, todos lenticulares. Na área da UGH Santana-Aporé, recobre o Grupo Bauru, porém em pequena extensão, situada sobretudo em Chapadão do Sul (extremo W/NW da área). A Formação Cachoeirinha teria sido originada por falhamentos e arqueamentos terciários, ambas sob a forma de bacias continentais (MILANI *et al.,* 2007). A Figura a seguir mostra um afloramento com solo de alteração da Formação Cachoeirinha

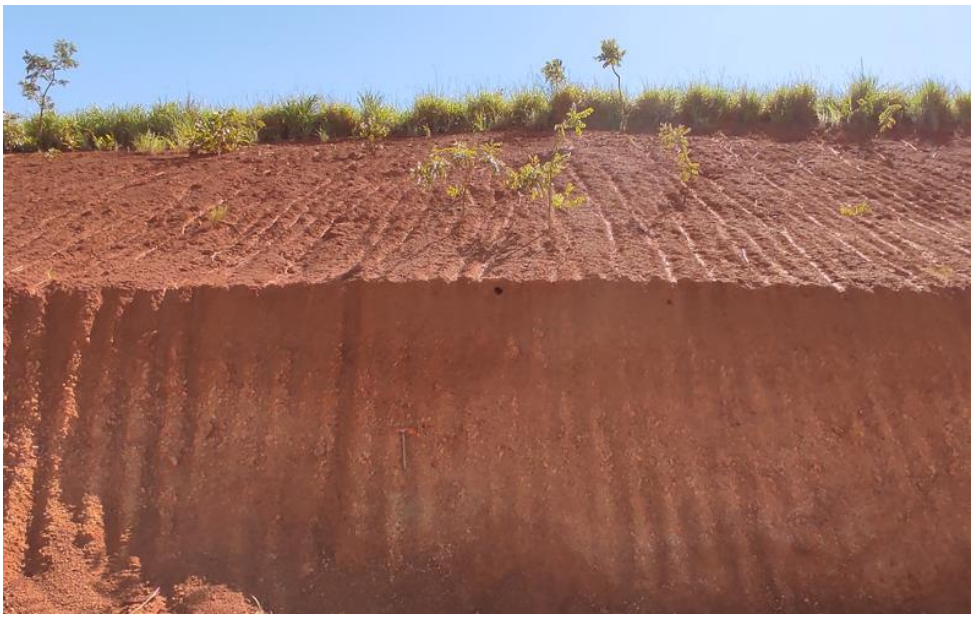


Figura 48 – Talude em corte com demonstrativo da Formação Cachoeirinha identificado na área da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- **Demais terrenos do Cenozoico**

Além da Formação Cachoeirinha, há terrenos Cenozóicos recentes, nem sempre mapeáveis, identificados como coberturas detrito–lateríticas e aluviões.

De acordo com Lacerda Filho *et al*, (2006), as coberturas detrito–lateríticas geralmente ocupam interflúvios de extensas áreas peneplanizadas, conhecidas regionalmente como chapadões e chapadas. Derivam da ação intempérica sobre o substrato rochoso e podem ser divididas nos seguintes níveis:

- Basal: composto por rocha alterada com estrutura preservada (isalterita);
- Mosqueado: ou aloterítica (sem preservação das estruturas) com argilas diversas, rica em óxidos de alumínio;
- Concreções lateríticas: endurecidas com estruturas oolíticas/pisolíticas, granular/microgranular, fragmentada e/ou maciça; e, por último, latossolos vermelho amarelos, geralmente argilosos.

Suas espessuras variam desde poucos decímetros a até, no máximo, 50m. As coberturas detrítico – lateríticas da área desenvolveram-se durante o Terciário e Quaternário.

Segundo Lacerda Filho *et al*. (2006), os depósitos aluvionares ocorrem descontinuamente ao longo das principais drenagens. Os sedimentos que os compõem são formados por blocos, matacões, cascalhos, seixos, areias, siltes e argilas, em proporções variadas. As areias e os seixos quartzosos exibem granulometria variável, cujo grau de arredondamento deriva do porte da drenagem que os transportou. O material arenoso contém muito comumente minerais micáceos.

4.2.1.6 Processos minerários

Estão cadastrados no sistema da ANM 54 processos minerários inseridos na UGH Santana–Aporé, conforme pode ser observado nas Figuras a seguir.

Entre os processos citados, a maioria (20) encontram-se em fase de licenciamento; e 14 se encontram na fase de autorização de pesquisa, a qual, segundo ANM (2020), determina-se as ações voltadas para a definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico. Ainda foram identificados, 6 processos na fase de requerimento de pesquisa; seis 6 processos na fase de requerimento para licenciamento; 5 em fase de concessão de lavra; 2 na fase de requerimento de lavra, que, conforme ANM (2021), inicia-se a busca pela autorização de extração, benefício e comercialização do bem mineral identificado na etapa anterior e apenas um em fase de disponibilidade (Figura 49). Na Figura seguinte, são apresentados os dados por bem ou substância mineral.

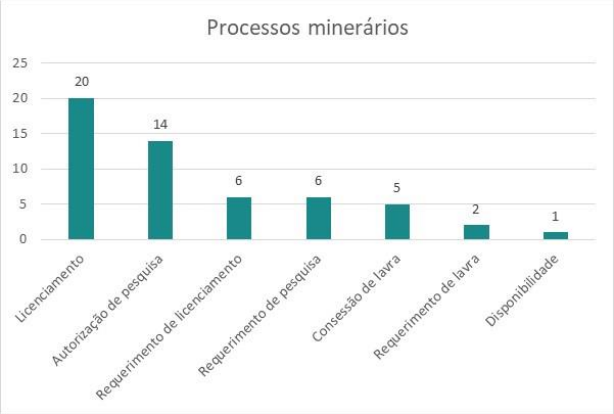


Figura 49 - Processos minerários cadastrados na UGH Santana–Aporé, demostrados por fase.

Fonte: ANM, 2021.

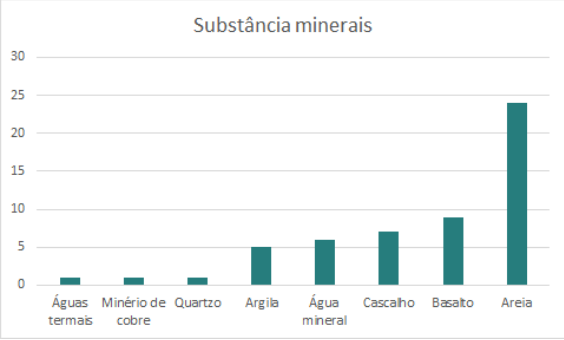


Figura 50 - Substâncias minerais relacionadas aos processos minerários cadastrados na UGH Santana-Aporé.

Fonte: ANM, 2021.

A maioria dos processos é para areia (24), seguido de basalto (9), cascalho (7), água mineral (6) e argila (5).

A listagem e o mapa de localização das áreas indicadas pela ANM são apresentados na Figura 51 e na Tabela 15.

Na sub-bacia Araré, são 7 processos cadastrados, sendo a areia o frequente, seguido do basalto e quartzo. Na sub-bacia Sul/Formoso (arredores de Aparecida do Taboado), são 17 processos cadastrados (sub-bacia com maior número), sendo areia o mais frequente. Na sub-bacia Lontra/Macacos, são 7 processos cadastrados, todos referentes a areia. Na sub-bacia Baixo Aporé, são 6 processos cadastrados, sendo o basalto o mais frequente (3), seguido de água mineral (2) e águas termais (1). Na sub-bacia Médio Aporé, são 4 processos cadastrados, sendo a maioria de areia (3), seguido de água mineral (1). Na sub-bacia Alto Aporé, são 6 processos cadastrados, sendo o cascalho o mais frequente (5), seguido da areia (1). Na sub-bacia Santana, são 13 processos, sobretudo basalto e areia (5 cada). Na sub-bacia Barreiros, são 3 processos cadastrados, todos referentes a areia.

Os processos de águas minerais estão no Médio e Baixo Aporé, Sul/Formoso e Santana; de águas termais, no Baixo Aporé – Figura 52. Adicionalmente, no Capítulo 8.6, são comentados alguns aspectos associados às águas termais típicos de São João do Aporé (Paranaíba) e Lagoa Santa (GO).

Tabela 15 - Processos minerários cadastrados na UGH Santana-Aporé - ANM.

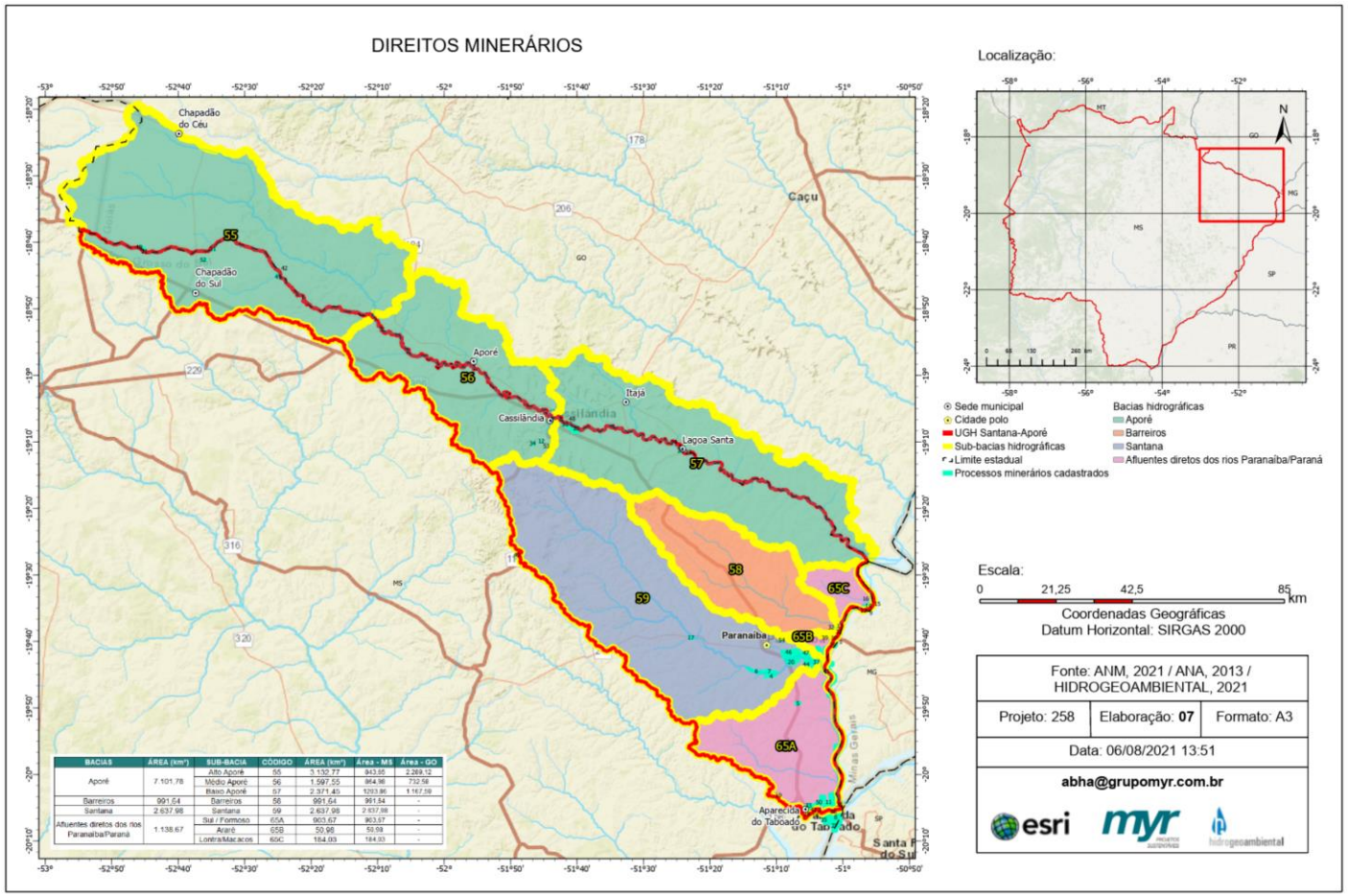
Nº. para localização	Processo	Número	Ano	Área (ha)	Fase	Nome responsável	Substância	Uso	UF - origem	Bacia hidrográfica	Sub-bacia hidrográfica
1	868262/1995	868262	1995	49,05	Concessão de lavra	Vaner Roberto dos Santos - Me	Areia	Não informado	MG	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Araré
2	868011/1999	868011	1999	2,41	Concessão de lavra	Venturini Florêncio Industria e Comércio de Bebidas Ltda	Água mineral	Não informado	MS	Aporé	Médio Aporé
3	868055/2001	868055	2001	21,31	Concessão de lavra	Mineração VB Ltda	Argila	Cerâmica vermelha	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
4	868035/2008	868035	2008	46,79	Requerimento de pesquisa	Écio Marcos Ventura Menegão	Areia	Construção civil	MS	Santana	Santana
5	868074/2006	868074	2006	30	Licenciamento	Pedreira Três Barras Ltda - Me	Basalto	Brita	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
6	868007/2009	868007	2009	13,86	Licenciamento	Écio Marcos Ventura Menegão	Areia	Construção civil	MS	Santana	Santana
7	868010/2009	868010	2009	8,12	Licenciamento	Porto de Areia Nossa Senhora Aparecida - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Santana	Santana
8	820926/2003	820926	2003	50	Requerimento de lavra	Mineração 3 Estados Ltda	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
9	868258/2009	868258	2009	50	Licenciamento	Porto de Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Lontra/ Macacos
10	868118/2010	868118	2010	47,44	Requerimento de lavra	Mineração e Transporte Diamante Azul Ltda	Areia	Construção civil	MG	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Araré
11	868205/2010	868205	2010	4,49	Licenciamento	V8 Extração de Areia Ltda	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
12	868345/2010	868345	2010	0,16	Licenciamento	L. Paulino Ferreira	Areia	Construção civil	MS	Aporé	Médio Aporé
13	868123/2011	868123	2011	50	Licenciamento	Porto De Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Barreiros / Afluentes diretos do rio Paranaíba	Barreiros Lontra/ Macacos

Nº. para localização	Processo	Número	Ano	Área (ha)	Fase	Nome responsável	Substância	Uso	UF - origem	Bacia hidrográfica	Sub-bacia hidrográfica
14	868190/2012	868190	2012	49,18	Licenciamento	Porto De Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Lontra/ Macacos
15	868192/2012	868192	2012	49,99	Licenciamento	Porto De Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Lontra/ Macacos
16	868191/2012	868191	2012	49,78	Licenciamento	Porto De Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Lontra/ Macacos
17	868271/2012	868271	2012	8,99	Licenciamento	Porto de Areia Sonho Real Ltda	Areia	Construção civil	MS	Santana	Santana
18	868307/2012	868307	2012	11,56	Licenciamento	Mineração VB Ltda	Argila	Cerâmica vermelha	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
19	868179/2013	868179	2013	2,23	Licenciamento	Valter Queiroz Moreira Me	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
20	868210/2013	868210	2013	998,72	Autorização de pesquisa	Telma do Carmo Vezali Costardi	Basalto	Revestimento	MS	Santana	Santana
21	861763/2013	861763	2013	46,07	Requerimento de licenciamento	Regina Clarice Cunha	Cascalho	Construção civil	GO	Aporé	Alto Aporé
22	868156/2014	868156	2014	49,85	Licenciamento	Porto de Areia Anjo da Guarda Eireli Me	Areia	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Lontra/ Macacos
23	824205/1971	824205	1971	47,36	Concessão de lavra	Indaiatur - Indaiá Turismo Ltda	Águas termais	Não informado	MS	Aporé	Baixo Aporé
24	862104/2008	862104	2008	23,12	Autorização de pesquisa	Indaiatur - Indaiá Turismo Ltda	Água mineral	Balneoterapia	MS	Aporé	Baixo Aporé
25	868178/2014	868178	2014	372,75	Autorização de pesquisa	Antônio Carlos Furlaneto	Basalto	Revestimento	MS	Aporé	Baixo Aporé
26	868150/2010	868150	2010	10,96	Concessão de lavra	Kioki & Konishi Empreendimentos e Lazer Ltda	Água mineral	Balneoterapia	MS	Aporé	Baixo Aporé
27	820811/2014	820811	2014	1623,2	Autorização de pesquisa	Antônio Carlos Furlaneto	Areia	Construção civil	MG	Santana / Afluentes diretos do rio Paranaíba	Santana / Araré / Sul-Formoso
28	868095/2015	868095	2015	7,17	Licenciamento	Liodoro Alves Rondão	Argila	Cerâmica vermelha	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso

Nº. para localização	Processo	Número	Ano	Área (ha)	Fase	Nome responsável	Substância	Uso	UF - origem	Bacia hidrográfica	Sub-bacia hidrográfica
29	868289/2016	868289	2016	50	Licenciamento	Porto de Areia Anjo da Guarda - Eireli Me	Areia	Construção civil	MG	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Araré
30	868358/2016	868358	2016	46,27	Requerimento de pesquisa	Mineração Água Vermelha Ltda.	Basalto	Brita	MS	Aporé	Baixo Aporé
31	868386/2016	868386	2016	28,4	Requerimento de licenciamento	Porto de Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Barreiros / Afluentes diretos do rio Paranaíba	Barreiros / Araré
32	868385/2016	868385	2016	48,27	Requerimento de licenciamento	Porto de Areia Santo Antônio - Eireli	Areia	Construção civil	MS	Barreiros / Afluentes diretos do rio Paranaíba	Barreiros / Lontra/ Macacos/ Sul / Formoso
33	868119/2017	868119	2017	50	Licenciamento	Marcos Jose Felix	Argila	Cerâmica vermelha	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
34	868025/2018	868025	2018	7,13	Licenciamento	V F Barbosa Produtos Alimentícios	Areia	Construção civil	MS	Aporé	Médio Aporé
35	868018/2018	868018	2018	1000	Autorização de pesquisa	Brás Antônio Ovídio	Minério de cobre	Industrial	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
36	868020/2018	868020	2018	50	Autorização de pesquisa	Brás Antônio Ovídio	Água mineral	Balneoterapia	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
37	868009/2018	868009	2018	50	Autorização de pesquisa	Mineração e Transporte Diamante Azul Ltda	Basalto	Brita	MS	Santana	Santana
38	868019/2018	868019	2018	50	Autorização de pesquisa	Brás Antônio Ovídio	Água mineral	Balneoterapia	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
39	868010/2018	868010	2018	127,75	Autorização de pesquisa	Mineração e Transporte Diamante Azul Ltda	Quartzo	Industrial	MG	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Araré
40	868087/2018	868087	2018	46,61	Autorização de pesquisa	Gabriela Bianchim Bereta	Água mineral	Engarrafamento	MS	Santana	Santana
41	868003/2019	868003	2019	27,17	Licenciamento	Reinaldo Domingos da Silva	Cascalho	Construção civil	MS	Aporé	Alto Aporé

Nº. para localização	Processo	Número	Ano	Área (ha)	Fase	Nome responsável	Substância	Uso	UF - origem	Bacia hidrográfica	Sub-bacia hidrográfica
42	868004/2019	868004	2019	30,63	Licenciamento	Reinaldo Domingos da Silva	Areia	Construção civil	MS	Aporé	Alto Aporé
43	868060/2019	868060	2019	8,44	Autorização de pesquisa	Mineração VB Ltda	Argila	Cerâmica vermelha	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
44	868164/2019	868164	2019	599,48	Autorização de pesquisa	Bater Life Indústria e Comércio Ltda	Basalto	Revestimento	MS	Santana / Afluentes diretos do rio Paranaíba	Santana / Sul / Formoso
45	868216/2019	868216	2019	1139,12	Autorização de pesquisa	Porto de Areia Anjo da Guarda - Eireli Me	Areia	Construção civil	MG	Santana / Afluentes diretos do rio Paranaíba	Santana / Araré Sul/ Formoso
46	868069/2020	868069	2020	999,55	Autorização de pesquisa	Rita Cassia Aguiar Scaglia	Basalto	Revestimento	MS	Santana	Santana
47	868070/2020	868070	2020	999,72	Requerimento de pesquisa	Rita Cassia Aguiar Scaglia	Basalto	Revestimento	MS	Santana	Santana
48	868186/2020	868186	2020	46,29	Requerimento de pesquisa	Noromix Concreto S A	Basalto	Brita	MS	Aporé	Baixo Aporé
49	860636/2020	860636	2020	47,7	Requerimento de licenciamento	Regina Clarice Cunha	Cascalho	Construção civil	GO	Aporé	Alto Aporé
50	868131/2020	868131	2020	559,68	Requerimento de pesquisa	João José Filho	Cascalho	Construção civil	MS	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso
51	868013/2021	868013	2021	42,5	Requerimento de licenciamento	SLC Agrícola S.A.	Cascalho	Construção civil	MS	Aporé	Alto Aporé
52	868038/2021	868038	2021	14,19	Requerimento de licenciamento	SLC Agrícola S.A.	Cascalho	Construção civil	MS	Aporé	Alto Aporé
53	868690/2008	868690	2008	0,16	Disponibilidade	Jesus Dias De Queiroz	Areia	Construção civil	MS	Aporé	Médio Aporé
54	868143/2016	868143	2016	6,96	Requerimento de pesquisa	Buzeti e Furlan Ltda Me	Cascalho	Construção civil	MS	Santana	Santana

Fonte: ANM, 2021.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,96	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Ariranha	65B	59,99	59,99	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 51 - Mapa de localização dos processos minerários cadastrados na UGH Santana–Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 52 - Mapa de localização dos processos minerários na ANM, de águas minerais e termais (um processo, indicado por "T"), cadastrados na UGH Santana–Aporé e arredores.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

De acordo com a CPRM (LACERDA FILHO *et al.,* 2006), para o Estado do Mato Grosso do Sul, foram cadastradas 355 ocorrências minerais, totalizando 26 bens minerais, classificados em: (1) metais ferrosos; (2) rochas e minerais industriais; (3) metais nobres; (4) gemas; e (5) recursos hídricos. Os principais bens minerais com ocorrência para UGH Santana–Aporé são substâncias de classificação como minerais e rochas industriais; água mineral e termal.

De acordo com os dados da ANM via SIGMINE (2021) e por meio de observações realizadas em campo, foram identificadas algumas áreas na UGH Santana-Aporé e arredores de: a) basaltos, com a finalidade de material para construção civil - duas minerações, uma ativa e outra desativada (Figura 53 e Figura 54); b) extração de argila para produção de tijolos (cerâmicas do tipo olarias), principalmente no município de Aparecida do Taboado (Figura 56); e c) extração de areia para construção civil em cascalheiras, onde a exploração é realizada com dragas extraindo os sedimentos (Figura 55).

Figura 53 - Mineração de basalto desativada no município de Aparecida do Taboado. Lat: 20º4'31"; Long: 51º13'27".

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 54 - Mineração de basalto ativa no município de Paranaíba/MS. Lat:19º49’19” ; Long:51º6’51” .

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 55 - Dragas extraindo sedimentos do leito do rio Santana em Paranaíba/MS. Lat:19º39’21”; Long:51º22’53”.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 56 - Extração de argila para fabricação de tijolos (olaria) no município de Aparecida do Taboado/MS. Lat:20º5’59”; Long:51º5’20”.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.2 Geotecnia

Por definição, o diagnóstico geotécnico é uma representação de informações do meio físico, classificadas perante a limitações e potencialidades do terreno à implantação de obras civis, de engenharia e outras atividades antrópicas. Nesta linha de raciocínio, sua elaboração busca caracterizar e avaliar as propriedades dos componentes do meio físico e os possíveis comportamentos frente às diferentes formas de uso e ocupação do solo (ZUQUETTE & GANDOLFI, 2004).

SILVA (2008) define Geodiversidade como o estudo da natureza abiótica (meio físico), constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico. Em síntese, pode-se considerar que o conceito de Geodiversidade abrange a porção abiótica do Geossistema (o qual é constituído pelo tripé que envolve a análise integrada de fatores abióticos, bióticos e antrópicos), Figura 57.

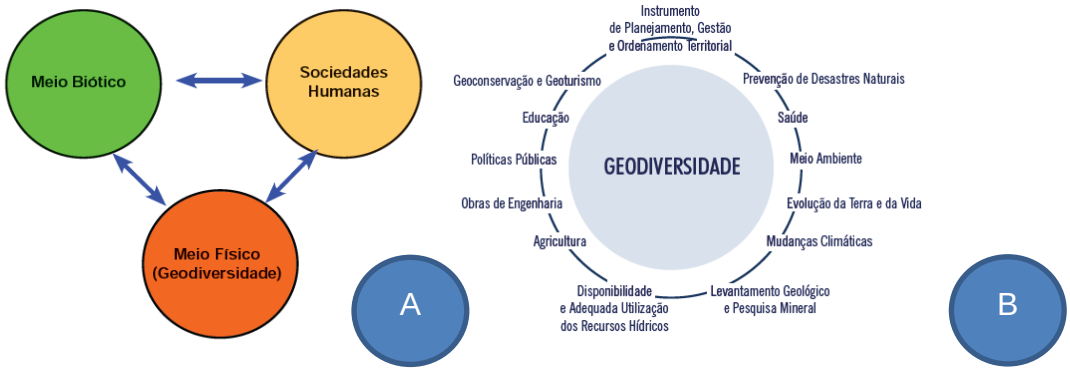


Figura 57 - Relação de interdependência entre os meios físico, biótico e a sociedade (A) e principais aplicações da Geodiversidade (B).

Fonte: SILVA (2008), CPRM (2010).

O conhecimento da Geodiversidade nos leva a identificar, de maneira melhor, as aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, bem como os impactos advindos de seu uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais inerentes a uma determinada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima. Dessa forma, obtém-se um diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte para subsidiar atividades produtivas sustentáveis. Exemplos práticos da importância do conhecimento da Geodiversidade são ilustrados na Figura acima.

A Figura 58 mostra as áreas suscetíveis a riscos geológicos presentes no Estado de Mato Grosso do Sul, com destaque (em vermelho, na legenda), para as classes que abrangem a área de estudo UGH Santana-Aporé. A imensa maioria trata-se de predomínio de solos arenosos finos ou areno-síltico-argilosos de alto potencial erosivo se submetidos à concentração das águas das chuvas e com relevo favorável ao processo de arenização pela ação das águas de chuvas e pelo vento.

O recorte do Mapa de Geodiversidade para a área de abrangência (UGH) é apresentado na Figura 59; através deste mapa, é possível identificar características, adequabilidades e limitações frente ao uso e ocupação. A descrição dos principais Domínios e Unidades presentes e características geológico-geotécnicas é mostrada na Tabela 16, segundo CPRM (2010).

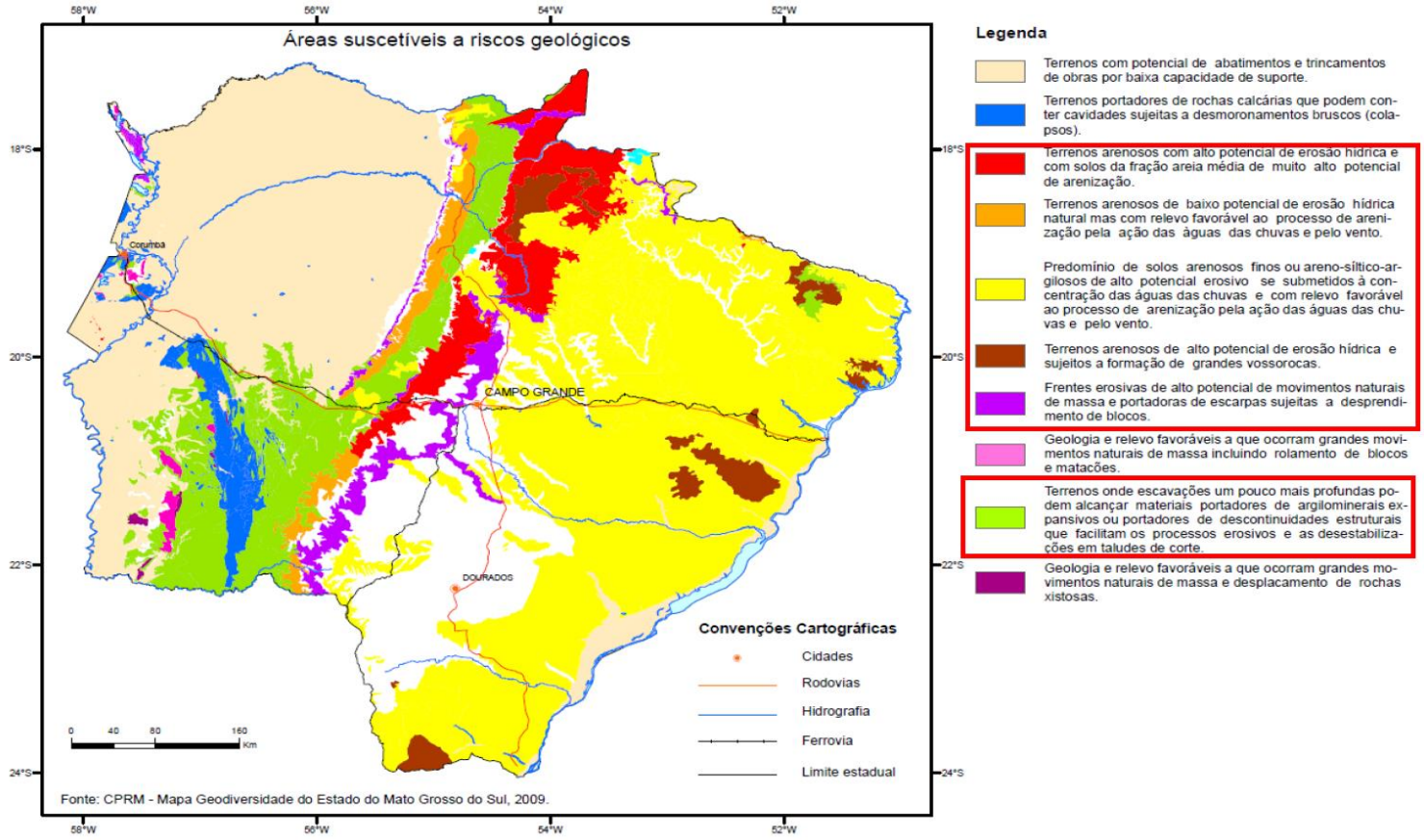
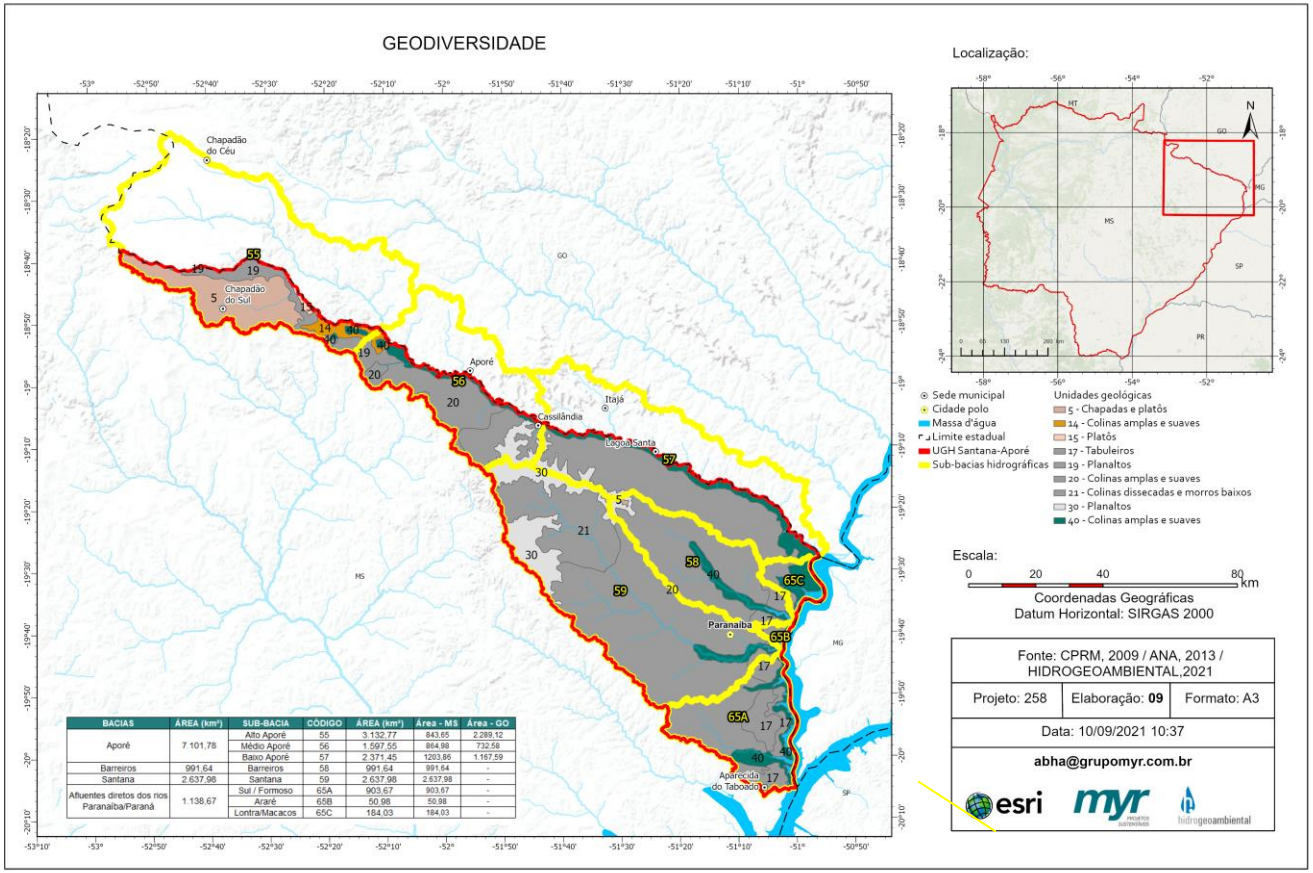


Figura 58 – Áreas susceptíveis a riscos geológicos no Estado do Mato Grosso do Sul, com destaque para aquelas com ocorrência na UGH Santana-Aporé.

Fonte: CPRM, 2010.

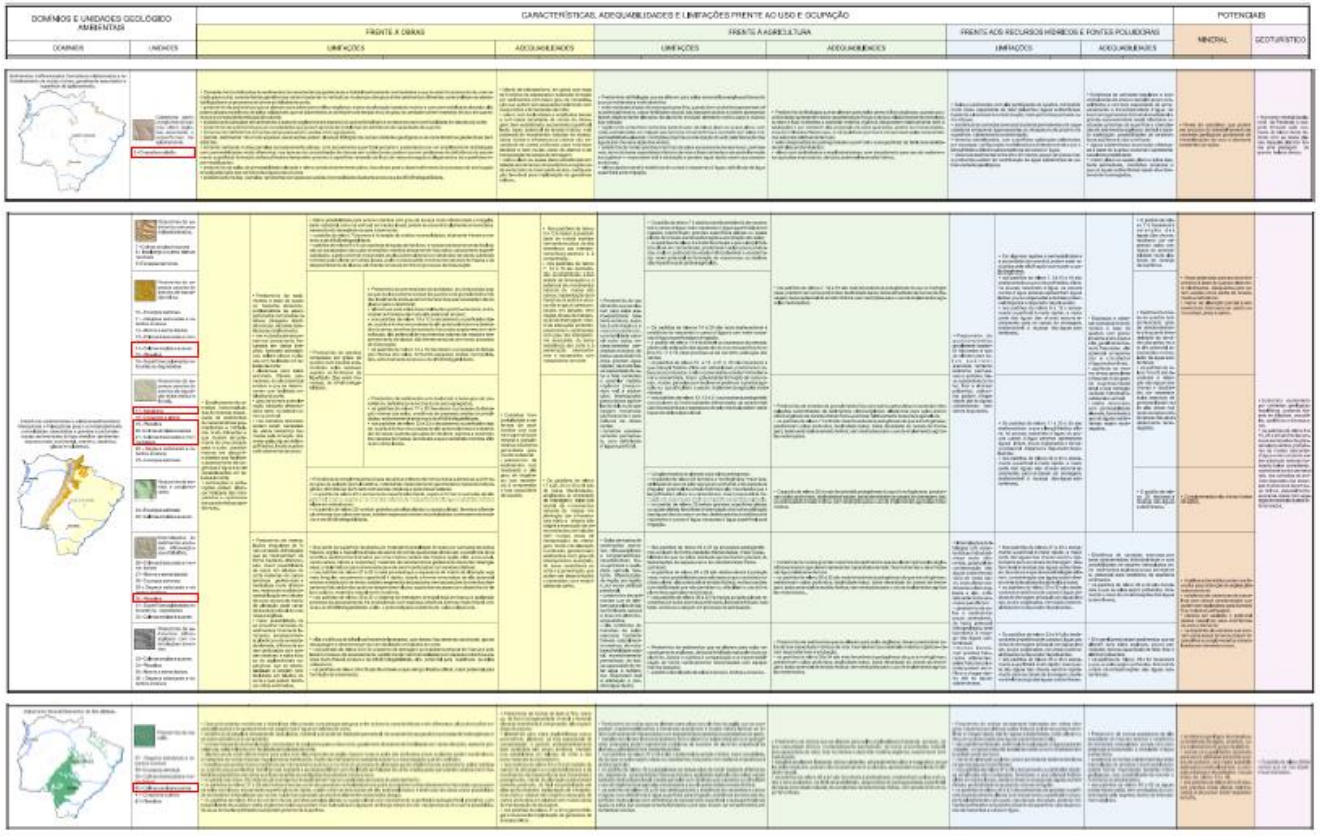


BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 59 - Mapa de Geodiversidade (CPRM) – UGH Santana Aporé.

Fonte CPRM: 2010.

Tabela 16 - Domínios e Unidades de Geodiversidade presentes da UGH Santana-Aporé (destacadas em vermelho), bem como sua adequabilidade e limitações frente ao uso, ocupação, obras de engenharia e demais atividades; elementos de vulnerabilidade/acessibilidade dos aquíferos; potencial minerário e geoturístico.



Fonte CPRM: 2010.

4.2.3 Hidrogeologia

4.2.3.1 Sistemas Aquíferos na UGH

Aquífero é uma formação geológica com capacidade de armazenar e transmitir (circular) águas subterrâneas (assim denominadas na zona saturada), permitindo seu aproveitamento como recurso hídrico. Para seu entendimento do ponto de vista hidrogeológico, as unidades geológicas são agrupadas em Sistemas Aquíferos.

Localizada na Província Geológica Vulcanossedimetardo Paraná, a UGH Santana-Aporé é contemplada pelos seguintes Sistemas Aquíferos: Guarani, Serra Geral, Bauru-Caiuá e Cachoerinha. As Figura 60 e Figura 61 apresentam os Sistemas Aquíferos aflorantes em função dos Municípios e das sub-bacias pertencentes a esta UGH, respectivamente.

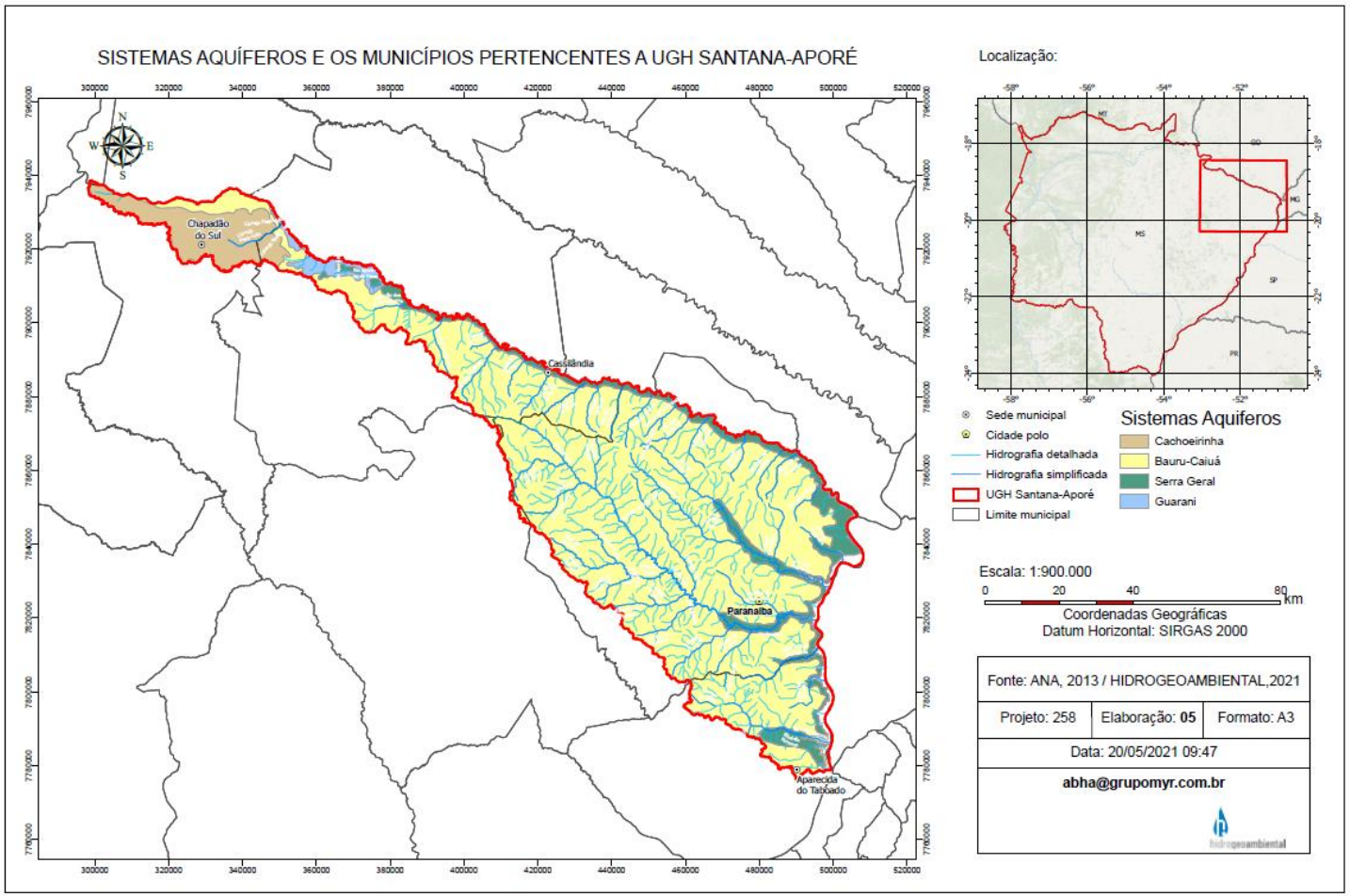


Figura 60 - Sistemas aquíferos e os Municípios pertencentes a UGH Santana- Aporé no estado do MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

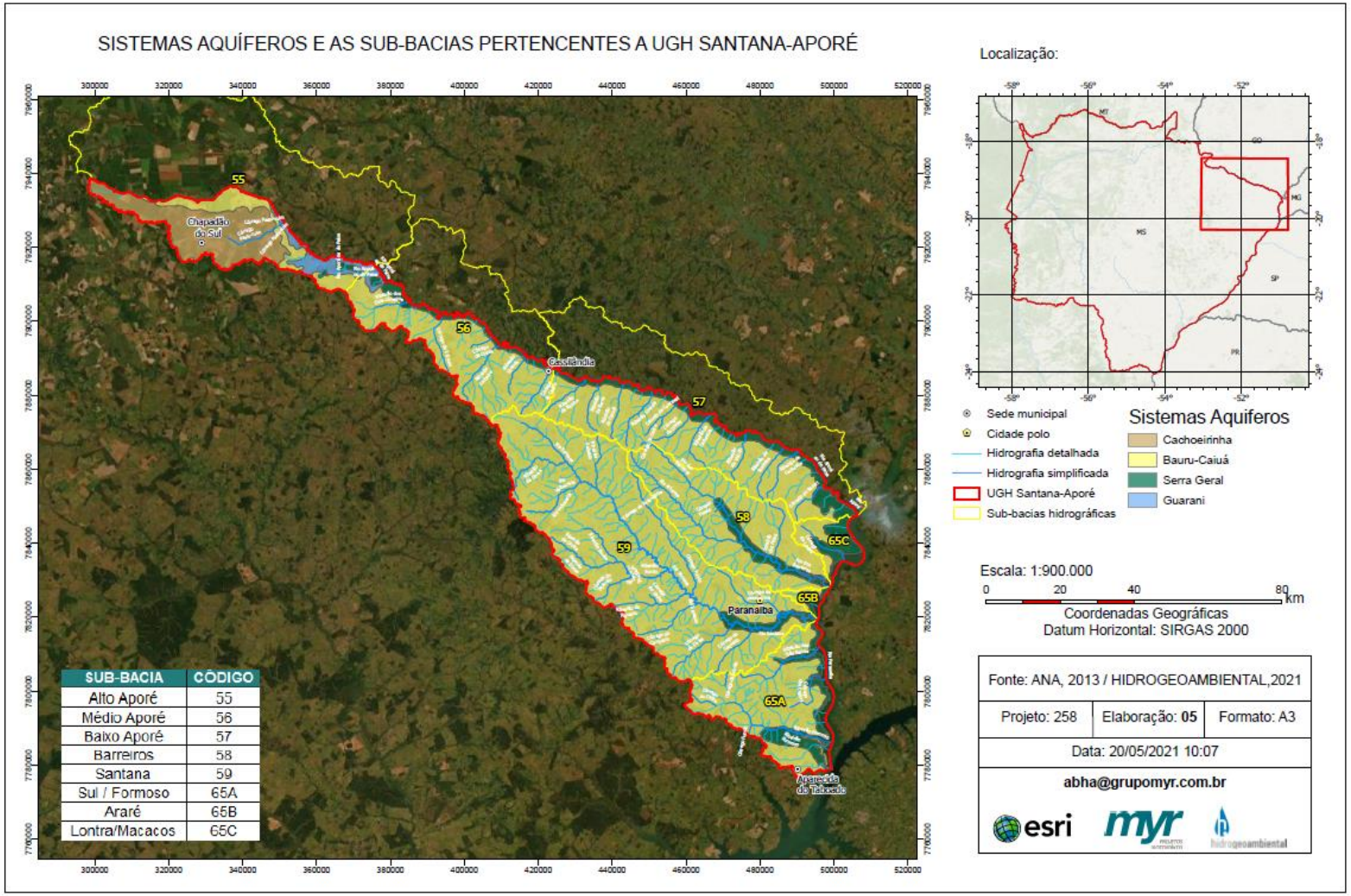


Figura 61 - Sistemas aquíferos e as sub-bacias pertencentes a UGH Santana-Aporé no estado do MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

O Sistema aquífero Guarani é representado litologicamente por duas unidades sedimentares de idade Mesozoica: i) Formação Pirambóia (unidade inferior), originada em ambiente continental fluvial meandrante, representada por pacotes de arenitos com até 350 m de espessura, argilosos em sua base, com presença de estratificações caracterizadas como de grande a médio porte; ii) Formação Botucatu (unidade superior), típica de ambiente eólico, representada por arenitos com espessura acima de 200 m, com boa seleção de grãos, foscos e de alta esfericidade, organizados em estratificações de médio a grande porte (ALMEIDA *et al.* 1981 *Apud* CPRM, 2012a). É classificado como do tipo poroso, podendo ser livre, semiconfinado ou confinado. A parcela deste Sistema pertencente à UGH Santana-Aporé é representada pela unidade superior, com exposição (afloramento) rara, de caráter livre a semiconfinado, situada entre Cassilândia e Chapadão do Sul, na porção noroeste da UGH (<1,5% em área), a leste do afloramento da Formação Cachoeirinha. Na maior parte da UGH, é predominantemente confinado, tendendo a ser tanto mais profundo, quanto mais de NW a SE. Este Sistema está sotoposto aos basaltos da Formação Serra Geral, que por vezes funciona como camada confinante.

O Sistema aquífero Serra Geral é constituído por rochas pertencentes à Formação Serra Geral, unidade geológica composta por rochas magmáticas, sobretudo basaltos. Na UGH Santana-Aporé, aflora em áreas restritas a alguns vales dos principais rios (sobretudo no curso baixo ou médio/baixo), porém pode também ser captado em profundidade, abaixo do aquífero Bauru (ANA, 2013a). Contempla um domínio aquífero fraturado, cujo armazenamento da água está relacionado à porosidade secundária, por meio das fraturas tectônicas, de resfriamento, zonas vesiculares e disjunções colunares dos basaltos (ANA, 2013a e ANA, 2013b). Sobreposto a este Sistema de domínio fraturado, encontram-se Sistemas aquíferos sedimentares porosos de idade geológica mais recente: Bauru-Caiuá e Cachoerinha.

O Sistema aquífero Bauru-Caiuá engloba unidades geológicas homônimas dos grupos Bauru e Caiuá, de idade Mesozoica (Cretáceo), constituídos pelas seguintes formações geológicas: Santo Anastácio no Grupo Caiuá e Vale do Rio do Peixe e Marília no Grupo Bauru (predominante). É o Sistema aquífero de maior representação em área aflorante

(>80% da UGH Santana-Aporé) e, portanto, com as maiores áreas de recarga. É composto por espessos pacotes de rochas sedimentares, situados sobre os basaltos da Formação Serra Geral, representados por arenitos finos a médios e que variam localmente a siltitos, lamitos, argilitos, conglomerados e camadas calcárias (ANA, 2013a e 2013b; DAEE, 1976 *apud* ANA, 2012b). Na UGH, são classificados como do tipo poroso e livre, podendo localmente ser confinados (ANA, 2013a). É um Sistema que possui grande importância hidrogeológica com relação às funções filtro e na regularização das vazões dos rios (interação águas subterrâneas – superficiais), apresentando-se desde o relevo mais elevado da UGH, constituído por planaltos residuais, chapadões / chapadas e platôs (porções centro-oeste/noroeste), até as partes médias a mais baixas da UGH (porções centro-leste).

No topo da estratigrafia regional, situa-se o Sistema aquífero Cachoeirinha, constituído por formação geológica Cenozoica homônima. Este Sistema é limitado à parte noroeste da UGH (< 10%), principalmente no Município de Chapadão do Sul. Sua distinção como Sistema aquífero foi dada por ANA (2013a), sendo unidade sobreposta aos importantes Sistemas aquíferos Bauru-Caiuá e Serra Geral, com funções potenciais de filtro e no processo de recarga destes aquíferos. Trata-se de um Sistema aquífero predominantemente poroso e livre, sendo constituído por litotipos da Formação Cachoeirinha, de espessura média de 30 m, podendo localmente atingir mais de 70 m Bonfim, 2010 apud ANA, 2013b) mas que no presente trabalho sugere espessura até 144 m na UGH. Litologicamente, são representados por arenitos argilosos friáveis, argilas e areias brancas, cinza, amarelas e avermelhadas, intercaladas tanto com níveis conglomeráticos, quanto com outros laterizados, todos lenticulares (BONFIM, 2010 e PENA *et al.*1975).É importante mencionar que a conceituação geológica da Formação Cachoeirinha é controversa; alguns autores discordam de sua caracterização como unidade autônoma, englobando seus sedimentos apenas como coberturas lateríticas (IANHEZ *et al.* 1983 apud MORETON, 2001).

A Tabela 17 apresenta uma síntese de informações hidrogeológicas relevantes das principais unidades aquíferas localizadas na UGH Santana-Aporé: tipo de aquífero (livre, confinado etc.); porosidade (intergranular, fissural); área aflorante na UGH; unidades

geológicas e geomorfológicas associadas; exposição por Município e por sub-bacia. Em termos aflorantes, destaca-se o Sistema Bauru-Caiuá (mais de 80% da exposição). Com pequena área aflorante (<10%), mas com boa extensão de forma confinada (ou semiconfinada), destacam-se também os Sistemas Guarani e Serra Geral.

Na sequência, são apresentadas as distribuições dos Sistemas aquíferos nas sub-bacias hidrográficas da UGH (Tabela 18) e por Município (Tabela 19). As maiores exposições (afloramentos, em áreas absolutas) dos Sistemas aquíferos Bauru-Caiuá, Guarani, Serra Geral e Cachoeirinha estão, respectivamente, em: sub-bacia do rio Santana / Município de Paranaíba; Alto Aporé / Cassilândia; Baixo Aporé / Paranaíba; e Alto Aporé / Chapadão do Sul. Considerando-se % em área aflorante, tem-se: Chapadão do Sul – 79,6% do Sistema aquífero Cachoeirinha; e demais Municípios com predomínio do Sistema Bauru-Caiuá (Cassilândia – 79,0%; Paranaíba – 91,1%; e Aparecida do Taboado – 84,5%).

Tabela 17 - Síntese conceitual para os Sistemas aquíferos presentes na UGH Santana-Aporé.

SISTEMA AQUIFERO	TIPO DE AQUIFERO (PREDOM.)	TIPO DE POROSIDADE	ÁREA AFLO-RANTE-km²(e %)	UNIDADES GEOLÓGICAS	GEOMORFOLOGIA (Principais padrões/formas de relevo – III táxon)	SUB-BACIA (UGH Santana-Aporé)	MUNICÍPIO
Cachoeirinha	Livre	Intergranular	517,6 (6,9)	Formação Cachoeirinha	Chapadas e Platôs	Alto Aporé	Chapadão do Sul (maior área), Cassilândia
Bauru-Caiuá	Livre	Intergranular	6.227,2 (82,7)	Grupos: Bauru (Formações Vale do Rio Do Peixe e Marilia) e Caiuá (Formação Santo Anastásio)	Todos: Colinas Amplas e Suaves (predominantes); Colinas Dissecadas e de Morros Baixos; Planaltos; Tabuleiros; Chapadas e Platôs	Em todas; maior área - Santana	Chapadão do Sul, Cassilândia, Paranaíba (maior área) e Aparecida do Taboado
Serra Geral	Livre a semi-confinado	Fissural	678,1 (9,0)	Grupo São Bento (Formação Serra Geral)	Colinas Amplas e Suaves; e Tabuleiros	Em todas; maior área - Baixo Aporé	Chapadão do Sul, Cassilândia, Paranaíba (maior área) e Aparecida do Taboado
Guarani	Livre (restrita a pequena área a NW) ou confinado (à medida que se estende p/SE)	Intergranular	105,9 (1,4)	Grupo São Bento (Formação Botucatu)	Colinas Amplas e Suaves	Alto Aporé (maior área), Médio Aporé	Chapadão do Sul, Cassilândia (maior área)

Tabela 18- Distribuições dos Sistemas Aquíferos nas sub-bacias hidrográficas da UGH Santana Aporé no estado do MS.

Sistema Aquífero	Área por Sub-bacia (km²)							
	Alto Aporé	Médio Aporé	Baixo Aporé	Santana	Barreiros	Lontra/Macacos	Araré	Sul/Formoso
Cachoeirinha	516,8	0,8	0	0	0	0	0	0
Bauru-Caiuá	199,2	757,1	994,0	2567,7	892,3	77,3	31,6	708,3
Serra Geral	15,9	88,7	196,4	66,6	91,0	78,5	10,0	131,0
Guaraní	87,7	18,2	0	0	0	0	0	0

Tabela 19 - Distribuição dos Sistemas aquíferos por Municípios em função da área ocupada em km2

Sistema Aquífero	Área por Município (km²)			
	Chapadão do Sul	Cassilândia	Paranaíba	Aparecida do Taboado
Cachoeirinha	461,9	53,8	0	0
Bauru-Caiuá	113,7	1086,4	4398,0	610,0
Serra Geral	0,5	134,0	430,8	112,2
Guarani	3,9	101,8	0	0

Além dessas unidades aquíferas, há os terrenos sedimentares mais recentes e de localização restrita, aluvionares, coluvionares etc., resultantes da alteração e/ou dinâmica de processos supérgenos, sendo, como no plano anterior, incorporados às unidades principais anteriormente descritas.

4.2.3.2 Classes e produtividades de água subterrânea na UGH

A determinação da produtividade dos aquíferos é importante para o planejamento dos recursos hídricos, além de trazer informações úteis na avaliação para captações de água subterrânea (poços).

Existem várias maneiras de avaliar a produtividade de um aquífero (STRUCKMEIER & MARGAT, 1995 apud CPRM, 2014a), entre as quais: (i) determinação da permeabilidade de corpos rochosos; (ii) determinação da capacidade específica (razão entre vazão e rebaixamento), que reflete a transmissividade hidráulica do meio - quanto mais alta for a transmissividade, maior será a capacidade específica e mais produtivo será o aquífero; (iii) recarga; e (iv) desdobramentos dos testes de bombeamento, como transmissividade e condutividade hidráulica, valores da capacidade específica ou simplesmente a vazão. Baseando-se nessas considerações, foi utilizada pela CPRM uma classificação com as seguintes variáveis: capacidade específica (Q/s), transmissividades (T), condutividade hidráulica (K) e vazão (Q), compondo seis classes de produtividade - Tabela 20.

Tabela 20 - Estabelecimento das classes produtividade por Sistemas Aquíferos

Classe	Q/s ($m^3/h/m$)	T (m^2/s)	K (m/s)	Vazão (m^3/h)	Produtividade
1	≥ 4,0	$\geq 10^{-2}$	$\geq 10^{-4}$	≥100	Muito Alta
2	2,0 ≤ Q/s < 4,0	$10^{-3} \leq T < 10^{-2}$	$10^{-5} \leq K < 10^{-4}$	50 ≤ Q < 100	Alta
3	1,0 ≤ Q/s <2,0	$10^{-4} \leq T < 10^{-3}$	$10^{-6} \leq K < 10^{-5}$	25 ≤ Q < 50	Moderada
4	0,4≤ Q/s <1,0	$10^{-5} \leq T < 10^{-4}$	$10^{-7} \leq K < 10^{-6}$	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada
5	0,04 ≤ Q/s <0,4	$10^{-6} \leq T < 10^{-5}$	$10^{-8} \leq K < 10^{-7}$	1 ≤ Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa
6	<0,04	$<10^{-6}$	$<10^{-8}$	< 1,0	Pouco produtiva ou Não Aquífera

Fonte: Adaptado de Struckmeir & Margat, 1995 apud CPRM, 2014a.

As Figura 62 e Figura 63 apresentam o recorte do mapa da CPRM (CPRM, 2014b), de classes de produtividade para a UGH Santana-Aporé, para suas sub-bacias e Municípios, respectivamente. A distribuição por área (km^2) por sub-bacia está exibida na Tabela 21 e, por Município, na Tabela 22.

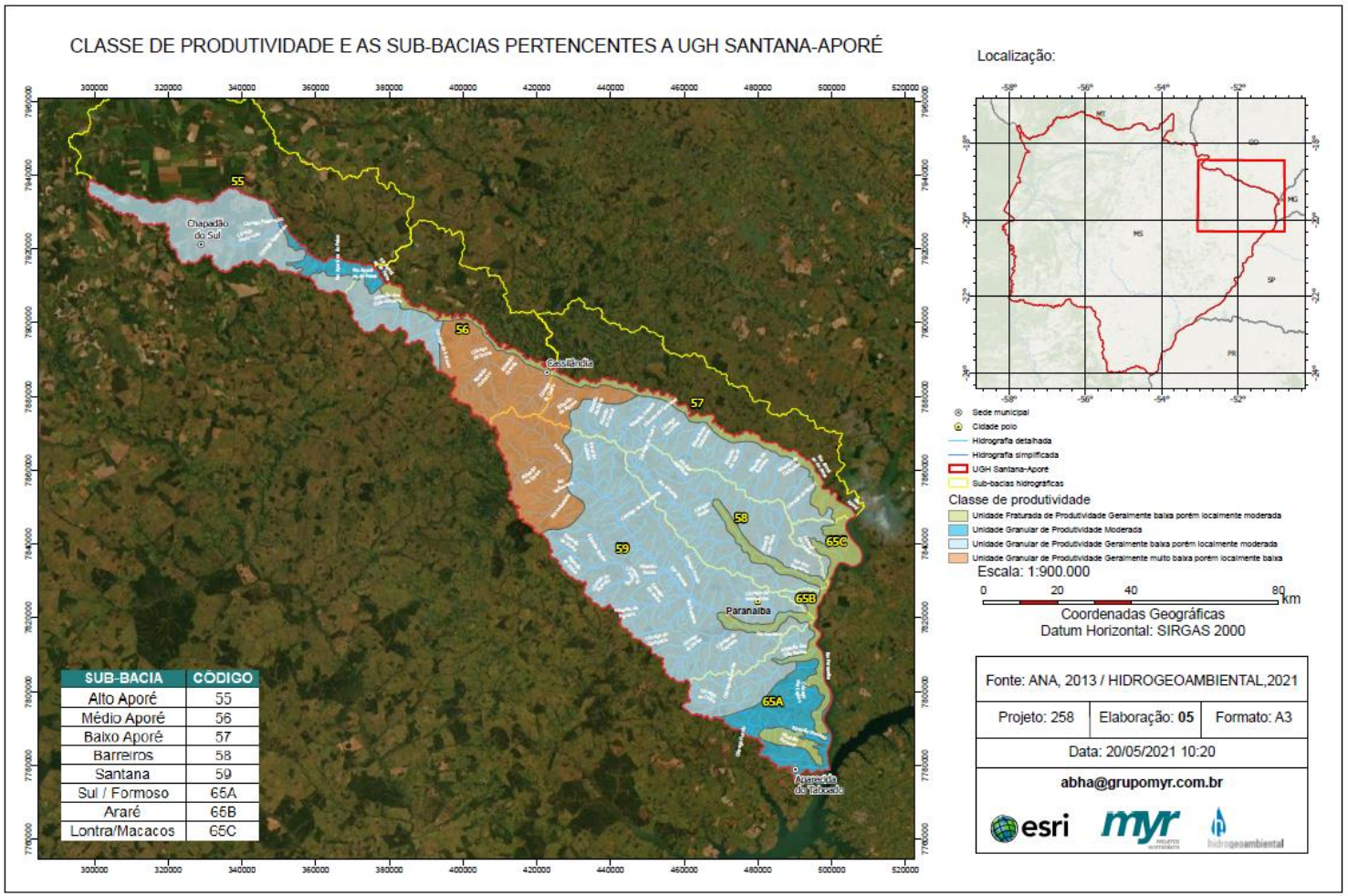


Figura 62 - Mapa das classes de produtividade de água subterrânea na UGH Santana-Aporé em função das sub-bacias no estado do MS.

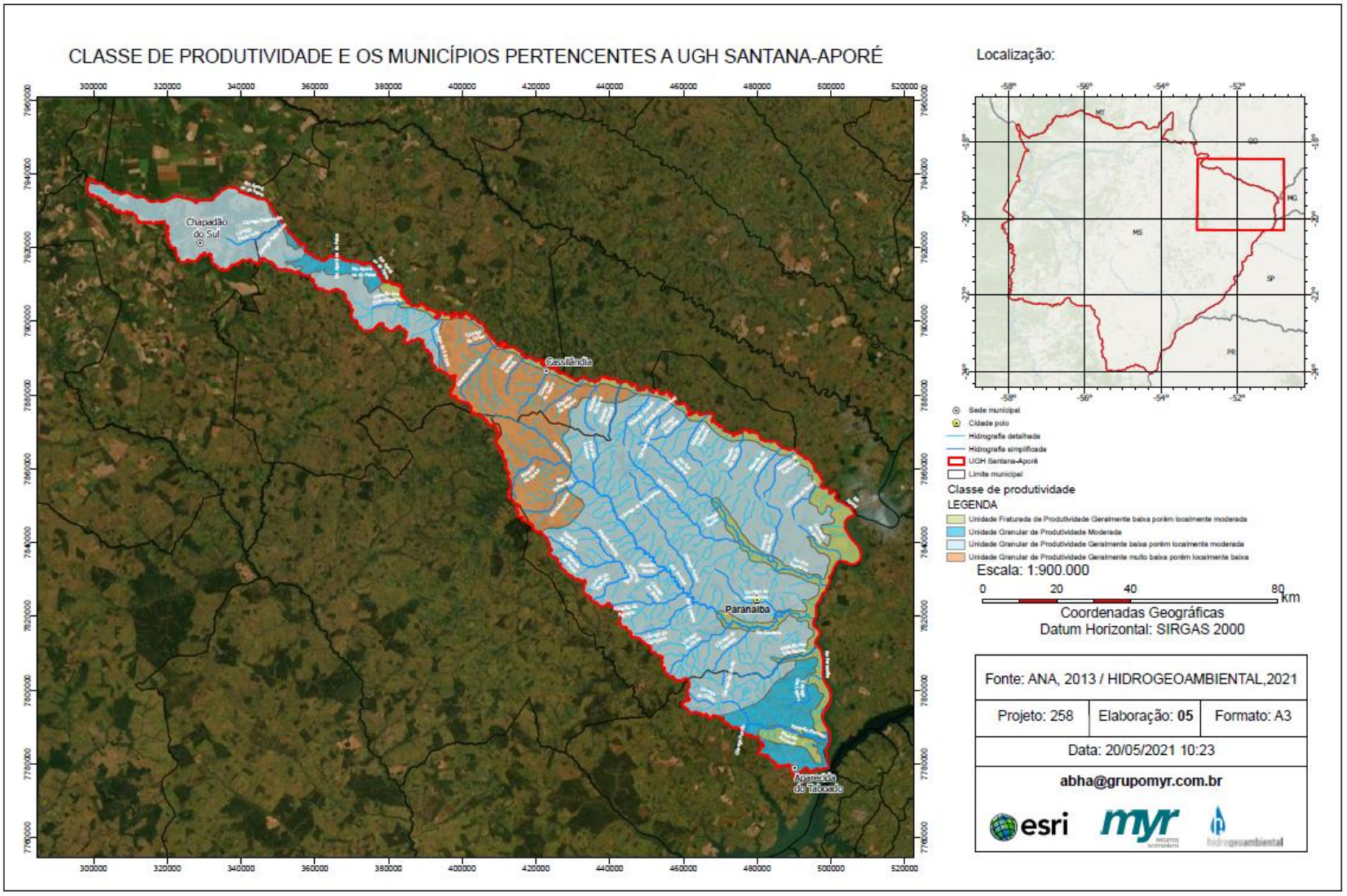


Figura 63 - Mapa das classes de produtividade de água subterrânea na UGH Santana-Aporé em função dos Municípios no estado do MS

Tabela 21 - Distribuição das classes de produtividade por sub-bacia na UGH Santana-Aporé.

Classe de Produtividade	Área por Sub-bacia (km²)							
	Alto Aporé	Médio Aporé	Baixo Aporé	Santana	Barreiros	Lontra/Macacos	Araré	Sul/Formoso
Fraturado – Baixa e Localmente moderada (4)	0,6	82,5	207,6	70,3	99,5	106,7	19,4	173,1
Granular - Moderada (3)	102,4	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	393,5
Granular - Baixa e Localmente Moderada (4)	716,5	241,5	847,4	2040,8	892,1	77,3	31,6	337,0
Granular - Muito Baixa e Localmente Baixa (5)	0,0	515,5	146,5	526,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 22 - Distribuição das classes de produtividade por Município na UGH Santana-Aporé

Classe de Produtividade	Área por Município (km²)			
	Chapadão do Sul	Cassilândia	Paranaíba	Aparecida do Taboado
Fraturado- Baixa e Localmente moderada (4)	0,5	112,5	495,6	147,8
Granular - Moderada (3)	5,0	122,3	0,0	390,0
Granular - Baixa e Localmente Moderada (4)	574,4	484,7	3884,6	238,7
Granular - Muito Baixa e Localmente Baixa (5)	0,0	656,6	513,4	0,0

Observa-se, nos dois tipos de domínios hidrogeológicos (fraturado e granular), as seguintes características na UGH Santana-Aporé (Figura 62 e Figura 63):

1. Fraturado, com classe de produtividade 4, localizado nas principais drenagens, notadamente em seu curso baixo (associado aos rios Aporé, dos Barreiros, Santana etc.), sobretudo nas porções leste e nordeste na UGH, e à Formação Serra Geral. Trata-se de produtividade geralmente baixa e que pode ser localmente moderada.
2. Granular, subdividido em três classes de produtividade:
    - Classe 3 (produtividade moderada), associada à área aflorante do aquífero Guarani (porção NW da UGH), e há uma porção da UGH onde aflora o Sistema Bauru-Caiuá (parte S/SE).
    - Classe 4 (produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada), correlacionada aos aquíferos Bauru-Caiuá e Cachoerinha. Grande maioria da área da UGH.
    - Classe 5 (produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa), no contexto do Sistema aquífero Bauru-Caiuá (porção central da UGH).

Além deste mapeamento da CPRM, há várias outras informações sobre produtividade resultantes da organização, tratamento e análise de dados no Capítulo 8 (Caracterização de Recursos Hídricos).

4.2.4 Geomorfologia

A Taxonomia de Relevo proposta por Ross no ano de 1990 é uma metodologia teórica e prática que se aplica ao campo da cartografia geomorfológica, e que foi adotada para a realização do mapeamento e do reconhecimento geomorfológico (Figura 64).

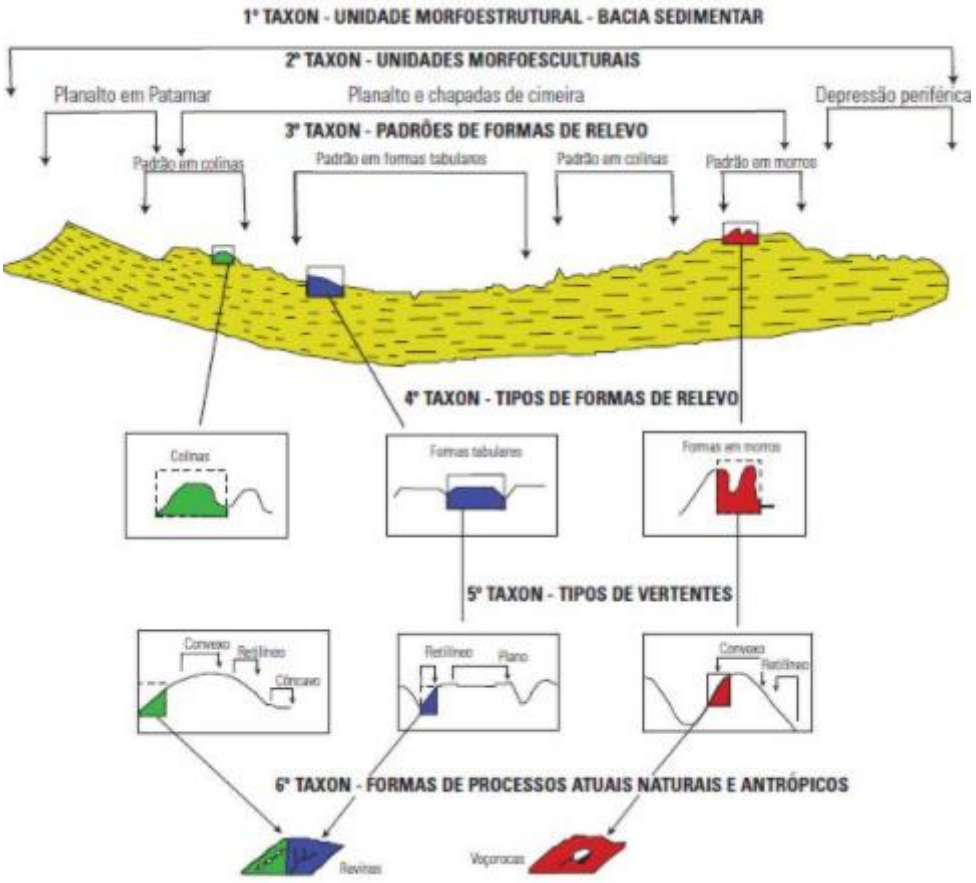


Figura 64 - Taxonomia do relevo proposta por Ross (1990).

Fonte: Ross, 1990.

Essa metodologia baseia-se nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura (1º e 2º táxons) com o entendimento de que as formas atuais de relevo passam por adequada interpretação das influências endogenéticas e exogenéticas, atuais e pretéritas (ROSS, 1990). A cartografia apresentada é baseada no mapeamento geomorfológico do IBGE (2006), em que são representados o 3º táxon de análise, ou seja, os padrões de formas de relevo.

O 4º e 5º táxon de classificação, que corresponde aos tipos de formas de relevo, teve como principal referência cartográfica o Mapa Geodiversidade de Mato Grosso do Sul, em escala 1:1.000.000, produzido pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM (Theodoroviz e Theodoroviz) no ano de 2010. Para esta etapa, foram produzidos perfis topográficos que exemplificam os principais tipos de vertentes.

A fim de subsidiar o entendimento sobre os aspectos do relevo na área de interesse, também foram utilizadas imagens de radar Alos Palsar com resolução de 12,5m para mapeamento hipsométrico, que posteriormente foi definido em classes altimétricas de 50m (Figura 65) e de declividade (Figura 66) apresentada conforme proposto pela EMBRAPA (1999) (Tabela 23).

Tabela 23 - Classes de relevo a partir da declividade.

Declividade (%)	Tipo de relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte ondulado
45 - 75	Montanhoso
75 - 100	Escarpado

Fonte: EMBRAPA, 1999

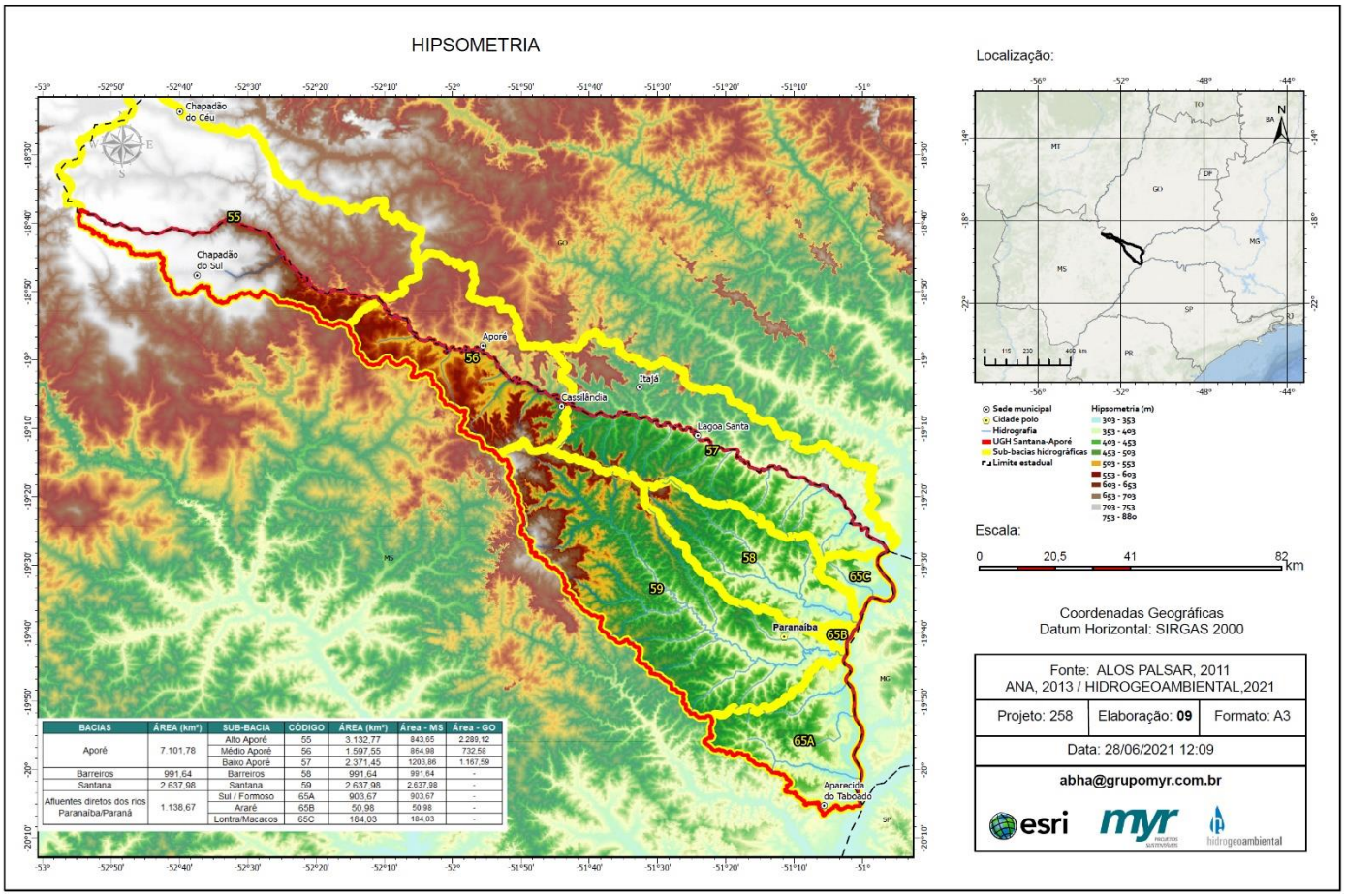
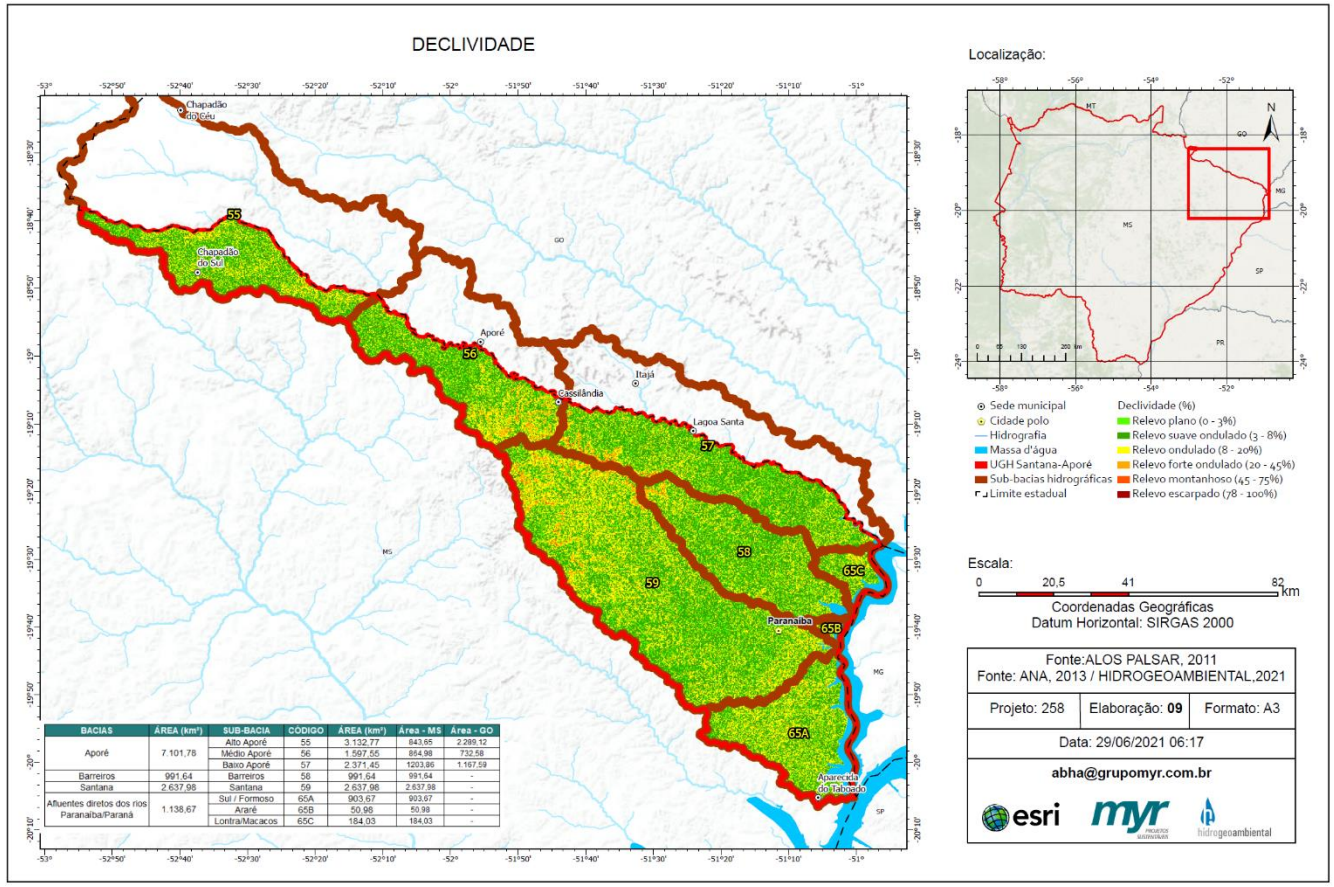


Figura 65 - Mapa hipsométrico da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Aporé	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 66 - Mapa de declividade da UGH Santana-Aporé

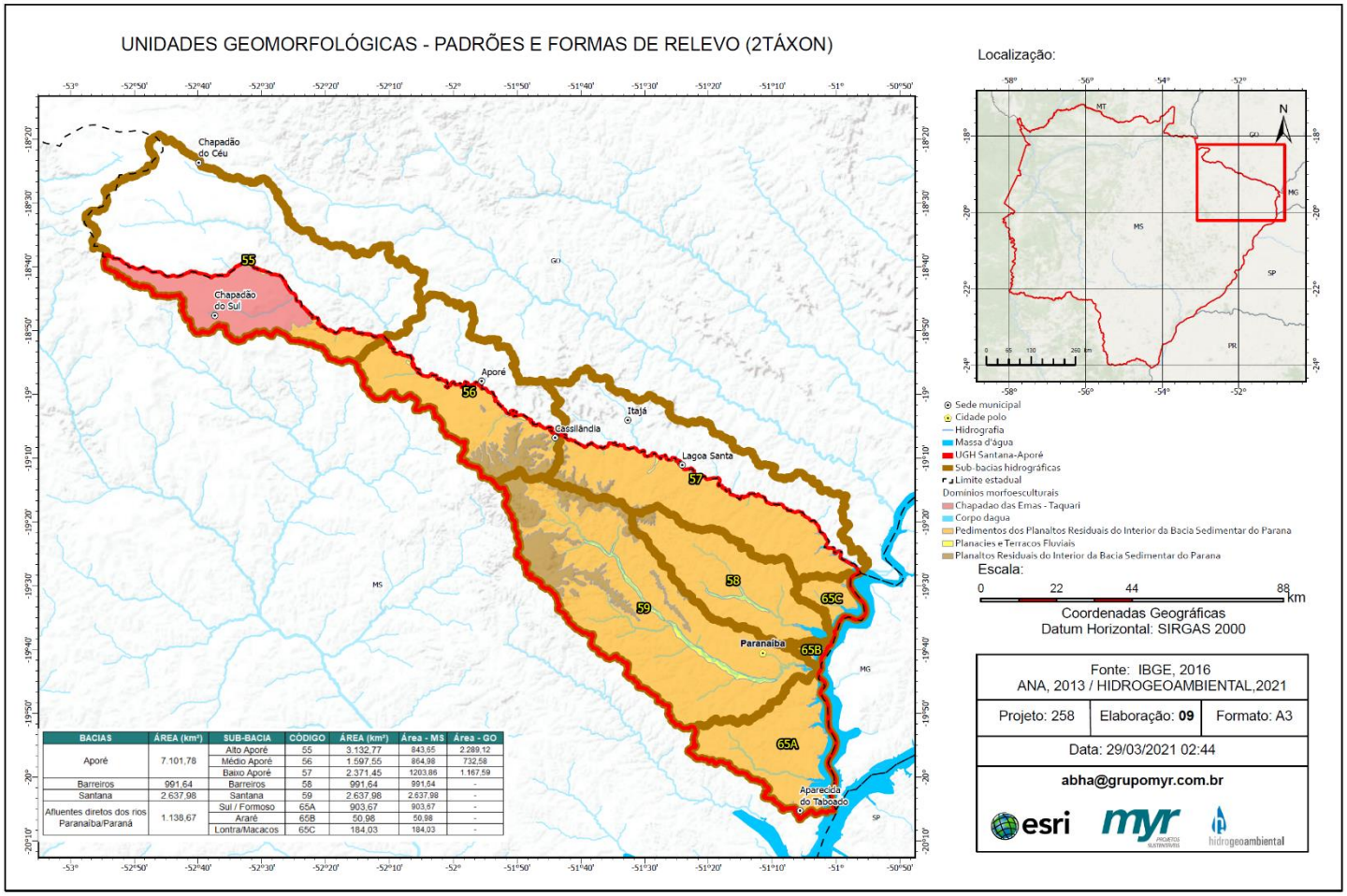
Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A morfoestrutura predominante na área de estudos é a Bacia Sedimentar do Paraná, descrita no capítulo de geologia. Sobre essa unidade, especificamente a leste/nordeste do Estado do Mato Grosso do Sul, podem ser distinguidas 4 subunidades morfoesculturais (2º táxon) (Figura 67):

- Pedimentos dos Planaltos Residuais do Interior da Bacia Sedimentar do Paraná – maioria da UGH (cerca de 3 / 4 na área);
- Chapadões – sobretudo em Chapadão do Sul;
- Planaltos Residuais - principalmente nos limites das sub-bacias Médio/Baixo Aporé e Santana;
- Planícies e terraços fluviais - demais áreas, com destaque para os leitos dos rios Santana e Barreiros.

Estas unidades morfoesculturais, por sua vez, subdividem-se em formas de relevo, correspondentes ao 3º taxón, descritas a seguir de acordo com IBGE (2006) e o 4º táxon de acordo com CPRM (THEODOROVIZ e THEODOROVIZ, 2010).

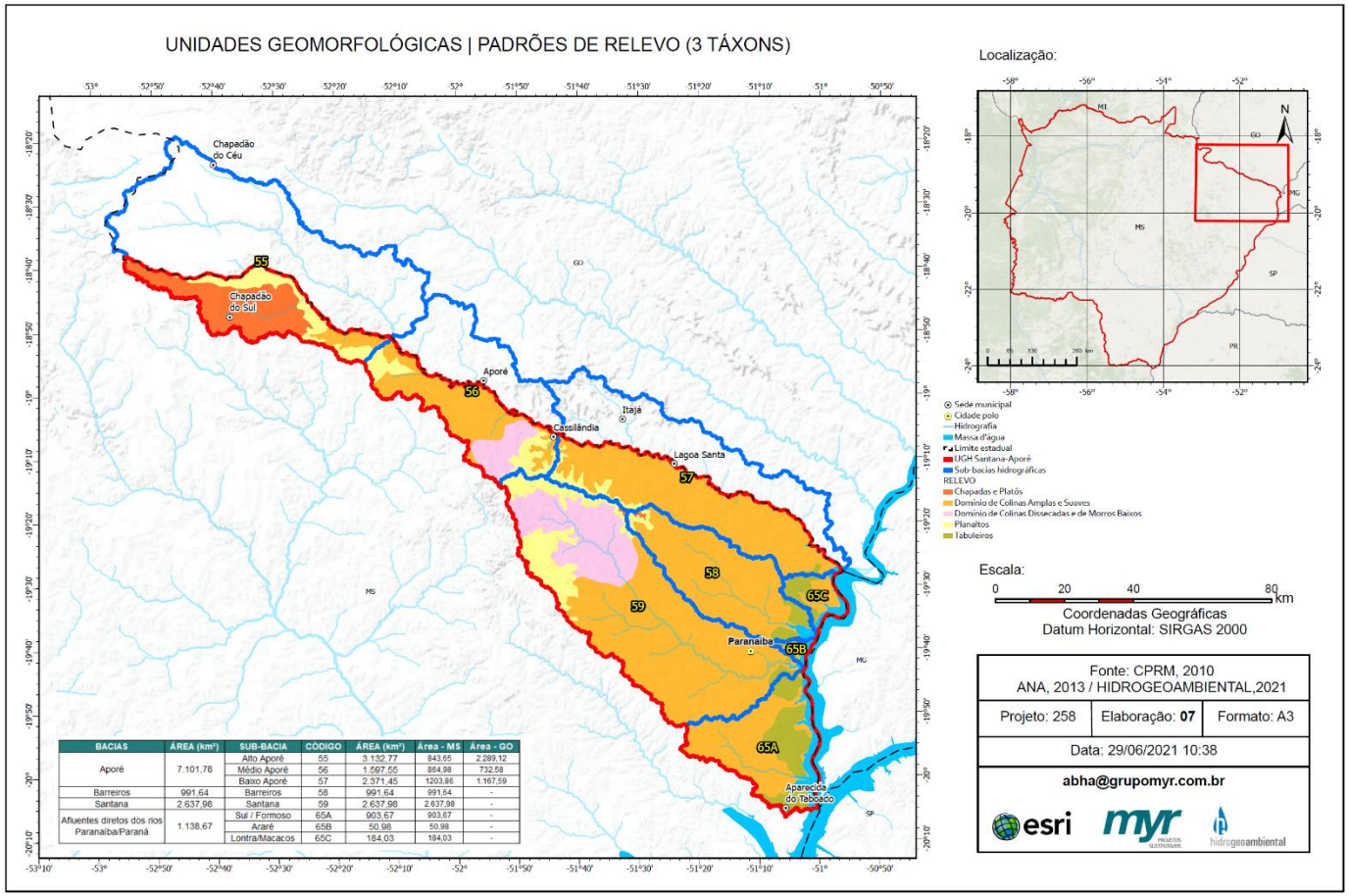
A Figura 68 mostra o 3º taxón, com destaque para as formas de relevo das colinas amplas e suaves (cerca de 2 / 3 em área); planaltos (principalmente nos limites das sub-bacias Médio/Baixo Aporé, Santana e Médio/Alto Aporé; e ao longo do Alto Aporé); domínios de colinas dissecadas e de morros baixos (adjacências dos planaltos sobretudo nos limites das sub-bacias Médio/Baixo Aporé/Santana); chapadas e platôs (notadamente Chapadão do Sul / extremo oeste da UGH); e tabuleiros (baixo curso das sub-bacias dos rios Santana, Barreiros, Lontra/Macacos e Sul/Formoso.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 67 - Mapa geomorfológico representativo do 2º táxon.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,96	Santana	59	2.637,96	2.637,96	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 68 - Mapa geomorfológico referente ao 3º táxon - padrões e formas de relevo.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

✓ **Chapadas e Platôs:**

Constituem relevo de degradação em rochas sedimentares. Apresenta superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou incipientemente pouco dissecados. Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpadas. Franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas, via recuo lateral das vertentes. Frequente atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Este domínio é representado principalmente pela região oeste/noroeste UGH Santana-Aporé, sobretudo no município de Chapadão do Sul (Figura 69 e Figura 70). Esta unidade geomorfológica apresenta sobretudo variação de relevo de plano para suave ondulado (0 a 8%) e amplitude altimétrica que varia de 0 a 20m.

Figura 69 - Relevo representativo das chapadas e platôs em Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 70 - Relevo representativo das chapadas e platôs em Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

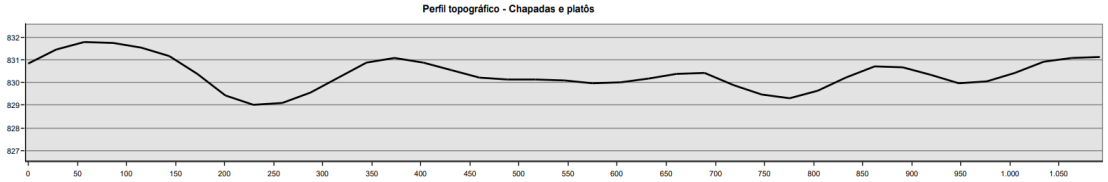


Figura 71 - Perfil topográfico representativo do domínio geomorfológico das chapadas e platôs.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- ✓ **Domínios de Colinas Amplas e Suaves:**

Constituem relevo de degradação em qualquer litologia, predominando rochas sedimentares. Relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes (Figura 72). Este domínio geomorfológico ocupa a maior parte da UGH Santana-Aporé se apresenta predominantemente com uma amplitude

altimétrica variando de 30 a 50m e relevo suave ondulado alterando entre 3 a 8% de declividade.

Figura 72 - Relevo representativo do domínio geomorfológico das colinas amplas e suaves.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

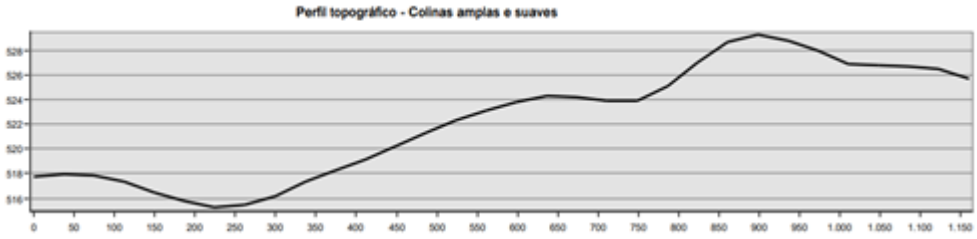


Figura 73 - Perfil topográfico representativo do domínio geomorfológico das colinas amplas e suaves.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- ✓ **<u>Domínios de Colinas Dissecadas e de Morros Baixos:</u>**

Constituem relevo de degradação em qualquer litologia. Relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes. Esse domínio geomorfológico possui a

maior variação altimétrica com amplitude de 0 a 80m de relevo com alternâncias entre suave ondulado a forte ondulado (20 a 45%) (Figura 74 e Figura 75). Destaca-se no alto curso da bacia do rio Santana, e no Médio Aporé, entre Paranaíba e Cassilândia, nas adjacências dos planaltos.

Figura 74 – Relevo representativo do domínio geomorfológico das colinas dissecadas e morros baixos.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 75 - Relevo representativo do domínio geomorfológico das colinas dissecadas e morros baixos.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

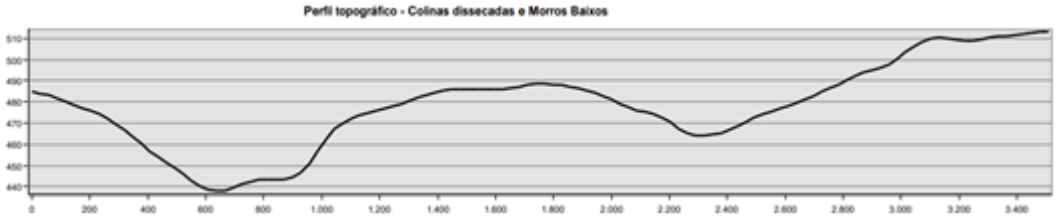


Figura 76 - Perfil topográfico representativo do domínio geomorfológico das colinas dissecadas e morros baixos.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- ✓ **Planaltos:**

Constituem relevo de degradação predominantemente em rochas sedimentares. Superfícies mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares ou colinas muito amplas. Sistema de drenagem principal com fraco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Associado aos arenitos da Formação Marília com vertentes de topo plano a suavemente ondulado: 2º a 5º, excetuando-se os eixos dos vales fluviais (Figura 77 e Figura 78).

Destaca-se nos limites das sub-bacias do Alto/Médio Aporé e Santana, além do limite da bacia do rio Santana (alto curso) com as bacias dos rios Sucuriú/Quitéria.

Figura 77 - Relevo do domínio geomorfológico dos planaltos.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 78 – Relevo do domínio geomorfológico dos planaltos.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

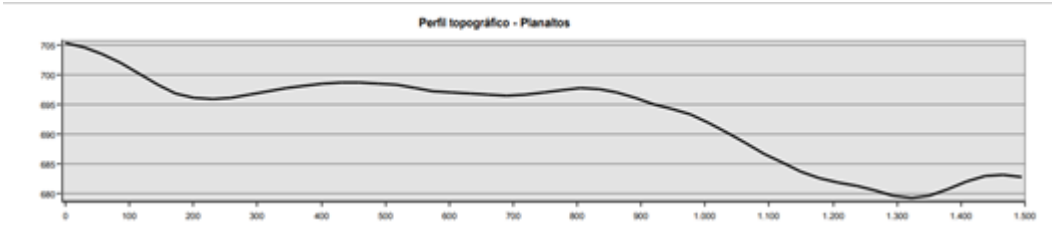


Figura 79 - Perfil topográfico representativo do domínio geomorfológico dos planaltos.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- ✓ **Tabuleiros:**

Constituem relevo de degradação em rochas sedimentares. Formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”, resultantes de dissecação fluvial recente. Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas). Possuem inclinação das vertentes variando entre 0º a 3º com topo plano. Localmente podem ser encontradas vertente mais acentuadas (10º a 25º). A amplitude altimétrica varia de 20 a 50m.

Os Tabuleiros ocorrem sobretudo nas sub-bacias Lontra/Macacos, Barreiros (baixo curso), Araré, Santana (baixo curso) e Sul/Formoso (áreas mais próximas ao rio Paranaíba).

Figura 80 - Relevo do domínio geomorfológico dos tabuleiros.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 81 - Relevo do domínio geomorfológico dos tabuleiros.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

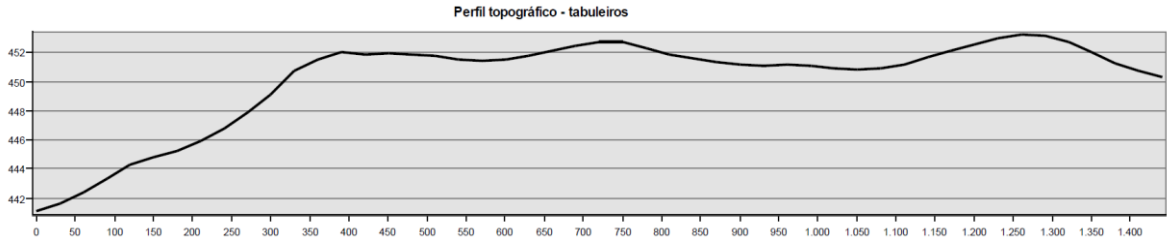


Figura 82 - Perfil topográfico representativo do domínio geomorfológico dos tabuleiros.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

- ✓ **Planícies Fluviais ou Flúvio Lacustres:**

Constituem relevo de agradação. Zona de acumulação atual. Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, apresentando gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas planas ou em baixos interflúvios, denominados Áreas de Acumulação Inundáveis (Aai), estão inseridos nessa unidade. Pouco expressivos em termos de área da UGH Santana-Aporé as planícies fluviais possuem pouca ou nenhuma variação altimétrica e relevo plano de 0 a 3% de declividade.

Na UGH Santana-Aporé ocorrem sobretudo na calha dos rios Santana e Barreiros – cursos médio/baixo.

Figura 83 - Relevo do domínio geomorfológico das planícies fluviais e áreas de acumulação associadas.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

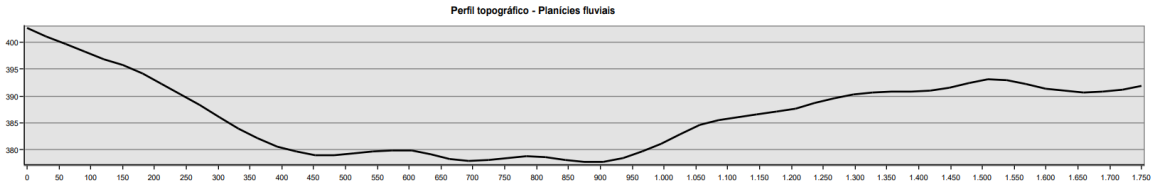


Figura 84 - Perfil topográfico representativo do domínio geomorfológico das planícies fluviais e áreas de acumulação associadas.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.5 Pedologia

A análise pedológica deu-se com uso de dados e mapas existentes (secundários) e levantamento em campo (primários, com verificação de perfis de solo típicos da UGH Santana-Aporé).

As atividades de pré-campo visaram obter e analisar dados e informações de levantamentos técnico-científicos já existentes, tendo como base o mapeamento de solos em escala 1:250.000 do IBGE (2019). As unidades pedogenéticas foram

classificadas com base nas designações do novo Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Brasília, DF, 1999 – SPI/CNPS) e convertidas para o sistema atual, de 2016.

Em campo realizado em 2021, efetuou-se abertura de trincheiras ou o descritivo via escavação em barrancos e cortes de estrada existentes. O objetivo foi identificar e registrar informações locais de tipos de solos, descrição das ocorrências e da interpretação dos fatores atuantes. Nesta fase, foi realizada a descrição das principais classes de solos e a caracterização de perfis representativos de cada classe juntamente com sua descrição morfológica. Para a identificação e caracterização dos solos, foram utilizados critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2016); e para descrição dos perfis, o que preconiza Santos *et al.* (2005).

Além de consolidar os levantamentos de campo, no pós-campo também foi elaborado o mapa de aptidão agrícola – que será tratado no Capítulo 5.6 - com base no que preconiza a metodologia do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) e Mapa de Geodiversidade do Estado do Mato Grosso do Sul, em escala 1:1. 000.000, bem como seu respectivo relatório (THEODOROVIZ E THEODOROVIZ, 2010).

Para classificar os solos, é necessário entender que estes são produtos da decomposição de rochas, e que podem estar em vários estágios. Em seu processo de formação, atuam também outros fatores, como clima, relevo, microrganismos e seres vivos. Em geral, no Brasil, nas superfícies mais velhas e estáveis da paisagem (relevo plano ou suavemente ondulado), ocorrem os Latossolos, associados ou não com os Neossolos Quartzarênicos. Por outro lado, nas superfícies mais jovens (relevo mais ondulados ou fortemente ondulados) encontra-se, geralmente, os Argissolos, Luvissolos, Alissolos, Cambissolos, Nitossolos e Chernossolos e Neossolos Litólicos.

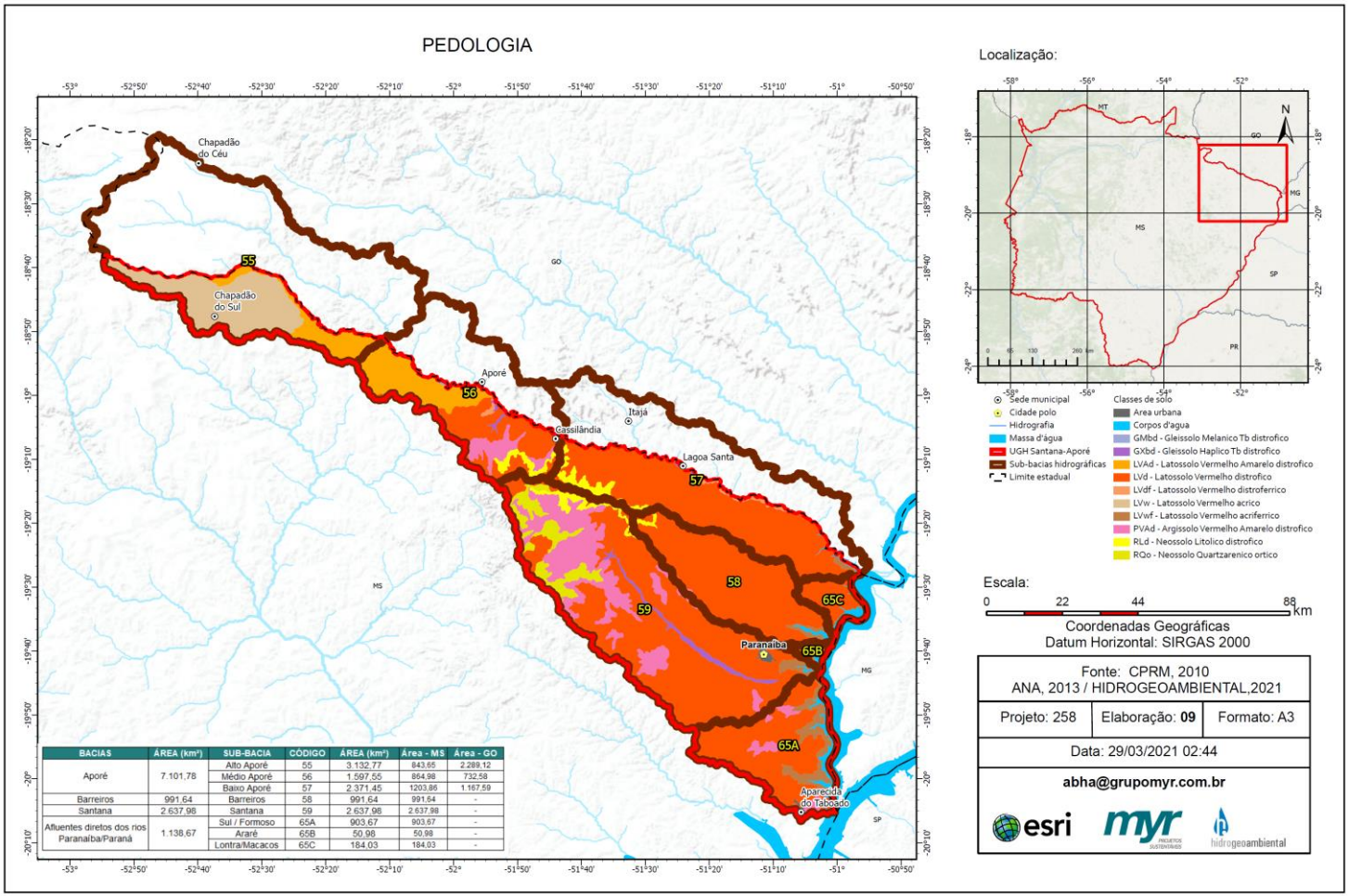
As principais classes de solo, mapeadas de acordo com o IBGE (2019), estão apresentadas na Tabela 24. A Figura 85 mostra a distribuição das classes de solo ao longo da UGH Santana-Aporé: Latossolos (maioria da UGH, incluindo Vermelho Distrófico, Vermelho Ácrico, Vermelho Distroférrico; Vermelho Acriférrico; e Vermelho Amarelo Distrófico), Neossolos (Litólico Distrófico e Quartzoarênico órtico), Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico; e Gleissolos.

Vale salientar que na composição da legenda de mapeamento, os solos dominantes são aqueles que apresentam a maior extensão (> 80%) e subdominantes aqueles que ocupam 20% ou menos da extensão do polígono cartografado. Solos tidos como inclusão são aqueles que ocupam uma extensão não mapeável na escala utilizada.

Tabela 24 - Classes de solos encontradas na área da UGH Santana-Aporé.

Classe de solo	Tipo de solo	Legenda	Relevo	Declividade do terreno (%) - predomínio	Suscetibilidade erosiva	Textura	Aptidão agrícola
Latossolos	Latossolo Vermelho distrófico	LVd	Plano a suave	0 - 8	Baixa	Muito argilosa a argilosa	Aptidão regular para lavoura
	Latossolo Vermelho ácrico	LVw	Plano a suave	0 - 8	Baixa	Média	Aptidão regular para lavoura
	Latossolo Vermelho distroférrico	LVdf	Plano a suave	0 - 8	Baixa	Média	Aptidão regular para lavoura
	Latossolo vermelho acriférrico	LVwf	Plano a suave	0 - 8	Baixa	Muito argilosa a argilosa	Aptidão regular para lavoura
	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	LVAd	Plano a suave	0 - 8	Baixa	Média	Aptidão regular para lavoura
Argissolo	Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	PVAd	Suave ondulado	8 - 20	Alta	Média	Aptidão regular para lavoura
Gleissolos	Gleissolo háplico	GXbd	Plano	0 - 3	Média	Argilosa	Aptidão para pastagem plantada
	Gleissolo melânico	GMbd	Plano	0 - 3	Média	Argilosa	Aptidão para pastagem plantada
Neossolos	Neossolo litólico	RLd	Forte ondulado a montanhoso	20 - 75	Alta	Arenosa -cascalho	Inaptidão para agricultura
	Neossolo quartzarênico	RQo	Suave ondulado	8 - 20	Alta	Arenosa	Inaptidão para agricultura

Fonte: adaptado de IBGE, 2019.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 85 - Mapa de pedologia da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A seguir são apresentadas as características dos principais tipos de solo, inclusive com indicação dos descritivos daqueles encontrados em campo.

a) Latossolos Vermelho Distrófico:

De maneira geral, são solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, de cor vermelho-escura, vermelha ou branco-avermelhado escura, com teores de Fe_2O_3 (proveniente do ataque sulfúrico) entre 18 e 8% nos solos argilosos ou muito argilosos e normalmente inferiores a 8% nos solos de textura média com atração magnética fraca ou inexistente. Os solos de textura argilosa são muito profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, são óxidos, possuem baixa densidade aparente (0,84 a 1,03 g/cm³) e porosidade muito alta ou alta, com valores variando de 62 a 70%, indicando boas condições físicas. Nos solos de 30 textura média, a densidade aparente é maior (da ordem de 1,30 -1,34 g/cm³) e a porosidade é média, (46 a 48%). Os materiais litológicos presentes são arenitos sobretudo dos Grupos Bauru e Caiuá, e sedimentos argilo-arenosos da cobertura detrito-laterítica (EMBRAPA, 2016).

As ótimas condições físicas, as quais, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Estes solos, por serem ácidos e distróficos, ou seja, com baixa saturação de bases, requerem correção de acidez e fertilização, sempre baseadas em análises de solos. Os solos argilosos e muito argilosos têm melhor aptidão agrícola que os de textura média, tendo em vista que estes são mais pobres e mais susceptíveis à erosão. Estes últimos, porém, em contraposição aos argilosos ou muito argilosos, podem ser degradados mais facilmente por compactação, quando é feito uso inadequado de equipamentos agrícolas (EMBRAPA, 2016).

Tipo de solo mais abundante na UGH Santana-Aporé.

Latossolo Vermelho Distrófico

Localização – Lat 19º20’39”; Long 51º27’44”. Datum – SIRGAS 2000

Situação e declividade – terreno plano com 3% de declive

Relevo local – plano

Drenagem – bem drenado

Erosão – baixa

Vegetação – campestre

Uso do solo atual – pastagem

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição macro morfológica
A	0 – 18	Degradado
B	18 +	Franco argiloso, sem cerosidade, não plástico, granular, com presença de raízes

Figura 86 - Perfil de Latossolo Vermelho distrófico associado ao relevo plano das chapadas e platôs em Chapadão do Sul/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

b) <u>Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico:</u>

São formados por minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, cores normalmente vermelhas a vermelho-amareladas, com teores de Fe_2O_3 iguais ou inferiores a 11% e, normalmente, acima de 7%, quando os solos são argilosos ou muito argilosos e não concrecionários. São solos que não apresentam atração magnética, profundos ou muito profundos, bem drenados, com textura argilosa, muito argilosa ou média. Os solos de textura argilosa ou muito argilosa e de constituição mais oxídica, possuem baixa densidade aparente (0,86 a 1,21

g/cm³) e porosidade total alta a muito alta (56 a 68%). Os solos de textura média, normalmente, possuem densidade aparente pouco maior e porosidade total média, ácidos a muito ácidos, com saturação de bases baixa (distróficos) e por vezes, álicos, neste caso com alumínio trocável maior que 50%.

Estes Latossolos também possuem boas condições físicas que, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado, favorecem a utilização com diversas culturas adaptadas ao clima da região. As principais limitações decorrem da acidez elevada e da fertilidade baixa por isso, requerem um manejo adequado com correção da acidez e fertilização, com base em resultado de análises dos solos e controle de erosão, sobretudo nos solos de textura média que são mais susceptíveis à erosão. A deficiência de micronutrientes ocorre sobretudo nos solos de textura média, tendo um comportamento com relação à erosão semelhante ao dos Latossolos Vermelho Distróficos, descritos anteriormente.

Tipo de solo presente sobretudo no limite Alto/Médio Aporé.

Latossolo Vermelho Amarelo distrófico

Localização – Lat: 20º5’52” Long: 51º1’28”. Datum – SIRGAS 2000.

Situação e declividade – terreno suave ondulado com 6% de declive.

Relevo local – suave ondulado

Drenagem – bem drenado

Erosão – moderada

Vegetação – florestal

Uso atual – sem uso

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição
A	0 – 20	Bruno escuro (7.5YR 4/2, úmido); franco arenoso; granular; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.
Bw1	20 – 80	Amarelo avermelhado (7.5YR 7/8, úmido); franco argilo arenoso; maciça; solto, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.
Bw2	80 – 130+	Amarelo avermelhado (7.5YR 7/6, úmido); franco argilo arenoso; maciça; friável, ligeiramente plástico e não pegajoso.

Figura 87 - Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, associado ao relevo plano dos tabuleiros em Aparecida do Taboado/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

c) <u>Argissolos Vermelho Amarelo Distrófico:</u>

São solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados, com horizonte B textural (horizonte diagnostico que caracteriza a classe de solo), de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica. Apresentam argila de atividade baixa e saturação por bases alta (proporção na qual o complexo de adsorção de um solo está ocupado por cátions alcalinos e alcalino-terrosos, expressa em percentagem, em relação a capacidade de troca de cátions). Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso. A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B (AGEITEC, 2014).

A classe mapeada para a UGH Santana–Aporé foi o Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico. Os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) presentam horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. As cores destes solos situam-se principalmente no matiz 5YR com valores de 4 à 6 e croma de 6 à 8; podendo em menor frequência ocorrer cores no matiz 7,5YR com valor 4 e croma 6, com a presença ou não de mosqueados, constituindo ou não coloração variegada, com ou sem plintita e, muito raramente com a presença de horizonte fragipânico. São solos profundos e muito profundos; bem estruturados e bem drenados; com sequência de horizontes A, Bt; A, BA, Bt; A, E, Bt etc. Há predominância do horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente, apresentam principalmente a textura média/argilosa, podendo apresentar em menor frequência a textura média/média e média/muito argilosa. Apresentam também baixa a muito baixa fertilidade natural, com reação fortemente ácida e argilas de atividade baixa (AGEITEC, 2014).

Argissolo Vermelho Amarelo distrófico

Localização – X: 198.252; Y: 8.98.5172 UTM/24S – SIRGAS 2000

Situação e declividade – terreno ondulado com mais de 8% de declive

Relevo local – ondulado

Drenagem – bem drenado.

Erosão – forte

Vegetação – campestre

Uso atual – pastagem

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição
A	----------	Horizonte decapiado
Bt1	0 – 40	Amarelo avermelhado (7.5YR 7/6, úmido); franco argilo arenoso; fraca pequena subangular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
Bt2	40 – 150+	Amarelo avermelhado (7.5YR 7/8, úmido); franco argilo arenoso; fraca pequena subangular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Figura 88 - Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico associado ao relevo plano dos tabuleiros em Aparecida do Taboado/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

d) Gleissolo Háplico:

São solos pouco desenvolvidos, que sofrem ação do lençol freático próximo à superfície, ou na superfície, em alguma época do ano, quando este aflora. Têm horizontes superficiais orgânico-minerais, de espessura variável, onde a matéria orgânica pode estar total ou parcialmente decomposta, constituindo um horizonte A moderado. São não muito profundos e estão localizados em relevo

plano, pouco permeáveis, imperfeitamente a mal drenados, com textura variável. A alternância de períodos com saturação de umidade e períodos em que é possível a aeração das camadas internas do solo faz com que, além da gleização causada pela redução do ferro livre, ocorram também mosqueados de coloração avermelhada, indicando oxidação. Estes solos variam de fortemente ácidos a moderadamente ácidos, apresentando saturação com alumínio, com valores muito variáveis. Estes solos ocupam áreas de relevo plano e são originados de sedimentos argilo-siltosos referidos ao Quaternário recente.

Gleissolo Háplico

Localização – Lat: 20º5’59”; Long: 51º5’20”. Datum – SIRGAS 2000

Situação e declividade – terreno com menos de 2% de declive

Relevo local – plano

Drenagem – imperfeitamente drenado

Erosão – moderada a forte

Vegetação – campestre aluvial

Uso atual – sem uso

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição
A	0 – 30	Cinzento (10YR 6/1, úmido); franco arenoso; fraca pequena granular e maciça; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.
Bg	30 – 70+	Cinzento (10YR 5/1, úmido); franco argilo arenoso; fraca pequena granular e maciça; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.

Figura 89 - Perfil de Gleissolo Háplico associado ao relevo plano dos tabuleiros em Aparecida do Taboado/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

e) **Neossolo Litólico:**

Solos constituídos por material mineral, não hidromórficos, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos. São pouco desenvolvidos que não apresentam horizonte B diagnóstico. Apresentam um horizonte A sobrejacente diretamente sobre a rocha matriz, ou sobre um horizonte C, ou ainda podem possuir um horizonte B incipiente. Os referidos solos possuem soma de bases, capacidade de troca de cátions e saturação de bases baixas, como consequência da fertilidade natural. São solos que ocupam áreas de relevo que varia do suave ondulado ao montanhoso.

Neossolo Litólico

Localização – Lat: 19º11’37”; Long: 51º44’4” Datum – SIRGAS 2000.

Situação e declividade – terreno ondulado com mais de 20% de declive

Relevo local – forte ondulado

Drenagem – bem drenado

Erosão – forte

Vegetação – florestaL

Uso Atual – corte de estrada

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição
A	0 – 17	(7.5YR); franco arenoso; fraca pequena granular e grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual e clara.
C	17 +	Saprolito (arenito)

Figura 90 - Perfil de Neossolo Litólico associado ao relevo plano dos tabuleiros em Paranaíba/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

f) Neossolo Quartzarênico

São solos minerais, hidromórficos, com textura nas classes areia ou areia franca até a profundidade de 2 metros pelo menos, apresentam dispostos em 6% da área objeto do estudo. Ocorrem em ambientes com restrição de drenagem, geralmente com lençol freático elevado, condicionando a ocorrência de cores claras, com mosqueados ao longo do perfil do solo. Colorações mais escuras são verificadas no horizonte superficial A em razão da matéria orgânica que encontra dificuldades de mineralização nestes ambientes.

g) Cambissolos Háplico:

De acordo com a Embrapa (2006), compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos ou Gleissolos. Tem sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. Na área de estudo compreendem solos fortemente, até imperfeitamente, drenados, de cor bruna ou bruno-amarelada, com espessura média de 50-100cm, distróficos, ou seja, baixa saturação por bases. O horizonte B incipiente (Bi) tem textura média argilosa podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte B pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços. Ocorrem em áreas de relevo montanhoso, sob florestas perenifólias e subperenifólias apresentando um bom potencial agrícola (AGEITEC, 2014).

Cambissolo háplico

Localização – Lat: 19º20’16”; Long: 51º28’38” Datum – SIRGAS 2000

Situação e Declividade – terreno ondulado com mais de 8% de declive

Relevo local – ondulado

Drenagem – bem drenado

Erosão – forte.

Vegetação – lorestal

Uso atual – corte de estrada

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição
A	0 – 19	(10YR 4/3, úmido); franco arenoso; fraca pequena granular e grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.
A1	19-27	(10YR 6/3, úmido); franco arenoso; fraca pequena granular e grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.
Bi	27 +	(10Y 7/2, úmido); franco arenoso; maciça; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso.

Figura 91 - Perfil de Cambissolo Háplico associado ao relevo plano dos tabuleiros em Paranaíba/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

h) Plintossolo Háplico:

São solos minerais, formados em condições de restrição a percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de um modo geral

imperfeitamente a mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintização com ou sem petroplintita na condição de que não satisfaçam os requisitos estabelecidos para outras classes. Solos fortemente intemperizados de textura argilosa a muito argilosa, que apresentam, próximo a superfície, material rico em ferro, pobre em húmus, que comumente ocorre como mosqueados cinzento-claros, em matriz avermelhada, denominado de plintita que, inicialmente, tem consistência branda, devido a continuados períodos de saturação com água, mas que permitem um enrijecimento irreversível (plintita ou concreções ferruginosas) quando em exposição. Ocorrem em relevo plano e suave ondulado, onde a natureza do material originário e a presença de um substrato lentamente permeável conferem ao solo drenagem insuficiente, com o lençol freático próximo a superfície ou mesmo aflorando. A erosão normalmente é nula ou laminar ligeira, quando a textura do horizonte A apresenta-se bem mais grosseira que a do B. Estes solos apresentam sequência de horizontes A, Bpl e Cg, com profundidade acima de 150cm, transição clara ou gradual e em geral plana. O horizonte A moderado tem espessura variável, cores no matiz 10YR; textura franco-siltosa, estrutura fraca a moderada, pequena a média, blocos subangulares. Ocupam áreas de relevo plano e suave ondulado, com cobertura florestal.

Plintossolo Háplico Distrófico

Localização – Lat: 19º20’16”; Long: 51º28’38” Datum – SIRGAS 2000.

Situação e declividade – terreno plano com menos de 3% de declive

Relevo local – plano

Drenagem – imperfeitamente drenado

Erosão – ligeira a moderada

Vegetação – campestre

Uso atual – sem uso

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição
A	0 – 22	Bruno muito claro (10YR 7/4, úmido); franco argilo arenoso; maciça; muito friável, solto, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e difusa.
Bf1	22 – 51+	Bruno muito claro (10YR 7/4, úmido) com mosqueado amarelo avermelhado (7.5 YR 7/8) pouco pequeno distinto; franco argilo arenoso; maciça; solto, friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e difusa.

Figura 92 - Perfil de Plintossolo Háplico, associado ao relevo plano dos tabuleiros em Chapadão do Sul/MS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.6 Clima e meteorologia

As condições climáticas, embora não sejam componentes necessariamente materializáveis e visíveis na superfície terrestre, segundo Christofoletti (1992), são perceptíveis e contribuem significativamente para entender as paisagens, e são consideradas como agente modificador dos geossistemas da Terra.

Considerada também como elemento condicionador da dinâmica ambiental (AYOADE, 2004), a condição climática fornece calor e umidade e é responsável pelo desencadeamento de uma série de processos, como formação de solos, das estruturas e formas de relevo, dos recursos hídricos, do crescimento, desenvolvimento e distribuição de plantas e animais, refletindo assim, em atividades econômicas, sobretudo na agricultura e dinâmicas sociais (SANTOS, 2000).

A base teórica metodológica adotada para a caracterização climática da região da UGH Santana-Aporé foi a proposta por Sorre (1957), em que o clima pode ser entendido como a sucessão habitual dos tipos de tempo num determinado local da superfície terrestre. Essa sucessão é uma resposta aos processos de troca de energia (solar) e matéria (água) entre a superfície terrestre e a atmosfera (CRITCHFIELD & LITTLE, 1966).

Silva (2010) apresenta três abordagens fundamentais, considerando as possibilidades de interação entre os fluxos de matéria/energia e os elementos condicionantes de sua definição, ao longo do tempo e do espaço, são elas:

- Nível macroclimático: se refere aos aspectos dos climas de amplas áreas da Terra e com os movimentos atmosféricos em larga escala;
- Nível mesoclimático: estudo do clima em áreas relativamente pequenas, entre 10 e 100 quilômetros de largura, por exemplo, considerando o clima urbano e os sistemas climáticos locais severos, tais como tornados e temporais;

- Nível microclimático: estudo do clima próximo à superfície ou de áreas muito pequenas, com menos de 100 metros de extensão.

Para a caracterização climática da UGH Santana-Aporé, realizou-se revisão literária específica sobre os aspectos meteorológicos e climáticos em órgãos oficiais e textos técnico-científicos de meio físico. Destaca-se que, para a caracterização do clima, definido como a integração de condições meteorológicas para um determinado período, são necessárias amplas e frequentes observações do tempo. Para tal, são utilizadas as normais climatológicas determinadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) como a média de dados meteorológicos para o período de 30 anos. Entretanto, devido ao fato de muitas estações meteorológicas não possuírem uma longa série de dados, RUSCHE (2002) propõe o cálculo das normais com séries de dados de 10 anos, sendo chamadas de normais climatológicas provisórias.

A obtenção dos dados foi realizada por meio de um levantamento das redes de observação de superfície (estações meteorológicas e postos pluviométricos) tendo como fonte principal o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e a Agência Nacional de Águas - ANA.

Deve-se considerar que a base de dados da ANA, disponível no portal HIDROWEB, fornece dados referentes a estações pluviométricas e fluviométricas. Já as estações disponíveis no portal BDMEP do INMET, além dos dados de pluviometria, fornecem também dados de temperatura, umidade relativa do ar, insolação, direção e velocidades dos ventos, necessários à caracterização meteorológica.

Ressalta-se que devido às falhas nas planilhas de dados meteorológicos, foi empregado o método de preenchimento de falhas, tradicionalmente utilizado pelo U.K. *Meteorological Office,* que é baseado em comparações com uma única estação vizinha, selecionada a partir de sua correlação com a estação teste, sendo realizada uma média para completar do dado faltante. Assim, os preenchimentos foram realizados com a média ponderada entre valores aproximados nos anos anteriores e nos próximos anos.

A primeira parte desse estudo climatológico se propôs a inventariar as estações pluviométricas pertencentes a área da UGH Santana–Aporé, inclusive para a verificação da disponibilidade das estações ao longo do tempo e da UGH – finalidade de inventário, com levantamento das informações básicas sobre os postos, como: localização, coordenadas geográficas, altitude, código, responsável/operador, período disponível de dados, com início e última atualização (Tabela 25).

Após organização e sistematização das informações de inventário, foram efetuados três procedimentos de análise:

1. Inserção da área de estudo no contexto macroclimático, por meio de uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que regem a dinâmica climática e meteorológica regional;
2. Análise do contexto mesoclimático de inserção da UGH Santana-Aporé, por meio de abordagem da distribuição espacial de dados de precipitação, com interpolação de dados pelo método de IDW (REIS *et al.*, 2005), recomendado para análises climáticas. As estações utilizadas para interpolação pertencem a posto pluviométricos das bases da ANA e INMET, analisadas em conjunto. O período de análise dos dados que se mostrou mais consistente, com menos falhas significativas, foi de 2011 a 2019. Os postos selecionados para a interpolação IDW e geração de isoietas estão demostradas na Tabela 26. Foram demostrados os totais anuais de precipitação, bem como os totais de pluviosidade nos períodos seco (abril a setembro) e chuvoso (outubro a março). Também nesta atividade, foi realizada uma análise dos tipos climáticos de Koppen (1928) e Thorthwaite que predominam na região.
3. Análise do contexto microclimático de inserção da UGH Santana–Aporé, por meio de atributos meteorológicos como: temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar, insolação, direção e velocidades dos ventos, obtidos de estações meteorológica convencionais e automáticas cadastradas no INMET, situadas na UGH (disponíveis de estações em Paranaíba, Cassilândia e Chapadão do sul - Tabela 27). Os dados da estação de Paranaíba/MS foram analisados a partir dos cálculos das

normais com séries de dados de 28 anos (janeiro de 1993 a dezembro de 2020). As estações de Cassilândia e Chapadão do Sul foram avaliadas pelo período de 2006 a 2019 e 2008 a 2019, respectivamente, sendo chamadas de normais climatológicas provisórias (KRUSCHE, 2002).

Tabela 25 - Inventário de postos pluviométicos - UGH Santana–Aporé e arredores.

Código	Responsável	Operadora	Nome	Município	UF	Latitude	Longitude	Início do período pluviométrico	Última atualização
A704	INMET	INMET	Três Lagoas	Três Lagoas	MS	-20,78	-51,71	01/01/2001	01/05/2021
A710	INMET	INMET	Paranaíba	Paranaíba	MS	-19,7	-51,18	01/01/2006	01/05/2021
A730	INMET	INMET	Chapadão do Sul	Chapadão do Sul	MS	-18,8	-52,6	01/01/2006	01/05/2021
A742	INMET	INMET	Cassilândia	Cassilândia	MS	-19,12	-51,72	01/01/2008	01/05/2021
A756	INMET	INMET	Água Clara	Água Clara	MS	-20,44	-52,88	01/01/2010	01/05/2021
1852000	ANA	CPRM	Aporé	Aporé	GO	-18,97	-51,93	01/06/1972	02/06/2021
1852002	ANA	CPRM	Indaiá Grande	Chapadão do Sul	MS	-18,99	-52,58	01/01/1983	12/04/2021
1852003	ANA	CPRM	Cidade Chapadão Gaúcho	Chapadão do Sul	MS	-18,69	-52,59	01/01/1983	03/12/2019
1852010	PLANALTO	PLANALTO	PCH Planalto Montante 2	Cassilândia	MS	-52,44	-18,77	01/01/2013	05/10/2018
1852011	PLANALTO	PLANALTO	PCH Planalto Montante 1	Aporé	GO	-52,41	-18,74	01/01/2013	28/03/2014
1852012	PLANALTO	PLANALTO	PCH Planalto Jusante	Aporé	GO	-52,36	-18,8	01/01/2013	28/03/2014
1852013	RETIRO VELHO	RETIRO VELHO	PCH Retiro Velho Jusante	Aporé	GO	-52,17	-18,83	01/11/2011	17/06/2015
1853004	ANA	CPRM	Costa Rica	Costa Rica	MS	-18,55	-53,14	01/01/1983	03/12/2019
1950009	RIO PARANÁ	RIO PARANÁ	UHE Ilha Solteira Fazenda Bálsamo	Lagoa Santa	GO	-51,13	-19,3	01/01/2001	12/02/2019
1950017	ANA	CPRM	Porto Alencastro	Iturama	MG	-19,66	-51	01/08/1995	14/10/2015
1951001	ANA	CPRM	Itajá	Itajá	GO	-19,14	-51,53	01/07/1972	02/06/2021
1951003	ANA	CPRM	Fazenda Pindorama	Paranaíba	MS	-19,39	-51,61	01/01/1983	12/04/2021

Código	Responsável	Operadora	Nome	Município	UF	Latitude	Longitude	Início do período pluviométrico	Última atualização
1951004	ANA	CPRM	Árvore Grande	Cassilândia	MS	-19,23	-51,88	01/01/1983	03/12/2019
1951005	ANA	CPRM	Inocência	Inocência	MS	-19,73	-51,93	01/01/1983	12/04/2021
1951009	CEMTEC-MS	CEMTEC-MS	Cassilândia	Cassilândia	MS	-51,8	-19,1	01/11/2006	05/01/2007
1951010	CPRM	CPRM	Viveiro Municipal	Iguatemi	MS	-51,93	-19,74	01/11/2015	12/09/2016
1951012	ANA	CPRM	Cassilândia	Cassilândia	MS	-51,72	-19,11	01/01/2008	16/05/2019
1952000	ANA	CPRM	Alto Sucuriu	Chapadão do Sul	MS	-52,56	-19,44	01/01/1983	12/04/2021
1952002	ANA	CPRM	Morangas	Inocência	MS	-19,55	-52,17	01/01/1983	12/04/2021
1952004	RIO SUCURIÚ	RIO SUCURIÚ	PCH Buriti Montante	Água Clara	MS	-52,69	-19,3	01/01/2007	26/03/2020
1952005	EEPP	EEPP	PCH Porto da Pedra Jusante	Água Clara	MS	-18,47	-52,53	01/01/2007	26/02/2013
1952008	RIO SUCURIÚ	RIO SUCURIÚ	PCH Buriti Córrego Fazendinha	Chapadão do Sul	MS	-52,67	-19,3	01/12/2012	22/11/2017
1952009	INDAIAZINHO	INDAIAZINHO	PCH Indaizainho Montante 2	Cassilândia	MS	-52,5	-19,07	01/06/2014	28/08/2014
1952010	INDAIAZINHO	INDAIA-ZINHO	PCH Indaizainho Montante 1	Cassilândia	MS	-52,38	-19,14	01/02/2012	28/08/2014
1952011	INDAIAZINHO	INDAIA-ZINHO	PCH Indaizainho Jusante	Cassilândia	MS	-52,35	-19,2	01/02/2012	28/08/2014
1952012	INDAIÁ GRANDE	INDAIÁ GRANDE	PCH Indaiá Grande Montante 2	Cassilândia	MS	-52,34	-19,21	01/06/2014	16/09/2014
1952013	INDAIÁ GRANDE	INDAIÁ GRANDE	PCH Indaiá Grande Montante 1	Cassilândia	MS	-52,37	-19,23	01/02/2012	16/09/2014
1952019	LAJEADO	LAJEADO	PCH Lajeado Barramento	Chapadão do Sul	MS	-52,53	-19,06	01/09/2016	17/03/2017
1952020	RIO ÁGUA CLARA	RIO ÁGUA CLARA	PCH Bandeirante Jusante	Chapadão do Sul	MS	-52,52	-19,53	01/09/2018	28/11/2018

Código	Responsável	Operadora	Nome	Município	UF	Latitude	Longitude	Início do período pluviométrico	Última atualização
1952021	AREADO	AREADO	PCH Aerado Jusante	Inocência	MS	-52,51	-19,55	01/09/2018	07/12/2018
1952022	AREADO	AREADO	PCH Aerado Montante	Chapadão do Sul	MS	-52,46	-19,44	01/09/2018	07/12/2018
1953004	ANA	CPRM	Porto de Pedras	Costa Rica	MS	-19,05	-53,02	01/03/1996	12/04/2021
2051046	ANA	CPRM	Aparecida do Taboado	Aparecida do Taboado	MS	-20,07	-51,1	01/01/1983	14/04/2021

Fonte: INMET E ANA (Hidroweb) organizado por MYR-HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 26 – Postos pluviométricos selecionados e utilizadas no estudo para interpolação IDW e geração de mapa de isoietas.

Código	Respon-sável	Operadora	Nome	Município	Bacia hidrográfica (na UGH)	Sub-bacia hidro-gráfica	UF	Altitude (m)	Coordenadas - UTM - Sirgas2000/22L	
									X	Y
A011	INMET	INMET	São Simão	São Simão	-	-	GO	492	538899	7902400
A512	INMET	INMET	Ituiutaba	Ituiutaba	-	-	MG	540	654727	7904009
A519	INMET	INMET	Campina Verde	Campina Verde	-	-	MG	559	655224	7838699
A729	INMET	INMET	Votuporanga	Votuporanga	-	-	SP	510	607423	7743865
A733	INMET	INMET	Jales	Jales	-	-	SP	460	542792	7769602
A704	INMET	INMET	Três Lagoas	Três Lagoas	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	MS	329	426051	7701986
A710	INMET	INMET	Paranaíba	Paranaíba	Santana	Santana	MS	408	481085	7821655
A730	INMET	INMET	Chapadão do Sul	Chapadão do Sul	Aporé	Alto Aporé	MS	821	331331	7920492
A742	INMET	INMET	Cassilândia	Cassilândia	Aporé	Baixo Aporé	MS	495	424272	7885731
A756	INMET	INMET	Água Clara	Água Clara	-	-	MS	324	303816	7738651
1852000	ANA	CPRM	Aporé	Aporé	Aporé	Médio Aporé	GO	533	402096	7902233

Código	Respon-sável	Operadora	Nome	Município	Bacia hidrográfica (na UGH)	Sub-bacia hidro-gráfica	UF	Altitude (m)	Coordenadas - UTM - Sirgas2000/22L	
									X	Y
1852002	ANA	CPRM	Indaiá Grande	Chapadão do Sul	-	-	MS	570	333678	7899532
1852003	ANA	CPRM	Cidade Chapadão Gaúcho	Chapadão do Sul	Aporé	Alto Aporé	MS	721	332327	7932727
1853004	ANA	CPRM	Costa Rica	Costa Rica	-	-	MS	635	274124	7947620
1950017	ANA	CPRM	Porto Alencastro	Iturama	-	-	MG	375	500000	7826142
1951001	ANA	CPRM	Itajá	Itajá	Aporé	Baixo Aporé	GO	436	444263	7883597
1951003	ANA	CPRM	Fazenda Pindorama	Paranaíba	Santana	Santana	MS	458	435947	7855905
1951004	ANA	CPRM	Árvore Grande	Cassilândia	Aporé	Médio Aporé	MS	734	407505	7873489
1951005	ANA	CPRM	Inocência	Inocência	-	-	MS	502	402549	7818129
1952000	ANA	CPRM	Alto Sucuriú	Chapadão do Sul	-		MS	370	336409	7849284
1952002	ANA	CPRM	Morangas	Inocência	-	-	MS	401	377261	7837895
1952005	EEPP	EEPP	PCH Porto da Pedra Jusante	Água Clara	-	-	MS	369	338449	7957130
1953004	ANA	CPRM	Porto de Pedras	Costa Rica	-	-	MS	465	287423	7892416
2051046	ANA	CPRM	Aparecida do Taboado	Aparecida do Taboado	-	-	MS	375	489544	7780769

Obs.: as estações com as bacias e sub-bacias não indicadas estão localizadas fora dos limites da UGH Santana-Aporé.

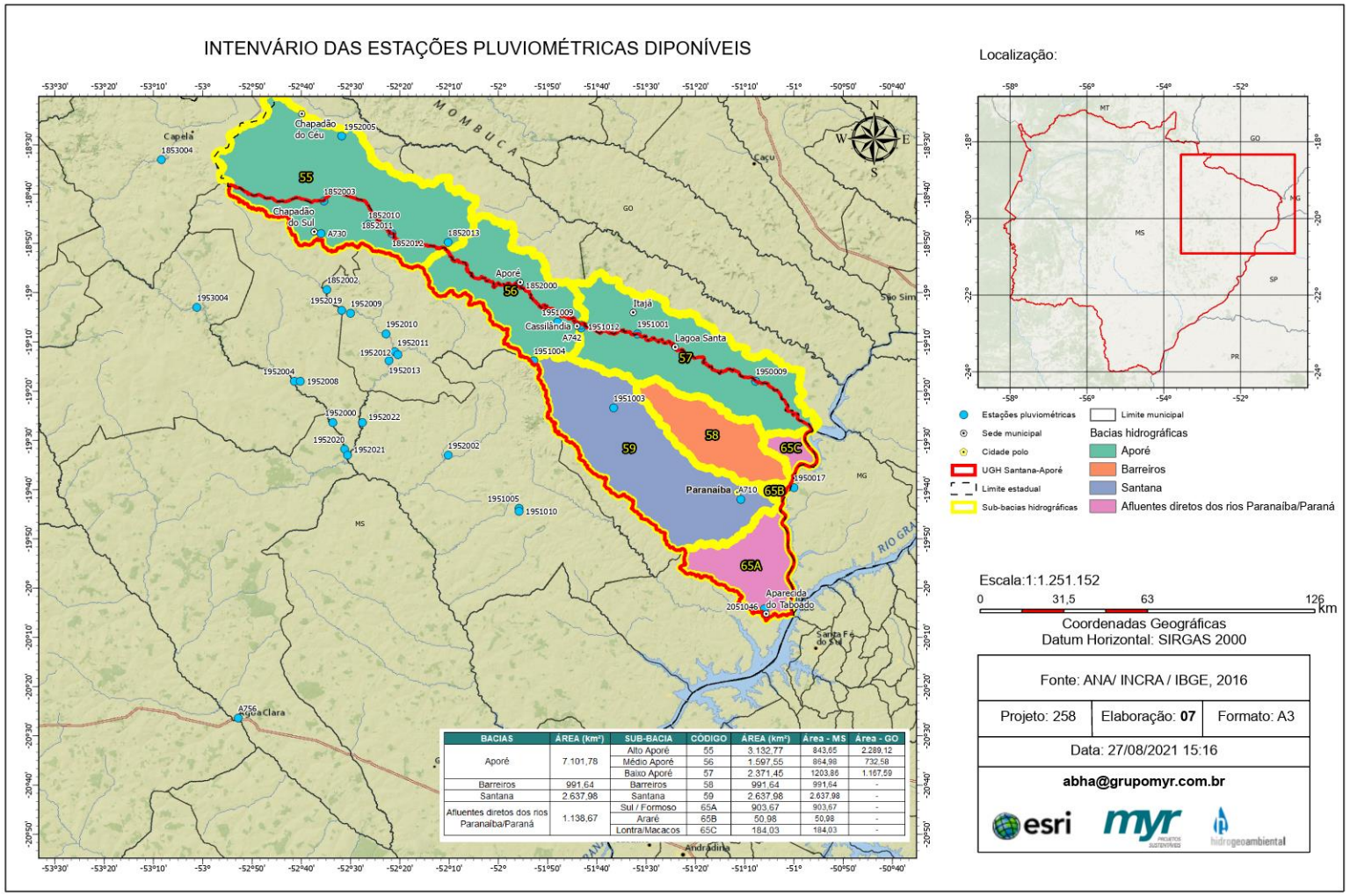
Fonte: INMET E ANA (Hidroweb) organizado por MYR-HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 27 - Estações utilizadas para a avaliação meteorológica da UGH Santana-Aporé.

Estações	Nome	Bacia hidro-gráfica (na UGH)	Sub-bacia hidrográfica	Parâmetros meteorológicos
A710	Paranaíba/MS	Santana	Santana	Precipitação(mm); temperatura (ºC); Umidade relativa do ar (%); Insolação (horas por mês); velocidade e direção dos ventos (m/s)
A742	Cassilândia	Aporé	Baixo Aporé	Precipitação(mm); temperatura (ºC); velocidade e direção dos ventos (m/s)
A730	Chapadão do Sul	Aporé	Alto Aporé	Precipitação(mm); temperatura (ºC); velocidade e direção dos ventos (m/s)

Fonte: INMET, organizado por MYR-HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

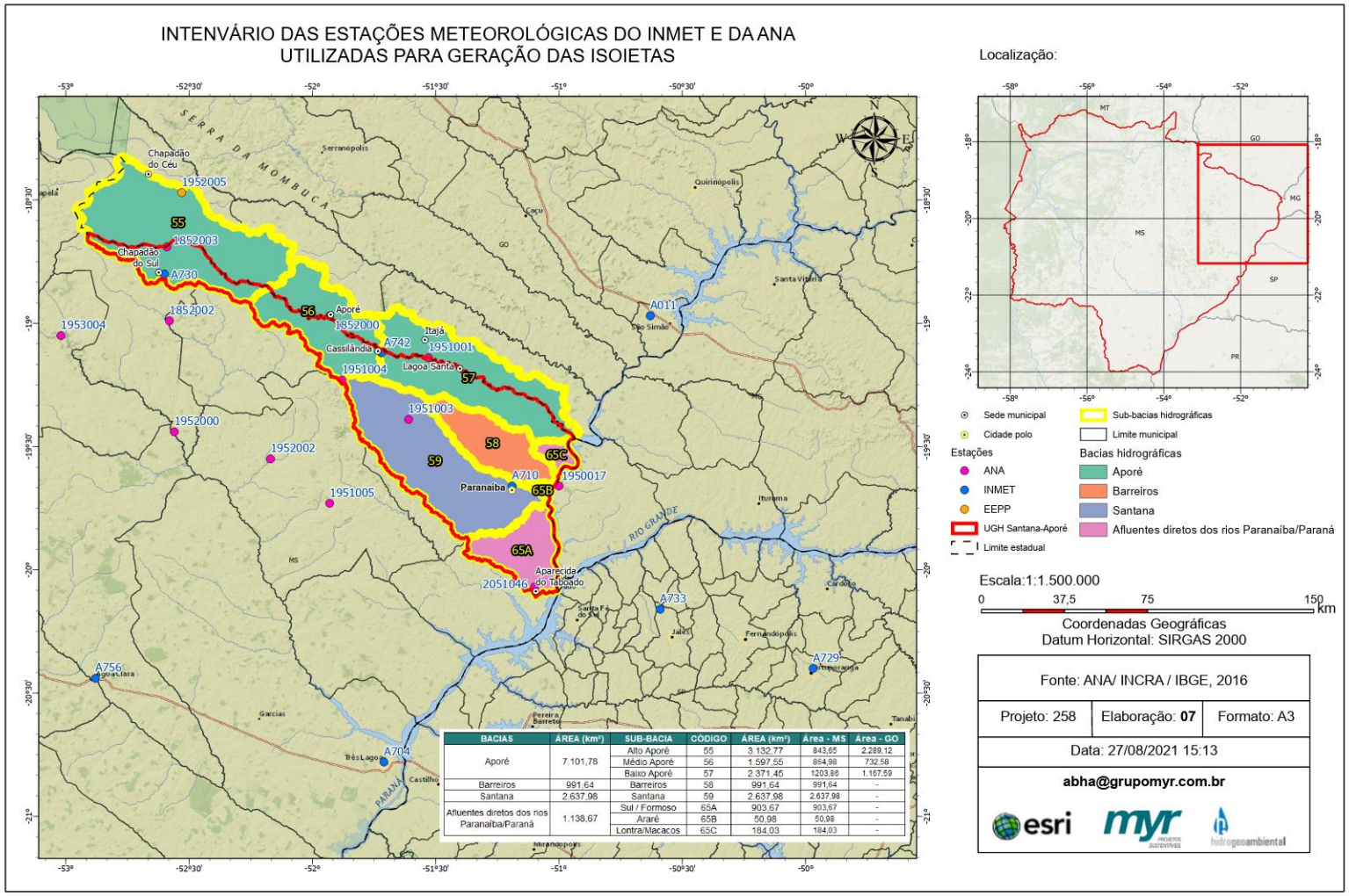
As Figura 93**,** Figura 94 **e** Figura 95 apresentam, respectivamente, os mapas com localização dos postos pluviométricos inventariados (todos); aqueles selecionados para o tratamento de dados (e confecção de mapas de isoietas); e as estações meteorológicas, a partir dos dados das Tabelas anteriores.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 93 - Localização das estações pluviométricas inventariadas.

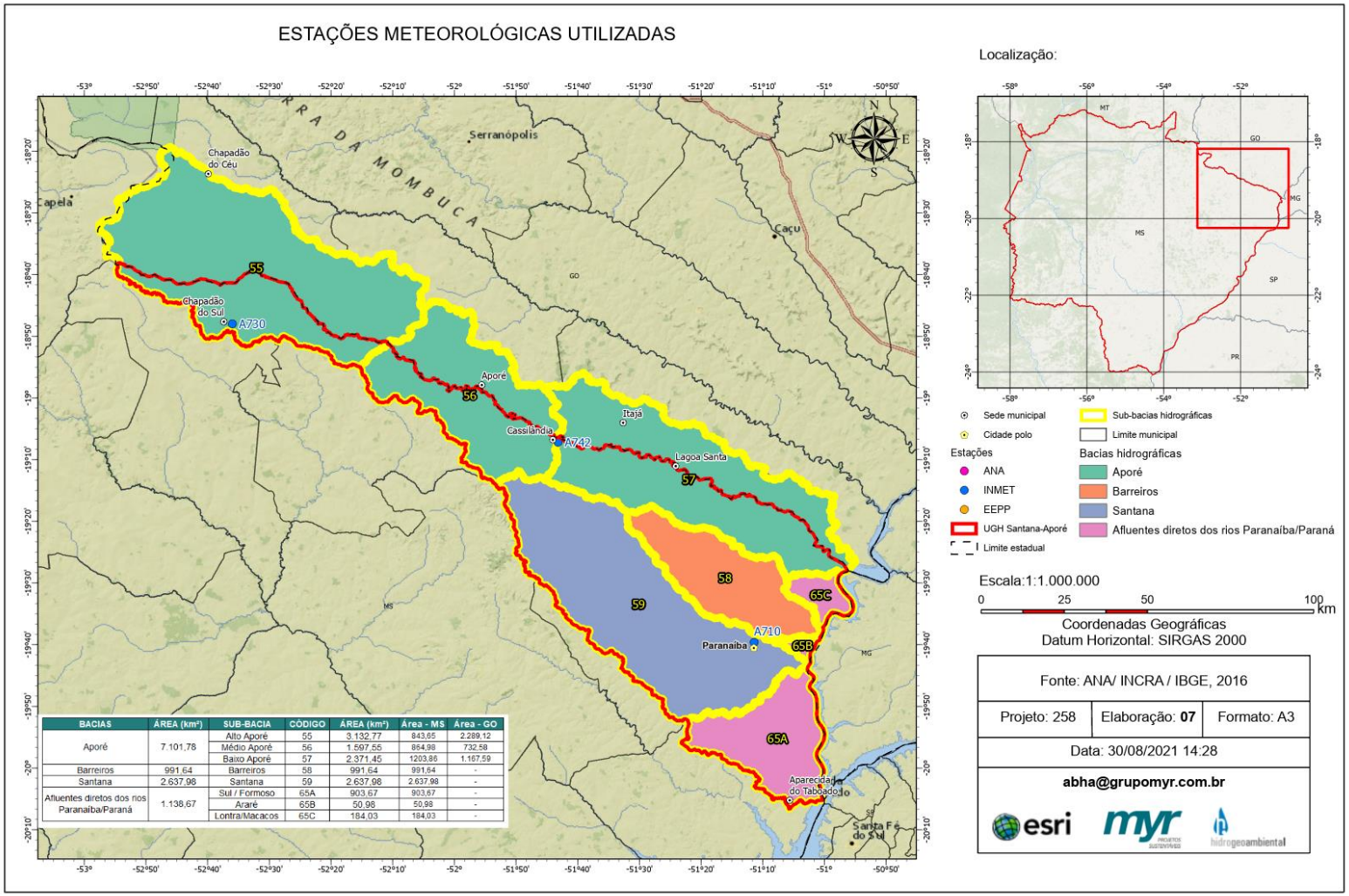
Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,46	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 94 - Localização das estações pluviométricas selecionadas para análise da pluviometria e confecção de mapa de isoietas.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 95 - Localização das estações meteorológicas utilizadas.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.6.1 Dinâmica da atmosfera regional

A dinâmica das massas e frentes de ar, dos ciclones e anticiclones móveis tem como objetivo interpretar a ocorrência de fenômenos e processos atmosféricos. Assim, a circulação geral da atmosfera pode ser definida por um conjunto de movimentos atmosféricos, que em escala planetária, definem as zonas climáticas e os tipos de tempo em determinadas localidades (NIMER, 1979).

Segundo Mendonça (2007) e Ferreira & Mello (2005), a circulação geral da atmosfera resulta do aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes, como também das características topográficas do globo. Toda esta dinâmica proporciona a circulação atmosférica e promove as trocas de energia entre zonas climáticas, que influenciam na movimentação dos ventos e caracterizam os diversos climas do Brasil e do mundo (LEITE, 2019).

De acordo com Mendonça (2007), na América do Sul a dinâmica atmosférica é controlada pelos sistemas equatoriais, tropicais e polares, causados pela sazonalidade de radiação, extensão territorial e latitudinal e ao afunilamento do continente a partir do aumento da latitude. Nota-se, entretanto, que há uma pequena quantidade de sistemas continentais e predominância de sistemas de origem oceânica, caracterizando as zonas climáticas do continente com considerável umidade.

No Brasil, o clima é comandado por cinco sistemas principais: o Sistema Equatorial Atlântico (SEa), que atua mais no norte e nordeste do pais, o Sistema Equatorial Continental (SEc) com atuação predominante no interior da Amazônia; o Sistema Tropical Atlântico (STa), mais atuante no Sul da região Nordeste e no Sudeste; o Sistema Tropical Continental (STc), atuante principalmente na região Centro-Oeste; e o Sistema Polar Atlântico (SPa), com maior atuação na região Sul. Além desses sistemas, os estados de tempo no Brasil são influenciados por dois anticiclones móveis, sendo eles: a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), originário do Atlântico Sul e o Anticiclone

Migratório Polar (AMP), originário do Sul da Patagônia Argentina (BORSATO, 2016) (Figura 96).

Num recorte mais específico sobre o clima regional, o Centro-Oeste encontra-se na confluência dos principais sistemas atmosféricos da América do Sul, possuindo mais de um tipo de regime pluviométrico (áreas com regime do tipo “Brasil Central” e outras com regime do tipo “Brasil Meridional”), sobretudo na região de inserção das bacias hidrográficas dos rios Santana e Aporé, observa-se a atuação dos seguintes Sistemas:

- ✓ Tropical Continental: quente e seco durante todo ano, mas com ênfase no período de verão;
- ✓ Equatorial Continental: quente e úmido, principalmente no verão e Tropical Atlântico Continentalizado;
- ✓ Polar Atlântico: ar frio, com maior atuação no inverno, além dos Sistemas Frontais.

De maneira geral, esta região é influenciada pela continentalidade, onde se forma uma grande área de baixa pressão, provocando a entrada de sistemas úmidos advindos do norte, aumentando a precipitação no verão, e sistemas frios e secos advindos do sul, causando a estiagem de inverno.

Por fim, são comentados os fenômenos da El Nino e La Niña. O termo “El Niño” foi primeiramente usado por pescadores peruanos para caracterizar o aquecimento das águas costeiras na época próxima ao natal. O termo El Niño Southern Oscillation (ENSO) genericamente se associa a oscilações interanuais (em intervalos variáveis, de cerca de 2 a 7 anos, com média de 3 a 4 anos), no sistema oceano-atmosfera das porções central/centro-leste do Oceano Pacífico, gerando alterações nos padrões normais de temperatura da superfície do mar (TSM) e dos ventos alísios. É verificado através de índices como o Índice de Oscilação Sul (IOS) ou Southern Oscillation Index, o qual é a diferença normalizada entre a pressão atmosférica medida no Tahiti (Polinésia Francesa) e em Darwin (Austrália). Os termos “El Niño” e “La Niña” se correlacionam a aquecimento e esfriamento da superficial das águas, respectivamente. Esses fenômenos geram mudanças no tempo e no clima de diversas partes do planeta,

com consequentes variações na distribuição das chuvas e temperatura, inclusive na América do Sul. No Centro-Oeste do Brasil, “El Niño” costuma gerar chuvas acima da média e aumento da temperatura no sul do MS; “La Niña”, anos mais secos (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA & MONTICELLI, 2018; NSW, 2021).

Segundo NSW (2021), entre os últimos anos, aqueles de ocorrência de El Niño foram: 1997-1998 (intensidade muito forte), 2002-2003 (moderada), 2004-2005 (fraca), 2006-2007 (fraca a moderada), 2009-2010 (forte), 2015-2016 (muito forte) e 2018-2019 (fraca). La Niña, nos últimos anos, se manifestou em: intensidade fraca - 2000-2001, 2005-2006, 2008-2009, 2016-2017 e 2017-2018; moderada - 2011-2012, 2020-2021; e forte: 1998-1999, 1999-2000, 2007-2008, 2010-2011. O gráfico da Figura 97 mostra o índice Niño Oceânico (OIN - Oceanic Niño Index), o qual está baseado na média da temperatura da superfície do mar (os termos fraco, moderado, forte e muito fortes são usados para variações, positivas ou negativas de 0,5 em 0,5°C, isto é, respectivamente, +0,5°C, +1°C, +1,5°C e +2°C).

Sobre a temática de mudanças climáticas, cabe observar que o planeta sempre apresentou mudanças em sua evolução natural desde sua atmosfera primitiva até a atual, acompanhadas de mudanças na litosfera e hidrosfera, com orogênse e erupções vulcânicas no tempo geológico.

Além dos processos telúricos como as alterações dos continentes e oceanos, com os mecanismos terrestres da tectônica de placas, o clima é influenciado por movimentos orbitais da Terra, cíclicos, conhecidos como Ciclos de Milankovitch (SALGADO-LABORIAU, 1994) e mudanças periódicas de radiação solar e sua distribuição espectral (ciclos solares). Além disso, grandes erupções vulcânicas podem resfriar a Terra devido à injeção de poeiras e finas partículas na estratosfera, influenciando a radiação solar incidente por até um ano e dois após serem lançados (OLIVEIRA & MONTICELLI, 2018).

Durante o Quaternário, os processos naturais foram os responsáveis por uma série de ciclos glaciais, e oscilações, quando a Terra apresentou períodos de aquecimento e resfriamento. Entretanto, estas mudanças levaram milhares ou até milhões de anos e não conseguem explicar o aquecimento observado neste

último século. De fato, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), órgão do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e da Organização Meteorológica Mundial, criada em 1988, em seu 5° e último relatório, de novembro de 2014, aponta que o aumento da temperatura média da Terra é inequívoco (Figura 98) e que são claras as influências das causas humanas nesse aumento, destacando o aumento das emissões dos gases de efeito estufa como os maiores da história (Figura 99).

Na época pré-industrial, a concentração de CO_2 na atmosfera era aproximadamente 280 ppm. Em 2008, esta concentração foi de 385 ppm, 30% a mais. Esta concentração de CO_2 observada hoje é a mais alta concentração dos últimos 800.000 anos. Em termos planetários, a queima de combustíveis fósseis é a maior fonte de CO_2, mas ele também pode vir do desmatamento, queimadas e agricultura, além de emanações de metano. Embora o aumento verificado de 0,6 a 0,9°C no último século não pareça significativo, vale lembrar que esta é uma média global. Também vale salientar que o aquecimento é maior sobre a superfície terrestre que sobre os oceanos, assim como é maior em altas latitudes do que nos trópicos. O relatório do IPCC complementa afirmando que a atmosfera e o oceano sofreram aquecimento, que os volumes totais de gelo e neve diminuíram e que o nível do mar subiu.

Além disso, houve aumento da frequência dos eventos extremos, observados a partir de 1950, como as intensas precipitações pluviométricas, intercalados com períodos de estiagem. Em decorrência, os ecossistemas têm sofrido alterações importantes, com aumento de situações de risco ou intensidade dos processos de dinâmica superficial, erosões, escorregamentos, inundações e alagamentos - OLIVEIRA & MONTICELLI (2018).

.

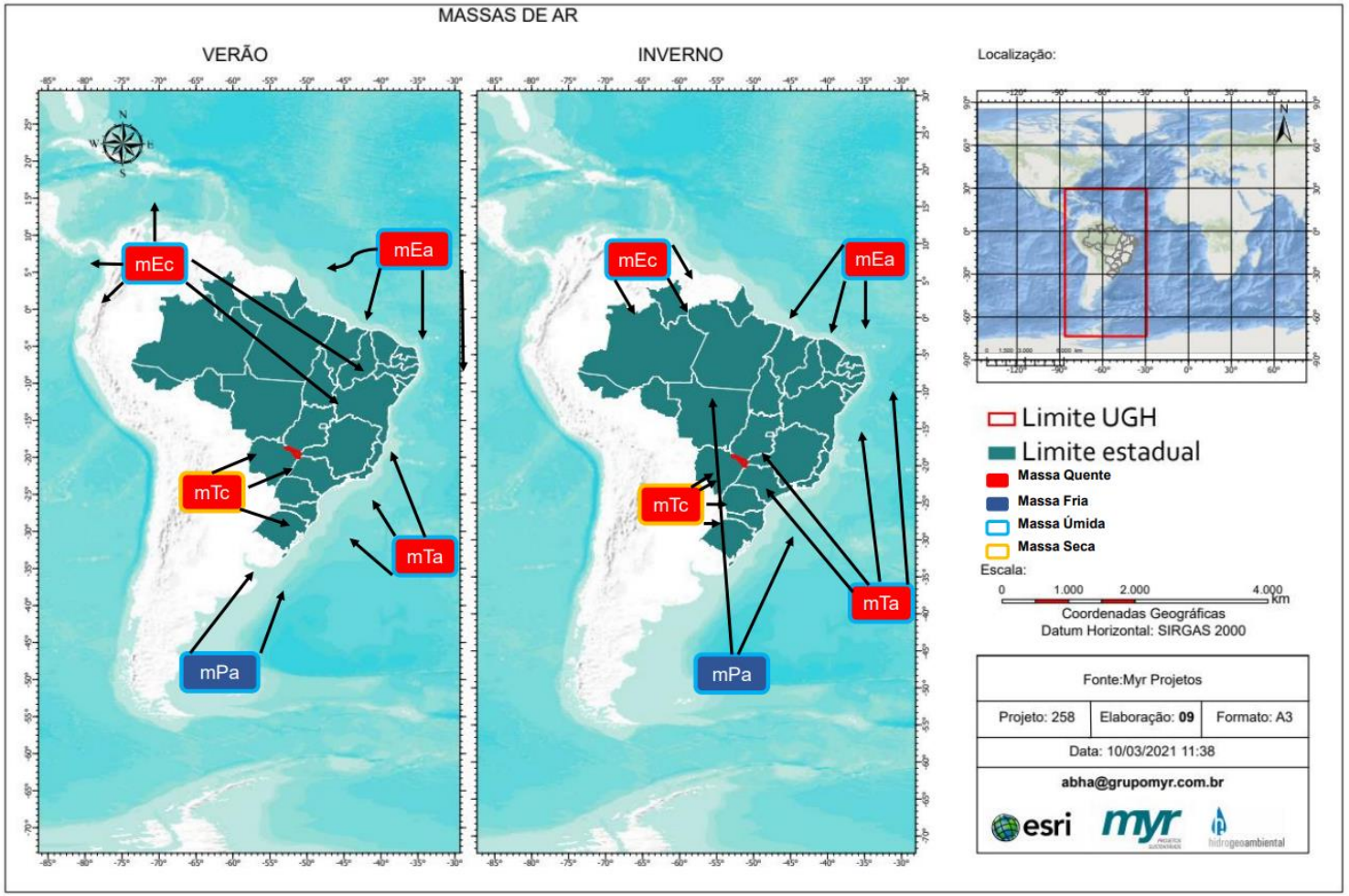


Figura 96 - Massas de ar atuantes na região onde se inserem bacias hidrográficas dos rios Santana e Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

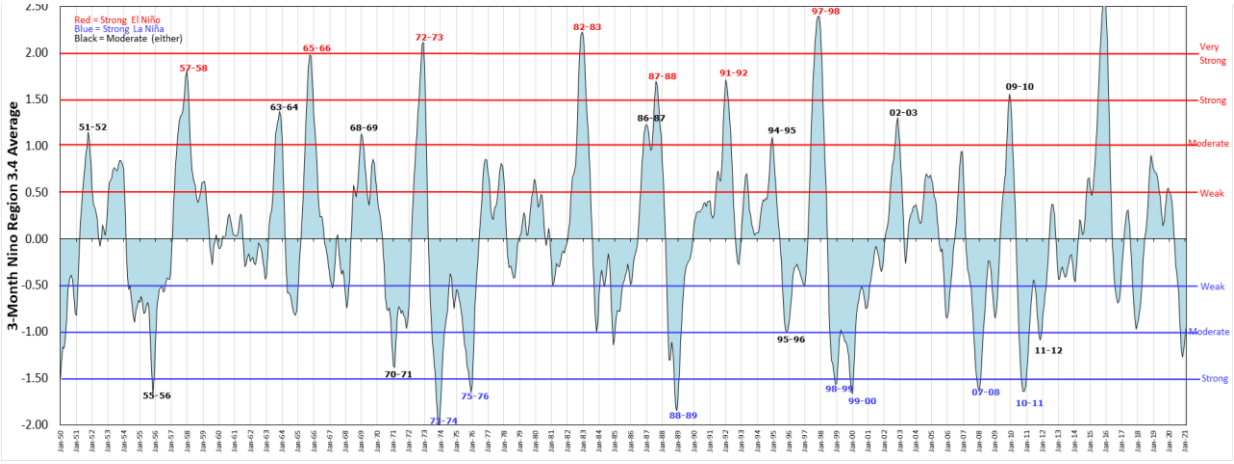


Figura 97- Índice Niño Oceânico (ONI - Oceanic Niño Index).

Fonte: NSW (2021).

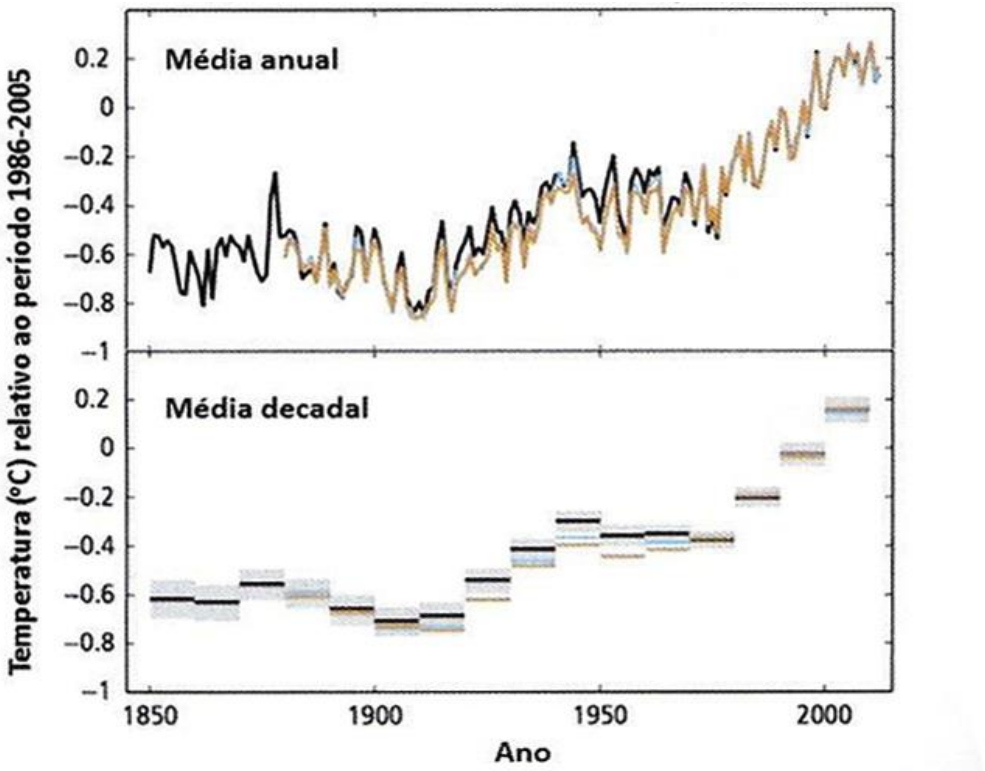


Figura 98- Anomalia da temperatura média observada global combinando continente e oceano, com uma estimativa da incerteza dos dados observados

Fonte: adaptado de PACHAURI & MEYER (2014) por OLIVEIRA & MONTICELLI (2018).

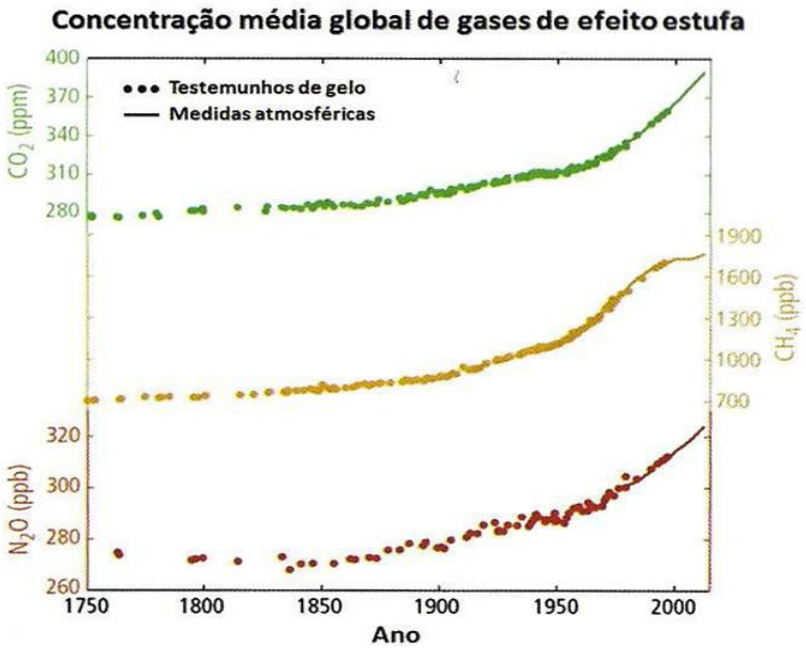


Figura 99 - Mudanças observadas nas concentrações dos gases de efeito estufa dióxido de carbono (CO_2, verde), metano (CH_4, laranja) e óxido nitroso (N_2O, vermelho). Dados obtidos de testemunhos de gelo (símbolos) e medidas atmosféricas diretas (linhas)

Fonte: adaptado de PACHAURI & MEYER (2014) por OLIVEIRA & MONTICELLI (2018).

4.2.6.2 Caracterização climática regional

Observa-se que a região onde se localiza as bacias hidrográficas dos rios Santana e Aporé está dividida em dois tipos climáticos, caracterizados por Köppen (Figura 95):

- Am, definido como clima tropical de monção, caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio superior a 18 ºC e estação seca de pequena duração;
- Aw, clima tropical de savana, apresenta estação chuvosa no verão (novembro a abril) e estação seca no inverno (maio a outubro), com temperatura média do mês mais frio superior a 18 ºC e precipitação do mês mais seco menor que 60 mm (SOARES *et al.,* 2015).

Segundo a classificação de Thornthwaite, a UGH Santana–Aporé tem clima úmido mesotérmico.

Pode-se observar que, os principais parâmetros semelhantes entre os tipos climáticos dizem respeito à distribuição das chuvas sazonalmente, ou seja, diferença de duas estações: uma chuvosa, que vai de outubro a março; outra seca, que vai de abril a setembro. Os totais acumulados, bem como os valores de precipitações no período seco e chuvoso podem ser observados na Tabela 28, para os postos pluviométricos selecionados.

As precipitações são em geral maiores no setor noroeste (Cassilândia e Chapadão do Sul, e relativamente menos expressivas na parte sudeste (Aparecida do Taboado e Paranaíba).

As Fotos das Figura 100 e Figura 101 mostram exemplos de eventos chuvosos na área com relevo acidentado situada entre Paranaíba e Cassilândia (limites das sub-bacias do Médio/Baixo Aporé e alto curso do rio Santana).

Figura 100 – Dia chuvoso na "Serra" de Cassilândia – vista durante trabalho de campo efetuado no em fev./2021.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 101- Dia chuvoso na "Serra" de Cassilândia – vista durante trabalho de campo efetuado no em fev./2021.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A interpolação de dados pluviométricos para análise da distribuição da precipitação, que será mostrado em seguida, mostra uma predominância de isoietas com precipitações que variam de 1.200 a 1.700mm para a UGH

Santana-Aporé e arredores. Esses dados, apesar de terem fontes e períodos de avaliação diferentes, corroboram com as isoietas produzidas pelo Atlas Pluviométrico Brasileiro (1977 – 2006) (CPRM, 2006) - Figura 102.

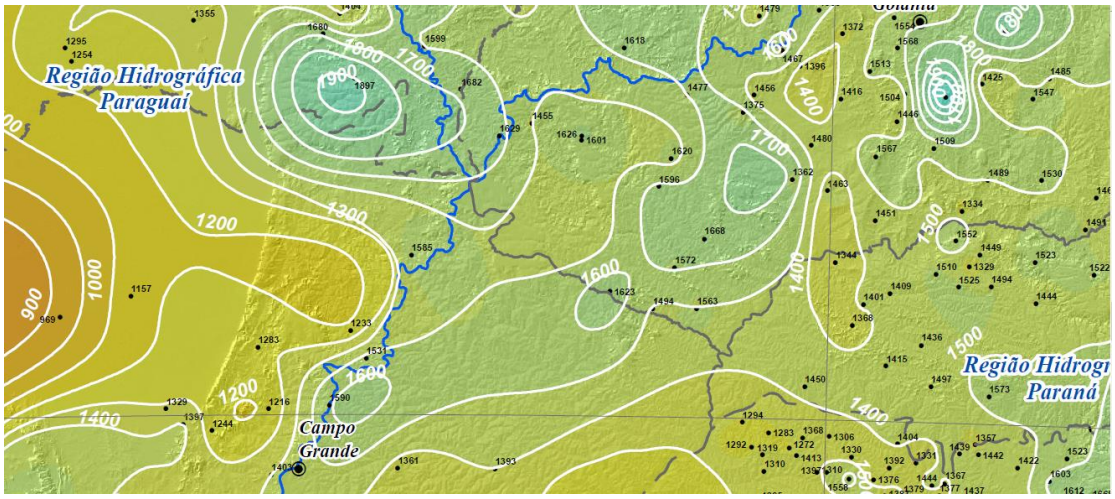


Figura 102 - Isoietas da série histórica de 1977 a 2006

Fonte: CPRM (2006).

A seguir são apresentados os dados tratados, como: Tabela com postos pluviométricos selecionados e valores considerados; mapa de tipos climáticos; e mapa de isoietas.

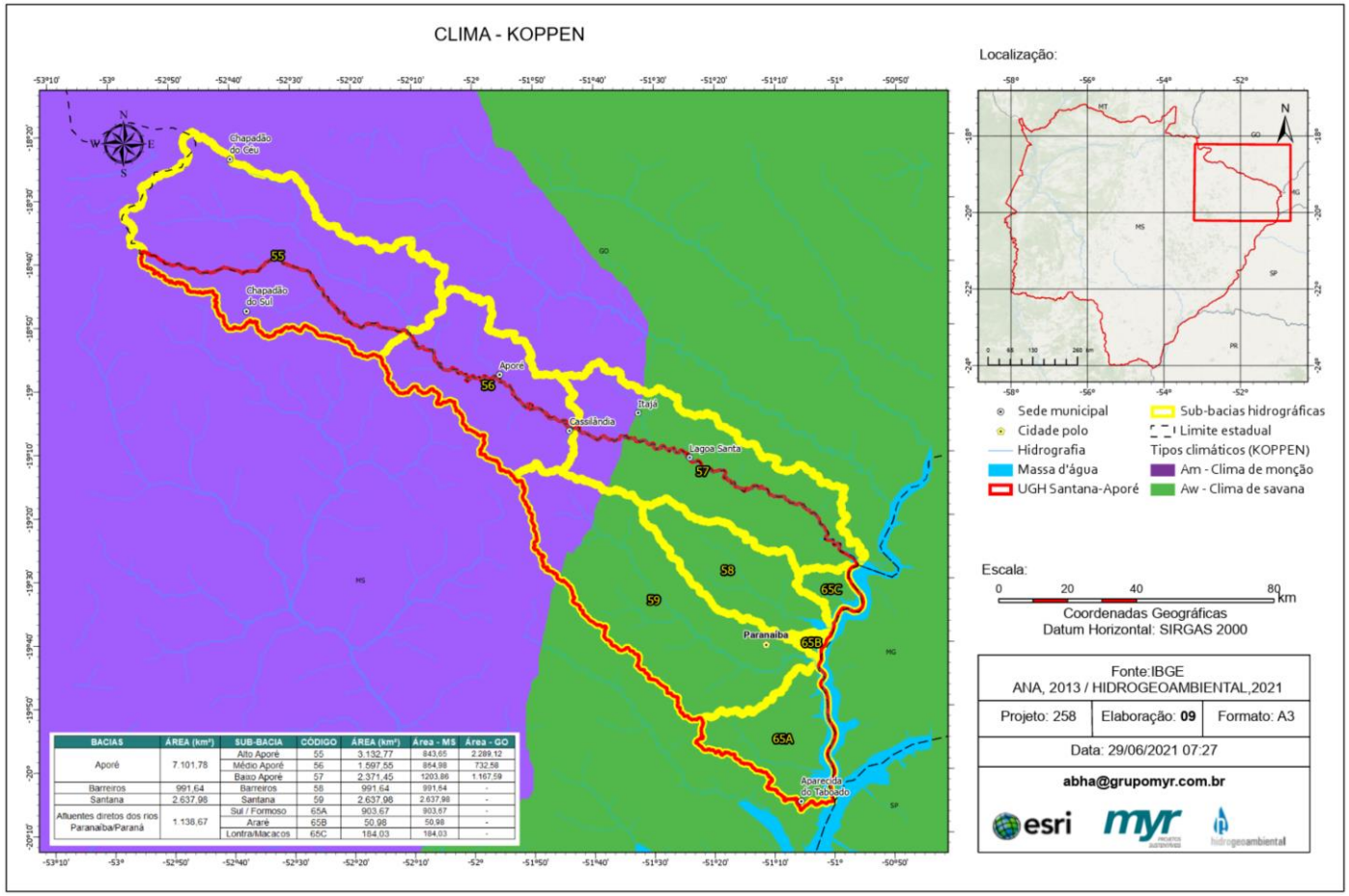
Tabela 28 - Valores de precipitação nos últimos 10 anos (2011 -2019) considerando o total acumulado, período seco e chuvoso, nas estações meteorológicas avaliadas neste estudo.

Fonte: INMET E ANA (Hidroweb), 2021.

Código	Responsável	Operadora	Nome	Município	Bacia hidrográfica	Sub-bacia hidrográfica	Local	Altitude (m)	UTM - Sirgas2000/22L		Período de Dados	Total acumulado	Total acumulado no período seco	Total acumulado no período chuvoso
									X	Y				
A011	INMET	INMET	São Simão	São Simão	-	-	GO	492	538899	7902400	2006-2019	1141.3	178.6	962.8
A512	INMET	INMET	Ituiutaba	Ituiutaba	-	-	MG	540	654727	7904009	2006-2019	1272.7	190.4	1082.4
A519	INMET	INMET	Campina Verde	Campina Verde	-	-	MG	559	655224	7838699	2006-2019	1392.6	246.7	1145.8
A729	INMET	INMET	Votuporanga	Votuporanga	-	-	SP	510	607423	7743865	2006-2019	1414.8	259.7	1155.1
A733	INMET	INMET	Jales	Jales	-	-	SP	460	542792	7769602	2007-2019	1375.3	262.4	1112.9
A704	INMET	INMET	Três Lagoas	Três Lagoas	Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	MS	329	426051	7701986	2001-2019	1244.5	288.9	955.5
A710	INMET	INMET	Paranaíba	Paranaíba	Santana	Santana	MS	408	481085	7821655	2006-2019	1006.6	233.4	773.2
A730	INMET	INMET	Chapadão do Sul	Chapadão do Sul	Aporé	Alto Aporé	MS	821	331331	7920492	2006-2019	1196.3	290.6	905.7
A742	INMET	INMET	Cassilândia	Cassilândia	Aporé	Baixo Aporé	MS	495	424272	7885731	2008-2019	1361.6	253.3	1108.3
A756	INMET	INMET	Água Clara	Água Clara	-	-	MS	324	303816	7738651	2010-2019	1222.5	374.7	847.8
1852000	ANA	CPRM	Aporé	Aporé	Aporé	Médio Aporé	GO	533	402096	7902233	1972-2019	1623.3	313.2	1310.1
1852002	ANA	CPRM	Indaiá Grande	Chapadão do Sul	-	-	MS	570	333678	7899532	1983-2019	1706.9	324.3	1382.7
1852003	ANA	CPRM	Cidade Chapadão Gaúcho	Chapadão do Sul	Aporé	Alto Aporé	MS	721	332327	7932727	1982-2019	1588.9	272.2	1316.7
1853004	ANA	CPRM	Costa Rica	Costa Rica	-	-	MS	635	274124	7947620	1983-2019	1959.6	403.2	1556.4
1950017	ANA	CPRM	Porto Alencastro	Iturama	-	-	MG	375	500000	7826142	1995-2019	1130.3	247.4	882.9

Página: 222 / 667

1951001	ANA	CPRM	Itajá	Itajá	Aporé	Baixo Aporé	GO	436	444263	7883597	1972-2019	1422.0	278.5	1143.5
1951003	ANA	CPRM	Fazenda Pindorama	Paranaíba	Santana	Santana	MS	458	435947	7855905	1983-2019	1304.3	243.0	1061.3
1951004	ANA	CPRM	Árvore Grande	Cassilândia	Aporé	Médio Aporé	MS	734	407505	7873489	1983-2019	1373.6	270.6	1103.0
1951005	ANA	CPRM	Inocência	Inocência	-	-	MS	502	402549	7818129	1983-2019	1448.0	335.3	1112.6
1952000	ANA	CPRM	Alto Sucuriu	Chapadão do Sul	-		MS	370	336409	7849284	1983-2019	1342.4	269.8	1072.6
1952002	ANA	CPRM	Morangas	Inocência	-	-	MS	401	377261	7837895	1982-2019	1424.3	304.3	1120.0
1952005	EEPP	EEPP	PCH Porto da Pedra Jusante	Água Clara	-	-	MS	369	338449	7957130	2007-2019	1470.9	227.5	1243.4
1953004	ANA	CPRM	Porto de Pedras	Costa Rica	-	-	MS	465	287423	7892416	1996-2019	1634.2	350.0	1284.2
2051046	ANA	CPRM	Aparecida do Taboado	Aparecida do Taboado	-	-	MS	375	489544	7780769	1982-2019	1313.5	251.2	1062.3

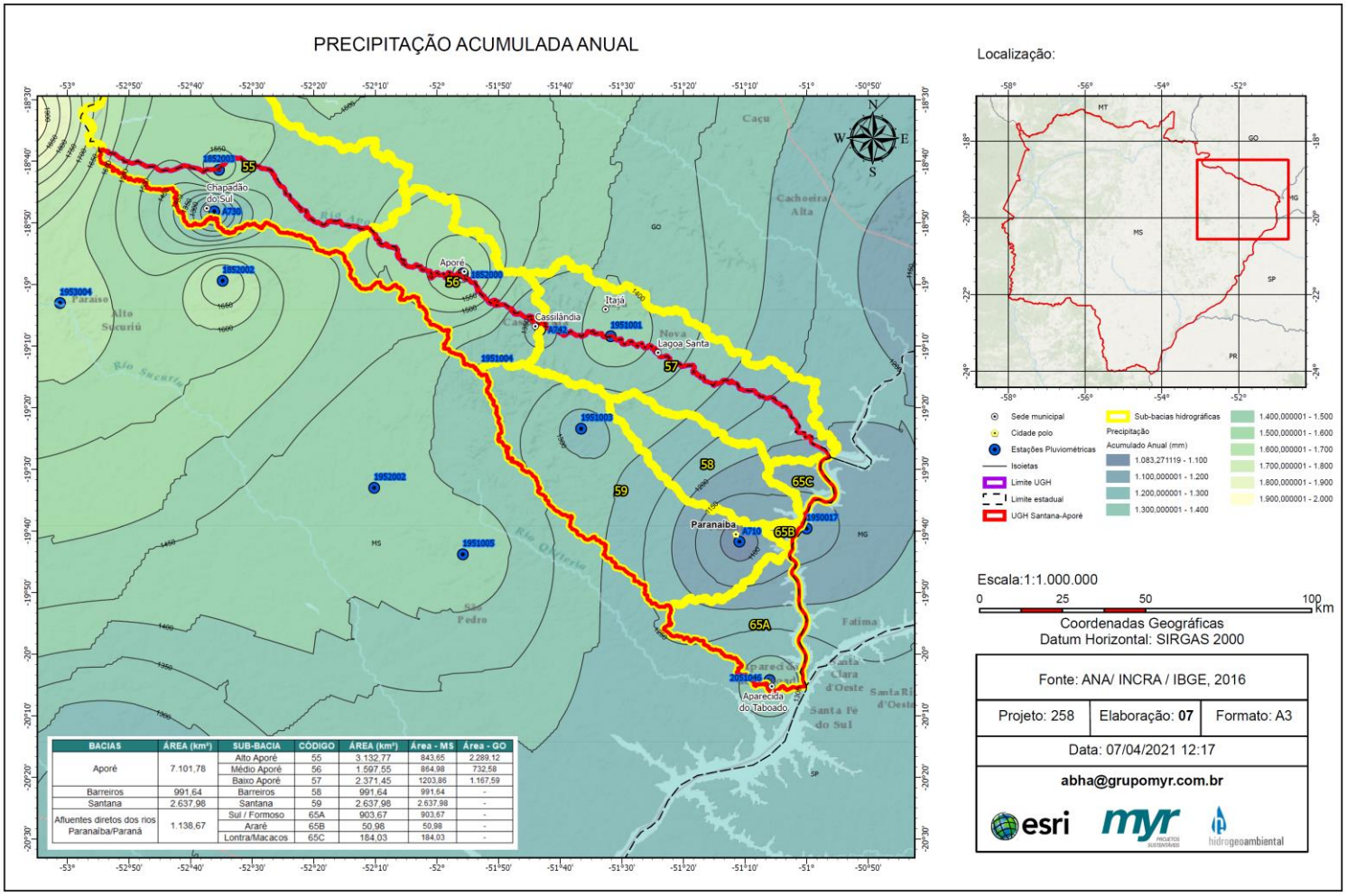


BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 103 - Tipos climáticos de Koppen na região de inserção das bacias dos rios Santana e Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Página: 224 / 667



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 104 - Distribuição da precipitação acumulada nos últimos 10 anos através da interpolação IDW.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.2.6.3 Precipitação e temperatura

Para análise de temperatura e precipitação foram confeccionados climogramas (gráficos termopluviométricos) que permitem avaliar a sazonalidade climática de determinada região.

Os dados climatológicos para que sejam considerados como “Normais Climatológicas”, devem se referir a períodos padronizados de trinta anos. De maneira geral, os dados do clima têm maior utilidade quando comparados com valores padrões ou normais. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) publicou normais climatológicas para todo o Brasil de 1981 a 2010, sendo que a única estação disponível inserida no contexto da UGH Santana–Aporé foi a estação 83565 de Paranaíba/MS. Para os demais municípios com dados (Chapadão do Sul e Cassilândia), foram considerados os períodos disponíveis (2008-19).

Chapadão do Sul:

A Figura 105 apresenta o gráfico termopluviométrico para o município de Chapadão do Sul/MS. Considerando o período avaliado, a média anual de chuvas é de 1.196,3mm, sendo março o mês mais chuvoso (182,3mm), e agosto o menos chuvoso (5,3 mm).

A temperatura média anual foi de 22,8°C. Nota-se pequena amplitude térmica média (4,0 ºC), com máxima de 24,3 ºC em outubro e mínima de 20,3ºC em junho.

É possível identificar duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa. Aproximadamente 75% das chuvas anuais se concentram entre os meses de outubro a março, com médias mensais superiores a 150mm. Por sua vez, o período de estiagem ocorre entre os meses de abril a setembro, com vários meses com médias mensais de chuvas abaixo de 50mm.

Tem-se a velocidade do vento com média de 1,88m/s, sendo cerca de 21,96% como calmaria (Beaufort) e direção predominante para noroeste (NW) e sudoeste (SW) (Figura 106).

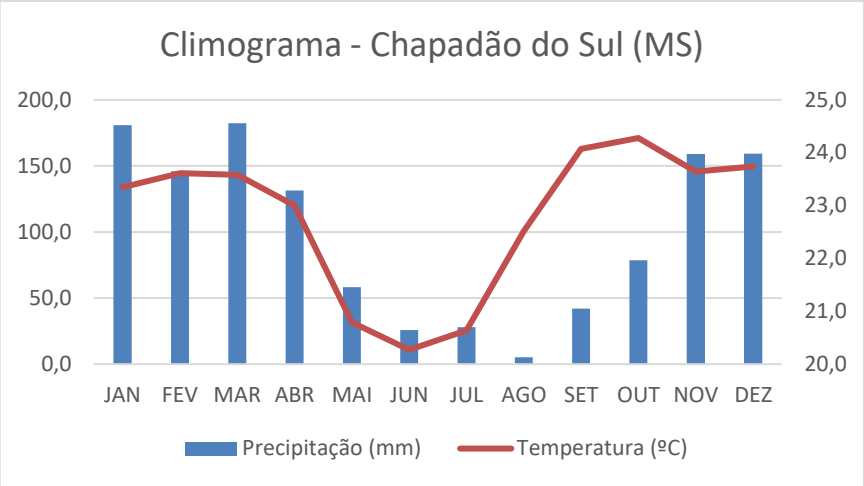


Figura 105 - Climograma de Chapadão do Sul.

Fonte: INMET, 2021.

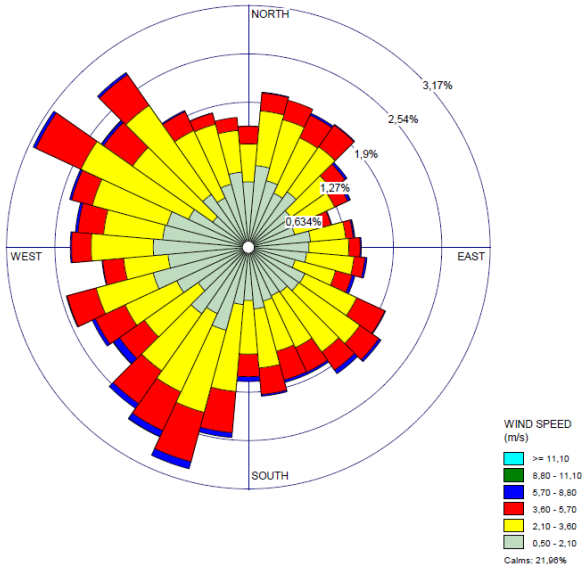


Figura 106 - Rosa dos ventos para estação de Chapadão do Sul.

Fonte: INMET, 2021.

Cassilândia:

A Figura 107 apresenta o gráfico termopluviométrico para o município de Cassilândia/MS. Considerando o período avaliado, a média anual de chuvas é de 1.361,6mm, sendo novembro o mês mais chuvoso (244,1mm) e agosto o menos chuvoso (13,0 mm).

A temperatura média anual é de 24,4°C. Observa-se pequena amplitude térmica média (5,6ºC), sendo que a máxima é atingida em outubro (26,5ºC); e a mínima, em julho (20,9ºC).

É possível observar duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa. Mais de 80% das chuvas anuais se concentram entre os meses de outubro a março, com médias mensais superiores a 180mm. Por sua vez, o período de estiagem ocorre entre os meses de abril a setembro, quando várias médias mensais de chuvas ficam abaixo de 50 mm.

Tem-se a velocidade do vento com média de 1,74m/s, cerca de 21,12% como calmaria (Beaufort) e direção predominante para sudoeste (SW) e noroeste (NW) (Figura 108).

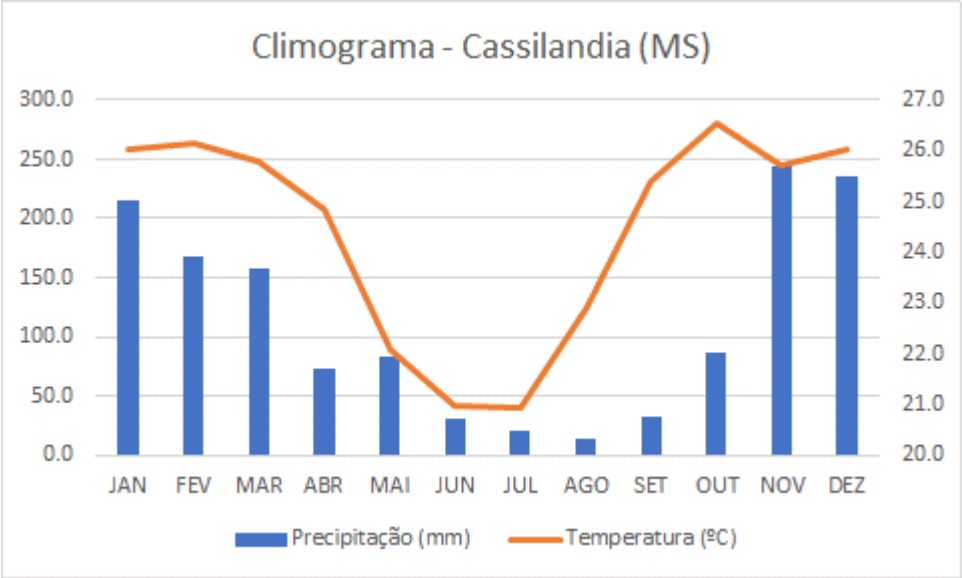


Figura 107 - Climograma para Cassilândia/MS.

Fonte: INMET, 2021.

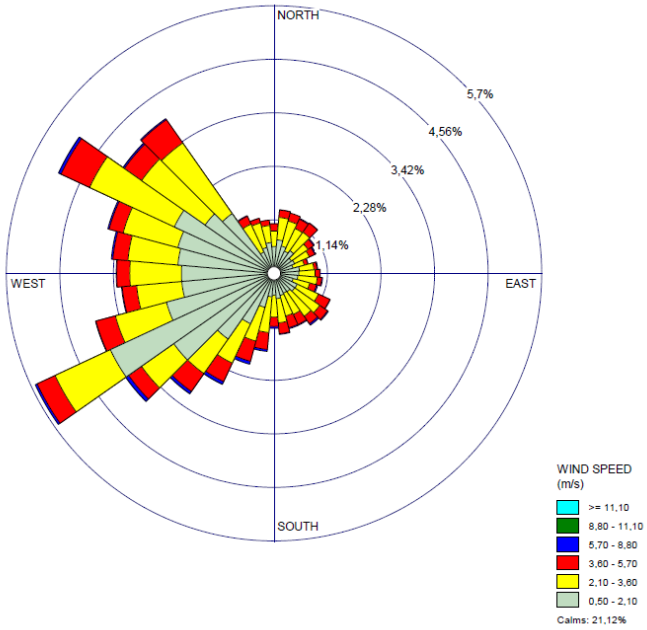


Figura 108 - Rosa dos ventos para estação de Cassilândia/MS.

Fonte: INMET, 2021.

Paranaíba/MS:

A Figura 109 apresenta o gráfico termopluviométrico para o município de Paranaíba/MS. Considerando o período avaliado, a média anual de chuvas é de 1.388,3mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (288,5mm) e agosto o menos chuvoso (13,4mm).

A temperatura média anual é de 24,3°C. Observa-se pequena amplitude térmica média (6,2ºC), onde a máxima atingida é de 26,4ºC (outubro); e a mínima, de 20,2ºC (junho).

É possível verificar duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa. Aproximadamente 83% das chuvas anuais se concentram entre os meses de outubro a março, com médias mensais superiores a 190mm. Por sua vez, o período de estiagem ocorre entre os meses de abril a setembro, quando vários meses apresentam médias mensais de chuvas inferiores a 50-60mm.

Tem-se a velocidade do vento com média de 1,53m/s, cerca de 32,2% como calmaria (Beaufort) e direção predominante para nordeste (NE) e sudeste (SE).

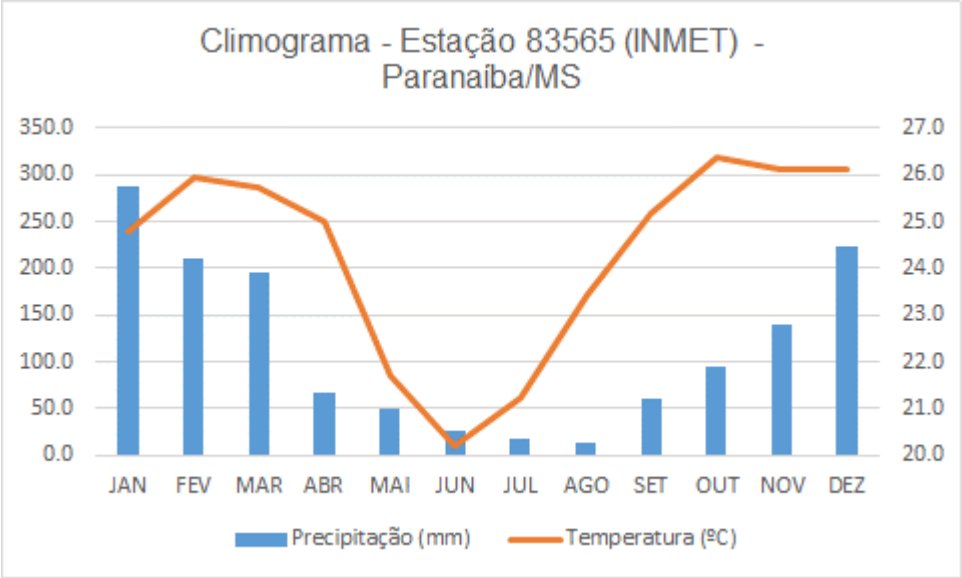


Figura 109 - Climograma para Paranaíba/MS.

Fonte: INMET, 2021.

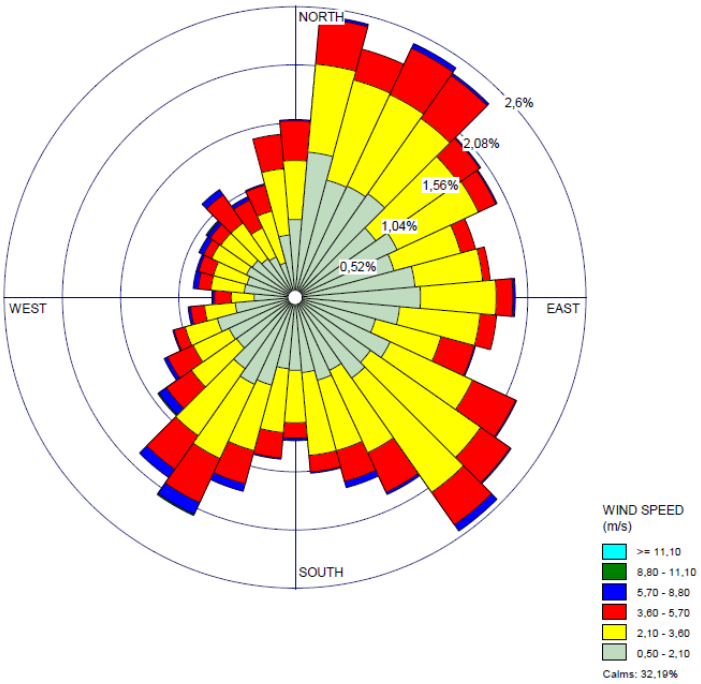


Figura 110 - Rosa dos ventos para estação de Paranaíba/MS.

Fonte: INMET, 2021.

4.2.6.4 Temperaturas mínima/máxima, Umidade relativa do ar e insolação

A seguir, é apresentado gráfico com temperaturas mínima e máxima em Paranaíba, considerando-se a Normal climatológica 1981-2010. As temperaturas mínimas variam de 14,4ºC (julho) a 21,6 ºC (janeiro e fevereiro). As temperaturas máximas variam de 28,2 ºC (junho) a 32,8 ºC (outubro).

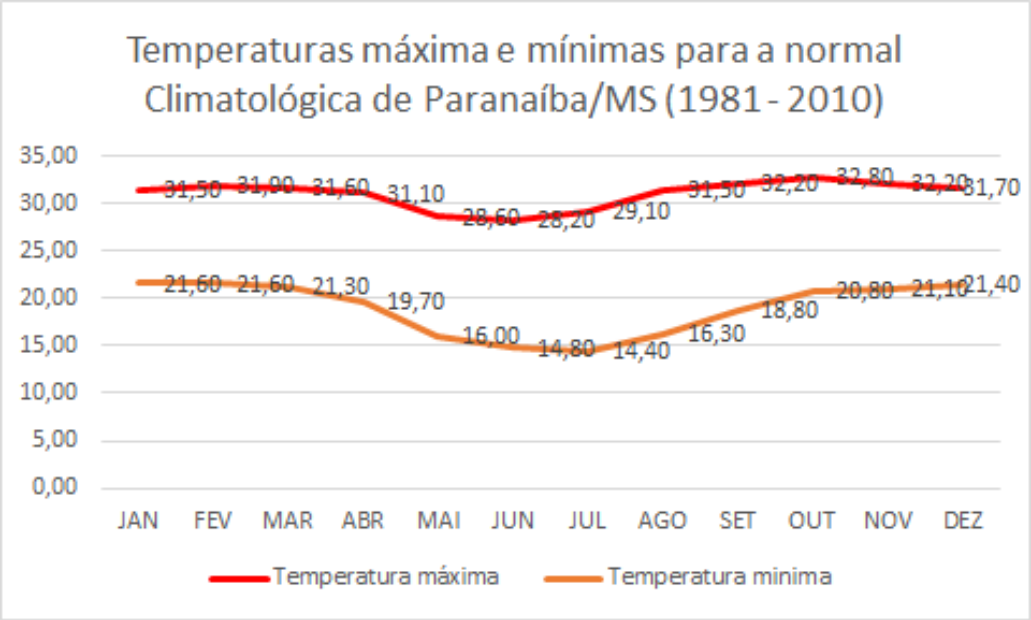


Figura 111 - Temperaturas máxima e mínimas para a estação 83565 em Paranaíba/MS, no período da normal climatológica de 1981 a 2010.

Fonte: INMET, 2021.

Quanto à umidade relativa do ar (UR), sabe-se que esta guarda uma relação de dependência com a temperatura do ar e com o regime pluviométrico, além dos processos de aquecimento ou resfriamento do ar e do transporte horizontal de vapor d'água (BARROS *et al*., 2012). Para a estação de Paranaíba/MS, no período da normal climatológica de 1981 a 2010, o valor anual é de 66,6%, sendo o mês mais úmido é janeiro, com 77,6%; e o mês mais seco, agosto, com 51,0% (Figura 112).

Sobre a insolação, o total anual médio é de 2.662,9h. O mês com maior insolação é agosto (255,0h) e o com menor, janeiro (191,3h), considerando-se a normal climatológica de 1981 a 2010 (Figura 113).

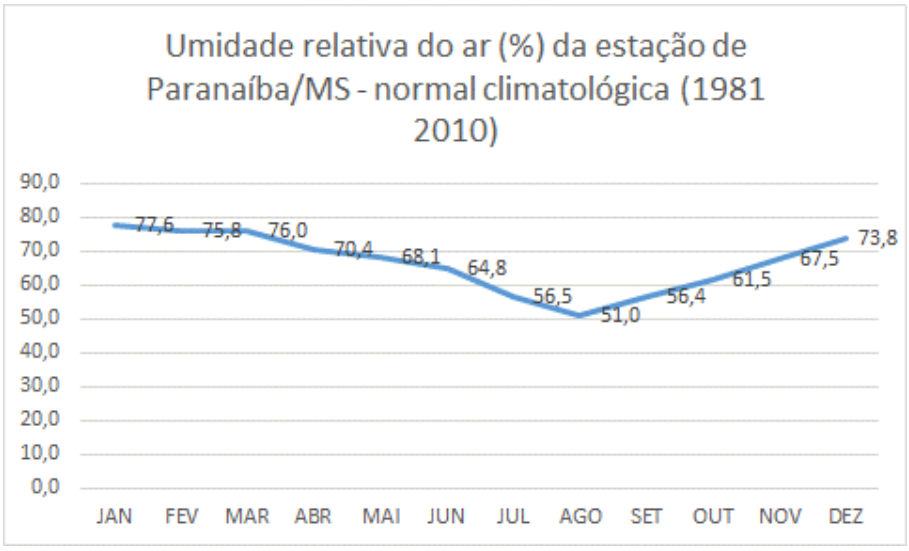


Figura 112 - Gráfico da umidade relativa do ar para a estação 83565 de Paraíba/MS pelo período da normal climatológica de 1981 a 2010

Fonte: INMET, 2021.

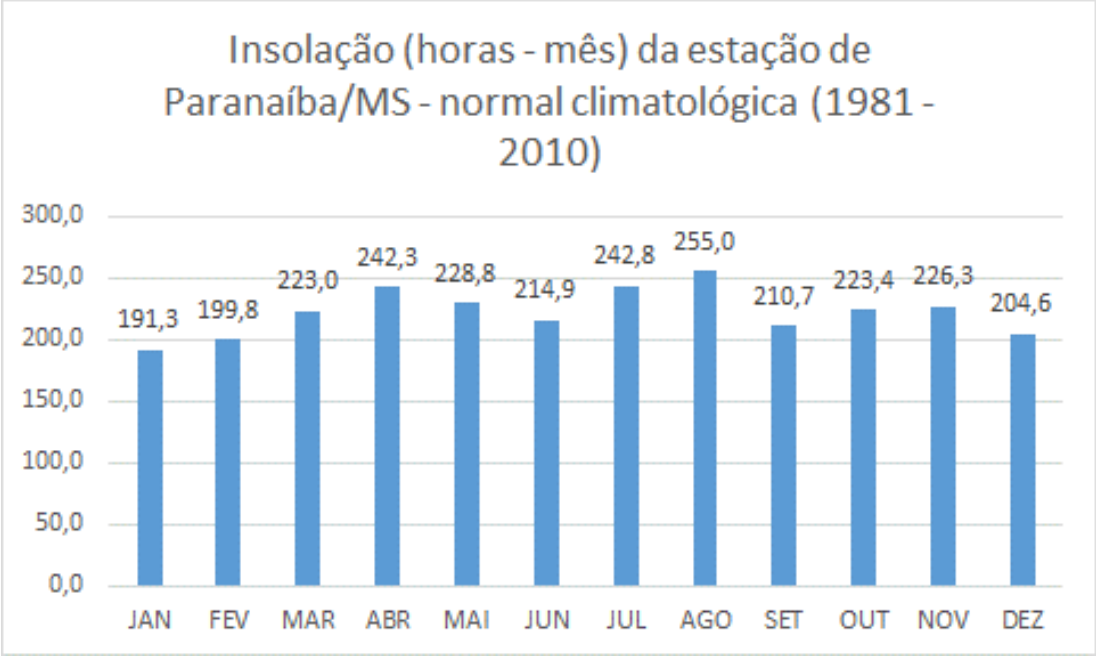


Figura 113 - Gráfico da insolação para a estação 83565 de Paranaíba/MS pelo período da normal climatológica de 1981 a 2010.

Fonte: IMET, 2021.

4.2.6.5 Balanço hídrico

O balanço hídrico, gerado a partir dos dados de precipitação e temperatura das estações Cassilândia/MS, Chapadão do Sul/MS e Paranaíba/MS, mostra que a região apresenta déficit hídrico nos meses do período seco e excedente hídrico nos meses do período. Este comportamento pode ser observado da Figura 114 até a Figura 116, que apresentam o balanço hídrico normal mensal, a deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ao longo do ano.

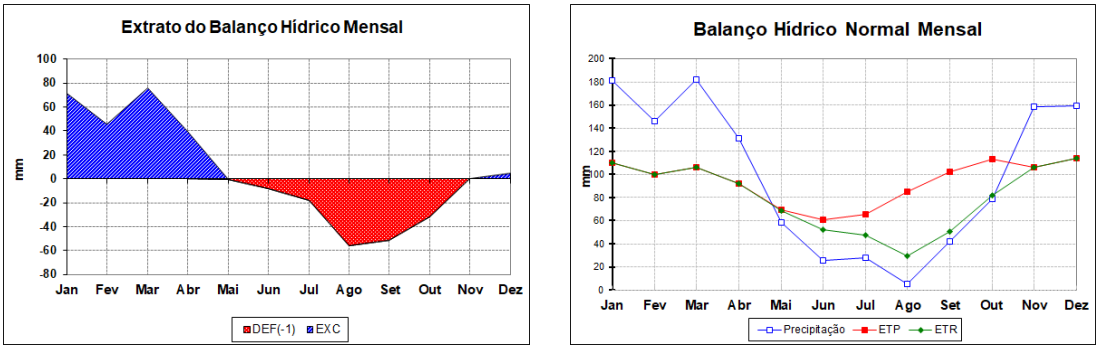


Figura 114 - Balanço hídrico de chapadão do Sul/MS

Fonte: INMET, 2021.

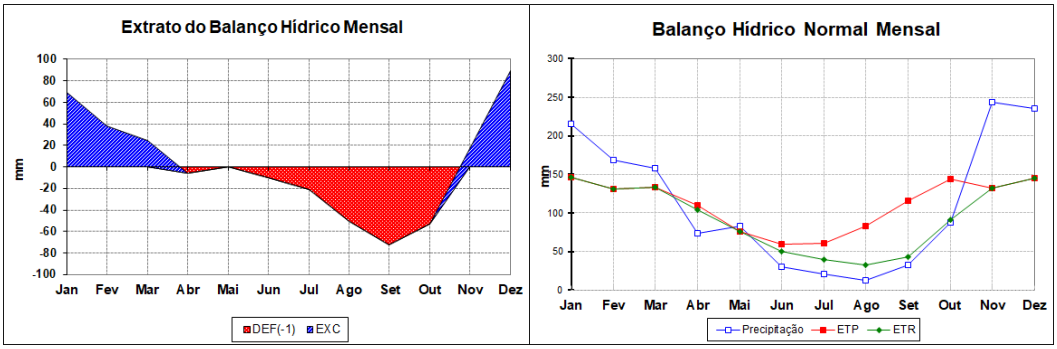


Figura 115 - Balanço hídrico de Cassilândia/MS.

Fonte: INMET, 2021.

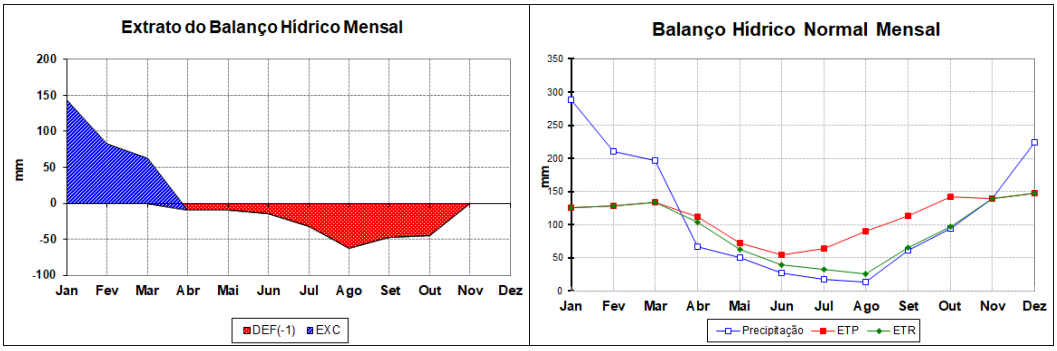


Figura 116 – Balanço hídrico de Paranaíba/MS.

Fonte: INMET, 2021.

O comportamento de déficit e/ou excedente hídrico observado nesses três municípios são relacionados com a precipitação, mas também recebem influência da temperatura do ar e dos níveis de radiação solar, o que em conjunto resultam em elevadas taxas de evapotranspiração que reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios e, consequentemente, promove caráter negativo do balanço hídrico climático anual (CORREIA *et al.,* 2011).

Tabela 29 - Dados meteorológicos de precipitação e temperatura das estações de Cassilândia/MS, Chapadão do Sul/MS e Paranaíba/MS.

Cassilândia/MS		
Meses	**Precipitação (mm)**	**Temperatura (ºC)**
JAN	215,1	26,0
FEV	168,5	26,2
MAR	158,5	25,8
ABR	73,2	24,8
MAI	83,4	22,1
JUN	30,5	21,0
JUL	21,0	20,9
AGO	13,0	22,9
SET	32,2	25,4
OUT	87,2	26,5
NOV	244,1	25,7
DEZ	235,0	26,0

Chapadão do Sul		
Meses	**Precipitação (mm)**	**Temperatura (ºC)**
JAN	180,9	23,3
FEV	145,8	23,6
MAR	182,3	23,6
ABR	131,3	23,0
MAI	58,3	20,8
JUN	25,8	20,3
JUL	27,9	20,6
AGO	5,3	22,5
SET	42,0	24,1
OUT	78,6	24,3
NOV	158,9	23,6
DEZ	159,2	23,7
Paranaíba/MS		
Meses	**Precipitação (mm)**	**Temperatura (ºC)**
JAN	140,5	26,2
FEV	138,8	25,9
MAR	113,4	25,3
ABR	66,6	24,6
MAI	50,4	21,9
JUN	33,2	21,0
JUL	19,2	21,1
AGO	17,0	22,8
SET	47,1	25,7
OUT	74,8	26,1
NOV	141,2	25,6
DEZ	164,5	26,4

Fonte: IMET, 2021.

4.2.6.6 Aspectos adicionais sobre eventos extremos

Quanto a eventos extremos de escassez, de acordo com o projeto Monitor de Secas (ANA, 2021a), no sumário mais recente, de agosto/2021, na Região Centro-Oeste, devido à piora nos indicadores, registrou-se o avanço da seca extrema (S3) no sul de Goiás e da seca grave (S2) a leste de Mato Grosso do Sul – Figura 117. A área da UGH Santana-Aporé encontra-se em predominantemente em seca extrema.

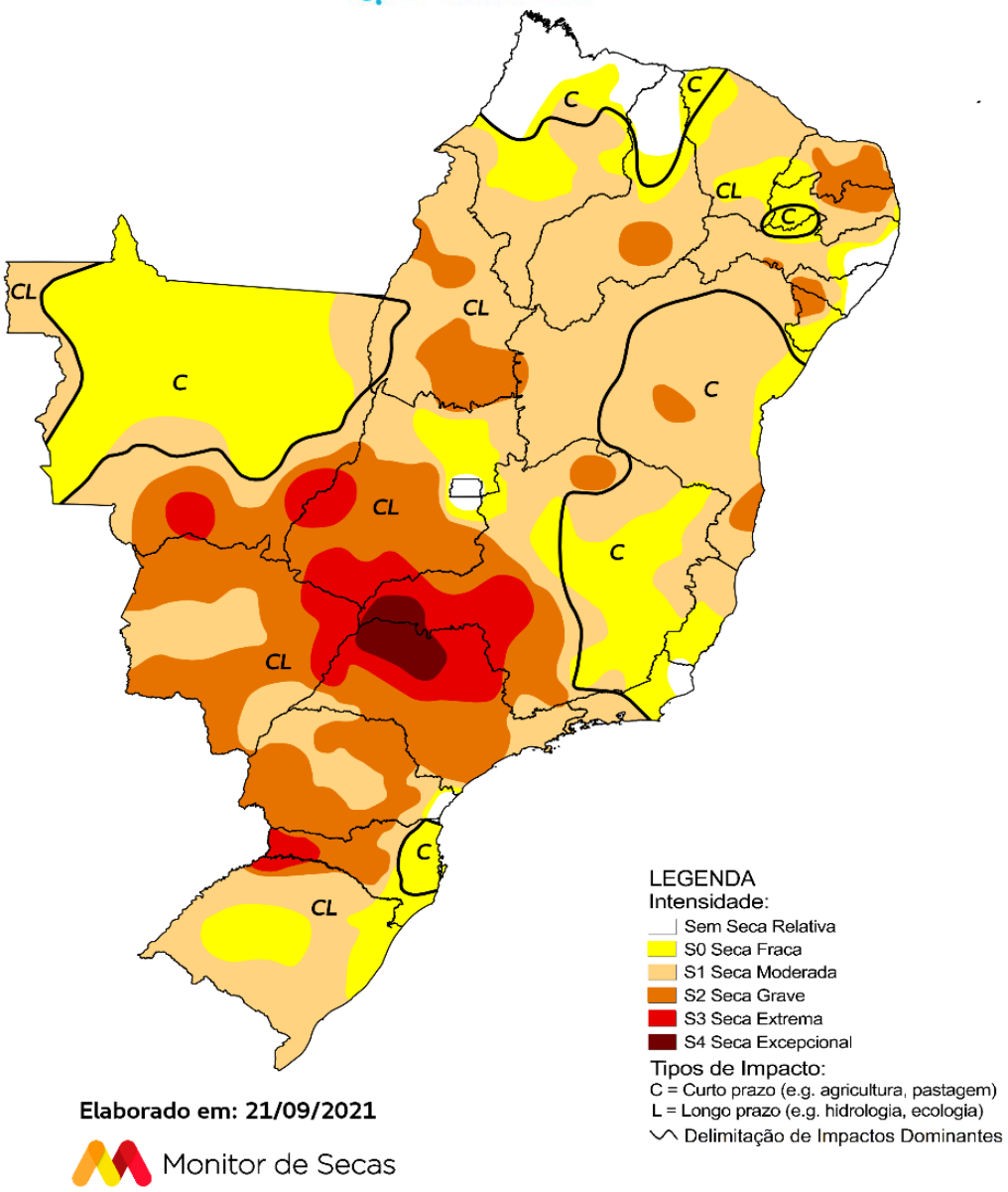


Figura 117 – Monitor das Secas – agosto de 2021.

Fonte: ANA (2021a)

O nível de alguns dos principais reservatórios é monitorado pela ANA e ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico). No caso do Subsistema Centro-Oeste/Sudeste do Brasil, dados do final de setembro de 2021, da UHE de Ilha Solteira (rio Paraná), indicam afluência de 1.905,76 m3/s; defluência de 3.597,00 m3/s; nível (cota) de 321,02m e volume útil 0%. A outorga da ANA para a UHE de Ilha Solteira estabelece a cota mínima operativa de 323 m considerando os usos múltiplos da água.

Para valores inferiores a esta cota, o volume acumulado no reservatório é considerado como 0% (ANA, 2021b; ONS, 2021).

Corroborando com situação extrema atual, a ANA publicou em 01/06/2021 a "Declaração de Situação Crítica de Escassez Quantitativa de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraná", válida pelo menos até 30 de novembro de 2021. A medida, contida na Resolução nº 77/2021 (ANA, 2021c).

A Declaração foi publicada pela ANA com o objetivo de reconhecer a situação crítica de escassez quantitativa de recursos hídricos e subsidiar a adoção de medidas temporárias para assegurar os usos múltiplos da água e buscar a segurança hídrica. Após a análise de cada situação, poderão ser adotadas medidas, como regras de operação temporárias para os reservatórios para a preservação dos seus volumes. Num primeiro momento, a necessidade de restrições para usos consuntivos (que consomem água), como a irrigação e o abastecimento humano, não é vislumbrada.

Em caráter preventivo, a declaração foi publicada pela ANA, para mitigar possíveis riscos aos usos consuntivos de água, decorrentes do cenário desfavorável de chuvas, até o fim do período seco deste ano. Nesse sentido, em sua análise técnica, a Agência levou em consideração a Nota Conjunta do Sistema Nacional de Meteorologia (SNM), de 27/05/2021, que emitiu Alerta de Emergência Hídrica associado à escassez de precipitação para a Região Hidrográfica do Paraná de junho a setembro deste ano.

O INMET, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM) assinaram o Alerta de Emergência Hídrica pela primeira vez em função das previsões de chuvas próximo ou abaixo da média entre maio e setembro deste ano. Além disso, a Região Hidrográfica do Paraná passa por um déficit de precipitações severo desde outubro de 2019, segundo o SNM, e os mapas do Monitor de Secas.

Conforme acompanhamento da ANA, diversos locais da RH do Paraná registraram vazões baixas a extremamente baixas tanto em 2019 quanto no período chuvoso de 2020/2021, quando foram registradas as menores vazões afluentes (que chegam) a alguns reservatórios representativos da região dos últimos cinco anos. Em Porto

Primavera (MS/SP) por exemplo, as vazões afluentes em maio de 2021 foram as menores de todo o histórico de 91 anos.

Quanto aos volumes armazenados nos reservatórios, em 01/05/2021, sete dos 14 principais reservatórios de hidrelétricas da RH do Paraná estavam com seu pior nível desde 1999. E os demais estavam com níveis entre os cinco piores desse período.

Mesmo com as baixas vazões que estão ocorrendo, não se espera, num primeiro momento, que ocorram problemas de falta de água para os usos consuntivos, como o abastecimento humano e a irrigação. Isso porque as vazões, ainda que mais baixas, serão suficientes para atender a esses usos em termos de quantidade de água. No entanto, poderão ser necessárias adaptações nas estruturas de captação de água para se adaptarem ao nível, que poderá ficar mais baixo, especialmente nos principais reservatórios da região, evitando a interrupção do seu funcionamento (ANA, 2021c).

Com relação aos usos não consuntivos – como geração hidrelétrica, turismo, lazer e navegação – são esperados impactos em decorrência da redução dos níveis de armazenamento dos reservatórios. No caso do turismo e lazer, por exemplo, já vêm ocorrendo impactos nos reservatórios de Furnas (MG) e Mascarenhas de Morais (MG). E há uma tendência de agravamento desses impactos com a redução dos níveis d'água ao longo do período seco.

Com relação à geração hidrelétrica, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) já reconheceu em sua 248ª Reunião Extraordinária, em 27/05/2021, o risco de comprometimento da geração elétrica para atendimento ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Quanto à navegação, também deverá haver impacto devido à redução dos níveis dos reservatórios de hidrelétricas, especialmente sobre a hidrovia Tietê-Paraná, que depende da manutenção de um nível mínimo nos reservatórios de Ilha Solteira (MS/SP) e Três Irmãos (SP). Há uma tendência de redução desse nível com possibilidade de interrupção da hidrovia (ANA, 2021c).

Os últimos dados de precipitação pluviométrica registrados na estação de Paranaíba/MS, referentes ao período de 01/01/2020 a 31/08/2021, obtidos através da base do INMET, evidenciam redução de volume de chuvas desde 2020 ao presente

(Figura 118; comparado com Climograma), embora tenha havido flutuações de valores em abril/maio de 2021.

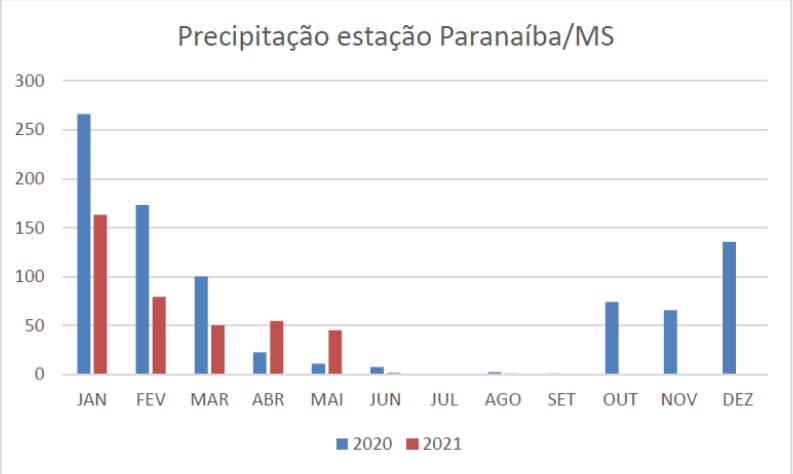


Figura 118 – Dados mais recentes de precipitação pluviométrica - estação Paranaíba – MS. Fonte: INMET, 2021b.

Quanto a eventos extremos de excesso, dados e informações foram apresentados no Capítulo 4.1.5, com indicações da vulnerabilidade à inundação (Atlas – ANA); informações do SNIS sobre gestão de riscos e presença de eventos hidrológicos impactantes (enxurradas, alagamentos etc.) e consequências (óbitos, desabrigados etc.); e informações de Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), destacando-se certas áreas em Cassilândia.

Adicionalmente, a Figura 119 mostra média com mais de 50mm/dia em posto de Paranaíba do INMET (dados da normal climatológica 1981-2010), coincidindo com período mais chuvoso, de outubro a abril (1-2 dias/mês, em média).

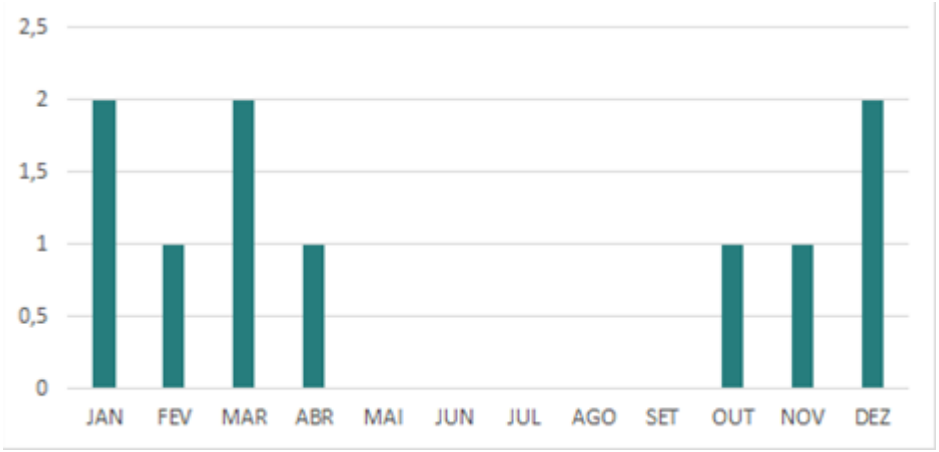


Figura 119 - Gráfico com o número de dias em que a precipitação foi maior que 50mm para a estação de Paranaíba/MS, por meio da normal climatológica de 1981 a 2010.

Fonte: INMET (2021a).

4.3 ASPECTOS BIÓTICOS

4.3.1 Biomas

Observa-se que a vegetação nativa ainda existente na área estudada está pautada, principalmente, em fisionomias do Cerrado, conforme a delimitação dos biomas brasileiros pelo MMA (2019). No entanto, em determinados locais, principalmente naqueles próximos a foz, também são encontrados remanescentes, em menor proporção, de fisionomias do bioma Mata Atlântica. Essas áreas são caracterizadas, principalmente, pela expressividade da Floresta Estacional Semidecidual.

O domínio do Cerrado ocupa grande extensão territorial no país, especialmente a porção central, sendo o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Amazônia. Ocupa 21% do território nacional e é considerado uma das últimas fronteiras agrícolas do planeta (KLINK & MACHADO, 2005). Devido à elevada riqueza de espécies, aliada ao alto grau de endemismo e ainda a um intenso processo de perda de hábitat, o Cerrado é considerado um *hotspot*, ou seja, uma área prioritária para preservação da biodiversidade mundial (MYERS *et al*., 2000).

A vegetação nativa da UGH Santana-Aporé e região apresenta feições fisionômicas savânicas tropicais, além de ambientes florestais, associados a solos de maior fertilidade e vegetação de mata ciliar, mata de galeria, mata aluvial e várzeas, entre outros. Embora haja o histórico de atividades de agropecuária na região, os remanescentes principais da vegetação nativa são fragmentos de Cerradão, Matas de Galeria e Veredas. Outras fisionomias também são encontradas, no entanto, em menor escala. De maneira geral, é possível perceber os efeitos da histórica degradação do Cerrado, caracterizada pela predominância de áreas sem cobertura vegetal, muitas vezes, utilizadas para a agropecuária.

Do ponto de vista da vegetação e biomas naturais, as principais alterações ambientais encontradas na UGH Santana-Aporé e região são o desmatamento e a formação de áreas agropecuárias e de silvicultura. O uso do solo é constituído principalmente por pastagens cultivadas, seguido de culturas agrícolas anuais (soja, milho, algodão) e eucalipto. Ambientes de especial interesse ecológico são os covais e as veredas, e as florestas paludosas, para conservação de recursos hídricos e da fauna dos cerrados.

Para as veredas, destaca-se o seu importante papel na distribuição dos rios e seus afluentes na manutenção da fauna do Cerrado, devido a sua complexidade ambiental, funcionando como locais de abrigo à fauna terrestre e por serem importantes sítios de reprodução da fauna aquática. O mesmo se aplica aos covais e florestas paludosas, que, por também serem ambientes hidromórficos representam importantes locais de contato entre os ambientes aquáticos e terrestres.

Figura 120 - Vegetação típica da região de transição entre cerrado e mata atlântica em Aparecida do Taboado. (-20,08145, -51,08346)

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

Figura 121 - Mata ciliar em Cassilândia (-19,10788, -51,72154)

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

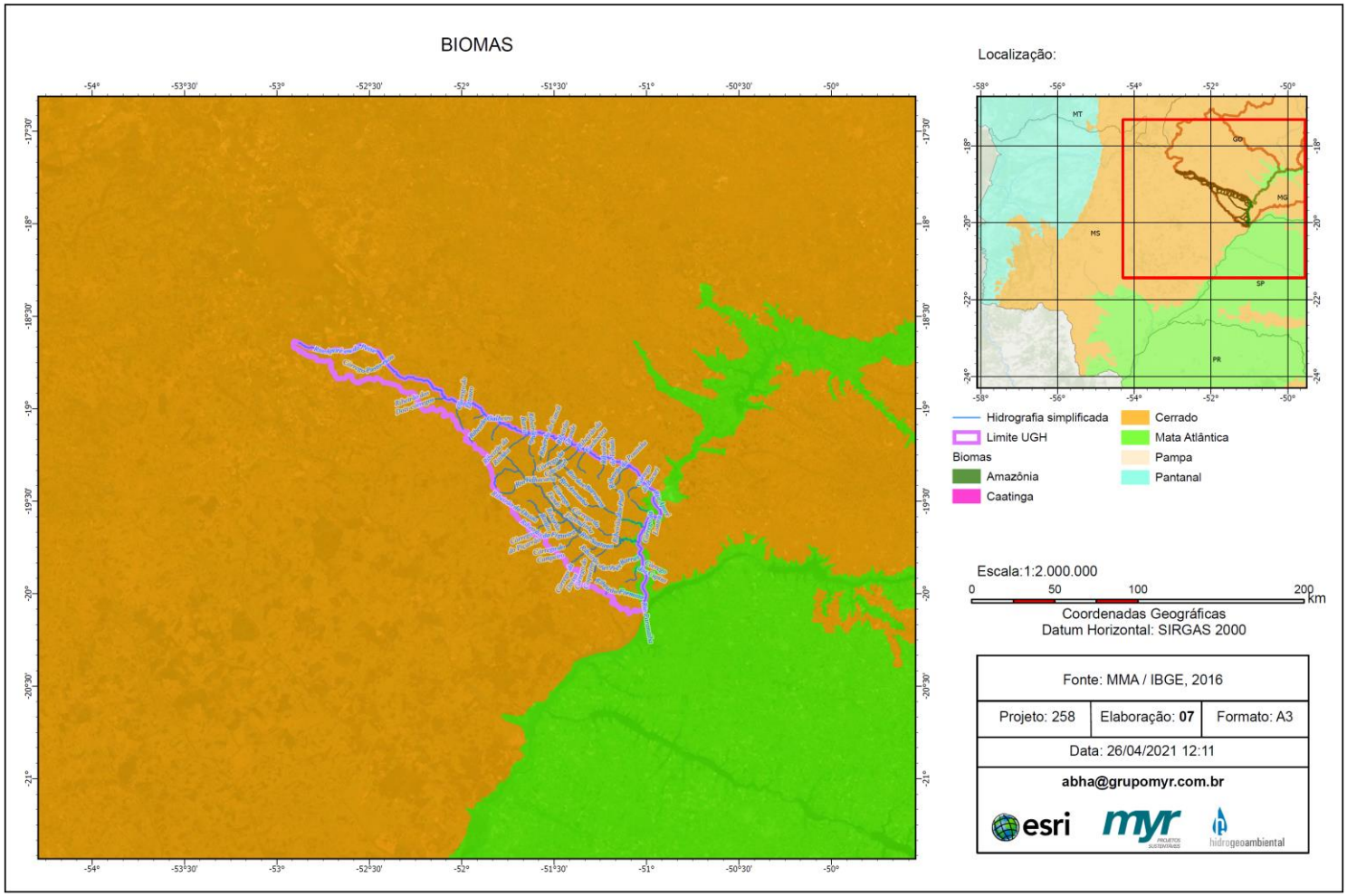


Figura 122 – Mapa de biomas – UGH Santana-Aporé e arredores.

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.3.2 Unidade de Conservação

A Lei no 9.985 de 18 de julho 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e estabelece categorias diferenciadas de Unidades de Conservação (UCs), dividindo-as entre as de Proteção Integral e as de Uso Sustentável. Além disso, atribui a cada tipo de unidade restrições em sua utilização, assim como medidas para a sua conservação.

Na região da UGH Santana-Aporé, existem diferentes pressões antrópicas; mesmo nesse cenário, a matriz ambiental ainda guarda relevantes amostras da cobertura vegetal nativa. Ainda assim, foram identificadas poucas Unidades de Conservação (UCs) presentes nesta UGH e arredores (algumas já fora de seus limites).

Na área estudada, estão presentes pelo menos cinco UCs, das quais duas se encontram inseridas apenas parcialmente na UGH Santana-Aporé (Figura 123): APA da Sub-bacia do rio Aporé (Cassilândia), APA das Bacias dos Rios Sucuriú e Aporé (Chapadão do Sul – adentra também à bacia do rio Sucuriú), APA da sub-bacia Aporé Santana (Paranaíba), APA Rio Paranaíba (Paranaíba) e APA Fluvial (Aparecida do Taboado – adentra à bacia do rio Quitéria) - Tabela 30.

Não há UCs em regime de Proteção Integral no interior da UGH Santana-Aporé.

As APAs da Sub-bacia do rio Aporé, das Bacias dos Rios Sucuriú e Aporé e da sub-bacia Aporé Santana foram criadas com o objetivo de preservação de ambientes naturais ainda existentes nessas regiões.

Não foram disponibilizadas informações georrefrenciadas das APAs da sub-bacia do Aporé Santana e APA Rio Paranaíba; desta forma, ambas não estão representadas no Mapa de Unidades de Conservação (Figura 123).

O Plano Diretor vigente de Aparecida do Taboado indica a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Fluvial, conforme parágrafo primeiro do artigo 23, da Lei Complementar n. 65/2015. Define também, no art. 77, prazo de 180 dias para sua efetiva criação e elaboração do respectivo Plano de Manejo, mas, até o momento, tais

comandos legais não foram implementados. De acordo com o art. 21, e seu § 1º, os limites da APA Fluvial são coincidentes com os da Macrozona Ambiental 1 (MA 1), que abrange a planície de inundação do rio Paranaíba e Paraná, conforme delimitação constante do Anexo VI do Plano Diretor.

Nos contatos efetuados, também foi mencionada a existência de RPPNs, instituídas ou em criação no interior da área de estudo, porém não foram obtidas informações e nem dados para representação cartográfica.

O mosaico de APAs na região UGH se insere em um complexo que se estende para outras sub bacias vizinhas; nesse contexto, as APA da Sub-bacia do rio Aporé (Cassilândia) e APA das Bacias dos Rios Sucuriú e Aporé (Chapadão do Sul) se imbricam entre si e com as APAs da Serra das Morangas, da Sub-bacia do Rio Sucuriú, Rio Sucuriú-Paraíso, Rio Verde e das Nascentes do Sucuriú.

Como Unidades de Conservação em caráter de proteção integral no entrono da UGH temos: Parque Natural municipal da Lage, Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú, Refúgio da Vida Silvestre do Rio Sucuriú Paraíso, Refúgio da Vida Silvestre do Rio Sucuriú Costa Rica. No Estado de Goias - GO localiza-se o Parque Nacional das Emas, distribuído pelos municípios de Mineiros, Chapadão do Céu e parte de Costa Rica – MS, à uma distância aproximada de 35 km do limite noroeste da UGH Santana - Aporé.

Tabela 30 – Unidades de conservação (UCs) presentes na região da UGH Santana-Aporé.

Unidade de Conservação	Domínio	Categoria	Município	Delimitação definida em Shapefile	Área no Interor da UGH Santana-Aporé (km²)	Sub-bacias	Decreto de Criação	Plano Manejo
APA das Bacias dos Rios Sucuriú e Aporé	Municipal	Uso Sustentável	Chapadão do Sul	Sim	427,67	Alto Aporé	Decreto Municipal 1250/2005	Sim
APA da Sub-bacia do Rio Aporé	Municipal	Uso Sustentável	Cassilândia	Sim	1.316,61	Alto, Médio e Baixo Aporé	Decreto Municipal 2585/2009	Sim
APA da sub-bacia do Aporé Santana	Municipal	Uso Sustentável	Paranaíba	Não	-	-	-	Não
APA Rio Paranaíba	Municipal	Uso Sustentável	Paranaíba	Não	-	-	-	Não
APA Fluvial	Municipal	Uso Sustentável	Aparecida do Taboado	Sim	1.218,50	Sul/Formoso	Prevista no Plano Diretor (Lei Complementar n. 65/2015)	Não

Fonte: Prefeituras Municipais e IMASUL, 2021

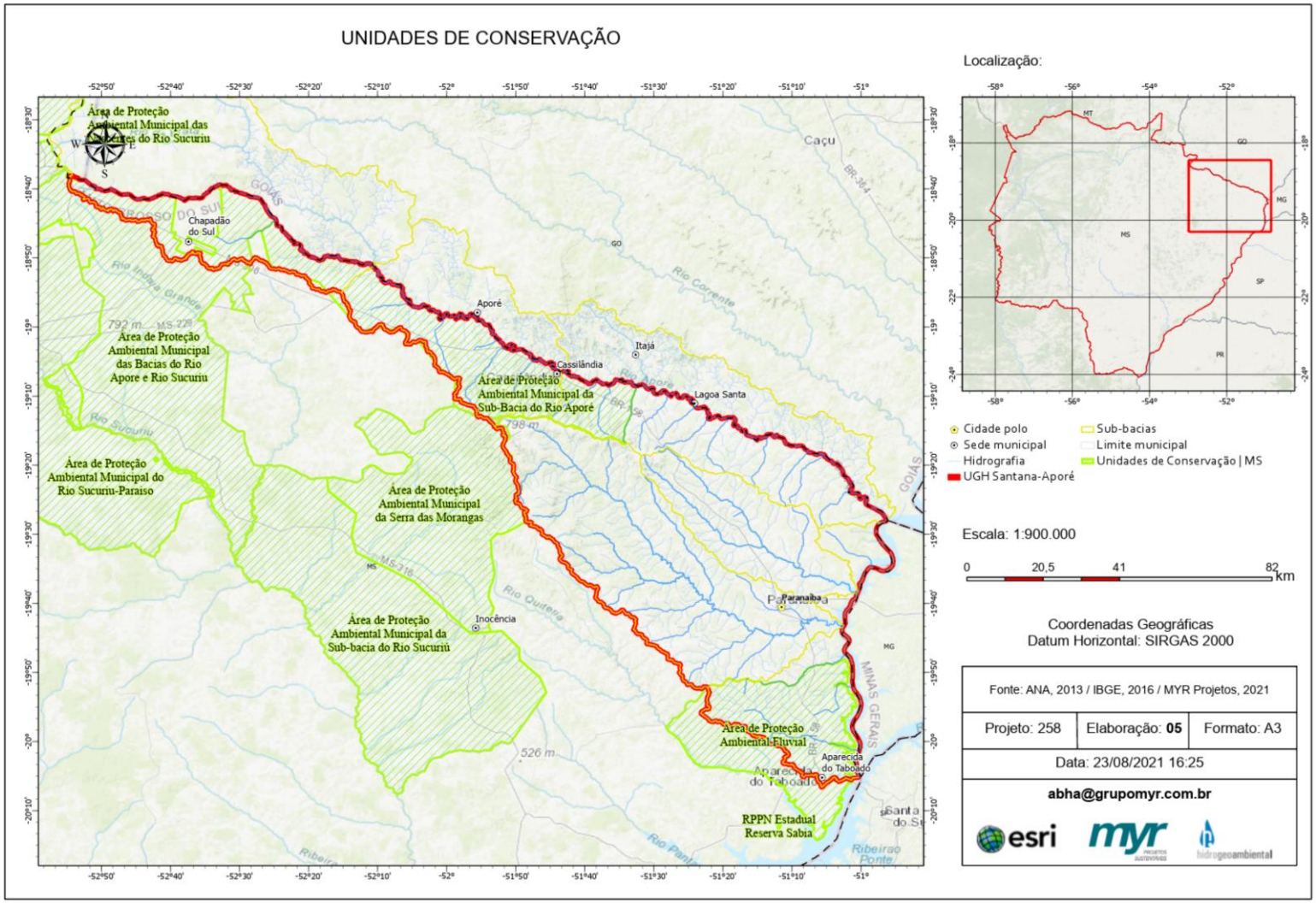


Figura 123 – Mapa das unidades de conservação.

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

4.3.3 Áreas prioritárias para conservação

O Brasil é o país que abriga uma das maiores diversidades de espécies no mundo, sendo o lar de 10% de todas as espécies do planeta (MEYERS et al, 2000 apud BRASIL, 2004). O bioma Cerrado representa uma das ecorregiões mais importantes do país, em termos de biodiversidade. Apresenta um mosaico de diferentes tipologias vegetais, tornando-se assim uma região singular e muito diversificada fisionomicamente. Além disso, no cerrado estão presentes as nascentes de importantes bacias hidrográficas da América do Sul, como por exemplo dos rios Paraná e Paraguai, que formam a bacia do rio da Prata.

Apesar de toda essa riqueza biótica, o cerrado possui pouca extensão territorial legalmente protegida. No Mato Grosso do Sul, 21 UCs em regime de Proteção Integral estão localizadas no Bioma Cerrado (BRASIL, 2004) e ajudam a preservar tal riqueza.

Entre 1998 e 2001, foi realizado o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio, com apoio do MMA. O projeto realizou a avaliação dos biomas brasileiros. Por meio dessa avaliação, foram identificadas 900 áreas prioritárias. A área inicialmente identificada como Jauru, engloba toda a área de estudo, e seus limites extrapolam os limites da UGH Santana-Aporé, conforme mostrado na Figura 124, onde estão apresentados os limites das áreas prioritárias para conservação obtidos no MMA 2018 sobrepostos pelo limite da UGH Santana Aporé. Posteriormente concluíra-se que a área deveria ter sido denominada de Aporé-Sucuriú. Apesar de identificada a priorização para conservação da área, também se concluiu que os estudos na área são insuficientes e, por meio do Probio, foi realizado o estudo de Biodiversidade do Complexo Aporé Sucuriú – Subsídios ao Manejo do Cerrado - Área Prioritária 316 – Jauru. (BRASIL, 2004). O estudo trouxe abordagens inovadoras com informações valiosas do ponto de vista conservacionista para a região do Aporé Sucuriu, que engloba a UGH Santana Aporé, a partir da constatação que não havia informações suficientes. Foi constatado que a biodiversidade da região é de relevante interesse para conservação, e que a expansão da pecuária extensiva sobre o Cerrado, implicou em perdas que são incomensuráveis e por muitas vezes

irreversíveis, esse processo ainda ocorre na região. Apesar da devastação constatada, ainda existem remanescentes que ainda conservam a vegetação original típica, mas em geral, a esta foi substituída por paisagens artificiais de uso econômico.

O trabalho também avaliou a região em relação aos critérios para seleção de áreas prioritárias para conservação, que concluiu pela seleção da área como prioritária.

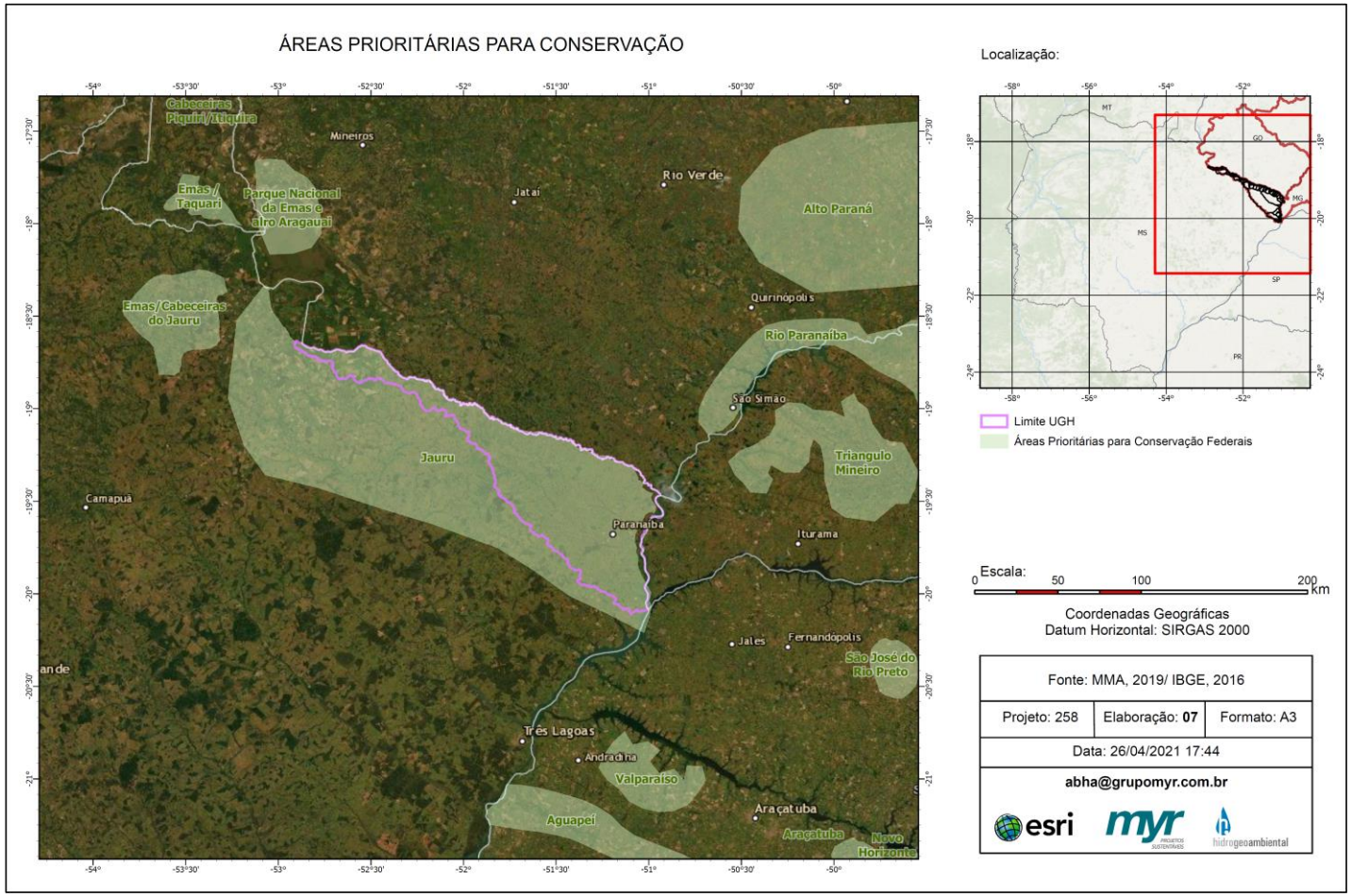


Figura 124 - Mapa de áreas prioritárias para conservação

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

4.3.4 Ecossistemas aquáticos

4.3.4.1 Ictiofauna

Para a caracterização da Ictiofauna, foi realizada uma revisão bibliográfica onde constatou-se que não há na bibliografia estudos que caracterizem em específico a UGH Santana Aporé, dessa forma, a análise foi realizada de acordo com a bibliografia disponível para a região do Alto Paraná.

A UGH Santana Aporé e suas drenagens fazem parte da bacia do rio Paranaíba, que por sua vez pertence à bacia da província ictiofaunística denominada de Alto Paraná (OTA et al., 2018). Desta maneira, a ictiofauna listada para estas bacias tem probabilidade de ocorrência na bacia do rio Aporé. Destaca-se que o rio Aporé divide território entre os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul em grande parte de sua extensão, por isto dados que compõem o presente estudo possuem estes dois estados como área de abrangência também.

A taxonomia da ictiofauna brasileira de água doce é dinâmica e registra novos táxons anualmente (OTA et al., 2018), bem como faz revisões e reclassificações, o que deixa a lista total da riqueza de espécies dinâmica. Atualmente, estima-se em torno de 3487 espécies de peixes de água doce válidas no Brasil (FROESE & PAULY, 2021). A bacia do Alto Paraná, apesar de ser uma das mais estudadas, ainda possui espécies de peixes a serem descritas, como visto por Langeani e Rêgo, 2014 e Ota et al., 2018. A lista de espécies varia por estudos, de acordo com a abrangência de cada um deles. Por este motivo, nos levantamentos por dados secundários, é desejável a utilização conjunta de fontes diversas de informação sobre a riqueza de espécies da ictiofauna com probabilidade de ocorrência em determinada área.

Nesta ótica o conceito teórico proposto por Vannote et al. (1980) apontam que a ictiofauna responde à estrutura ambiental, à disponibilidade e características dos recursos ambientais, e como estes variam entre os corpos hídricos (a ictiofauna também varia entre corpos hídricos). Em termos práticos, a riqueza da ictiofauna é variável ao longo dos corpos d'água de uma bacia, como no caso aqui do rio Aporé em sua calha principal devem ocorrer espécies de grande porte como os grandes bagres (surubim) ao passo que não se devem registrar espécies típicas de drenagens de cabeceiras, como espécies da família Trichomycteridae. Espera-se que o oposto também ocorra, e em drenagens de pequenas ordens nas cabeceiras das bacias abriguem espécies típicas destes ambientes e não ocorra espécies de médio e grande portes. A partir deste contexto, listas robustas como as utilizadas no presente levantamento contemplam grande parte de nichos ecológicos, representando então diversos tipos de habitats da ictiofauna, como drenagens de cabeceiras, rios de médio e grande porte e reservatórios artificiais.

Em termos de bacias hidrográficas, a reofilia e migração dos peixes são fatores relevantes, pois as espécies da ictiofauna que possuem estes hábitos dependem de trechos livres de rios para completarem seu ciclo de vida (GODINHO *et al*., 2010; SANTOS, 2010).

A migração é um comportamento atribuído às espécies de peixes que possuem a migração reprodutiva ascendente nos rios como parte de sua estratégia de vida. Porém, também há comportamentos migratórios para deslocamentos entre sítios de alimentação e de abrigo (CAROLSFELD *et al*., 2003).

No Brasil, grande parte das espécies que realiza migração reprodutiva apresenta médio a grande porte e são consideradas nobres para pesca e consumo (CAROLSFELD *et al*., 2003; GODINHO *et al*., 2010). Assim, é comum que este grupo de peixes seja alvo de pesca em diversos locais.

Para o diagnóstico regional de dados secundários da ictiofauna, buscou-se literatura científica consolidada para a região, que esteja disponível para consulta. Buscou-se trabalhos específicos das bacias dos rios objetos de estudo, tais com os rios Aporé, Santana, Paranaíba e também para o Alto Paraná. Assim, o trabalho de Langeni *et al.,* (2007) compila dados do sistema do Alto Paraná, e o trabalho de Santos (2010) consolida resultados para o rio Paranaíba, em realidades próximas à da bacia do UGH Santana Aporé objeto do presente estudo.

A lista de FROEHLICH et al. (2017) traz espécies da ictiofauna de registro no estado do Mato Grosso do Sul, considerando os dados do sistema do Alto Paraná; e SAMPAIO et al., (2012) trazem uma lista da sub-bacia do rio da Prata, pertencente a bacia do rio Aporé, possui então potencial de ocorrência geográfica da ictiofauna mais próximo e aplicável dentro desta bacia.

Foram consultadas também informações a respeito da origem, distribuição, status de conservação da lista consultada, para isso, utilizaram se os seguintes trabalhos: Langeani et al., (2007), Santos, (2010), Ota et al. (2018), IN 002/2020 de Goiás, lista nacional de espécies ameaçadas da fauna aquática (MMA, 2014). Para o estado do Mato Grosso do Sul, não foi encontrada lista de espécies da ictiofauna ameaçada de extinção disponível para consulta. Para taxonomia, considerou-se as informações de Froese & Pauly (2021) e Fricke, Eschmeyer & Van Der Laan (2021).

Para região do Alto Paraná, que inclui a UGH Santana Aporé a compilação somou 349 espécies da ictiofauna (Anexo 9.1). Os estudos utilizados contemplaram espécies da ictiofauna típicas de diversos tipos de ambientes, desde pequenos cursos d'água de cabeceiras, passando pelos rios de médio e grande porte, bem como de ambientes antropizados como reservatórios de empreendimentos hidrelétricos, contendo então representatividade territorial e ambiental para a ictiofauna em estudo.

Dessas, cerca de 20 espécies apresentam comportamento migratório comprovado (dados secundários), ao menos 28 são citadas como presentes nas várias formas de pesca, 17 são citadas em legislação estadual de Goiás (IN 02/2020) como objeto de proteção e são comuns a lista de espécies ameaçadas nacionalmente do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014). Esses parâmetros funcionam como ferramenta de balizamento para uma avaliação da situação de conservação e importância da ictiofauna diagnosticada perante ictiofauna da UGH Santana Aporé.

A Figura 125 apresenta a ocorrência de espécies por estudos e sua respectiva região de abrangência. O estudo de Langeani et al. (2007) já traz 306 espécies a esta compilação sendo o que tem a maior riqueza, aproximadamente 86% do total. Cronologicamente a partir deste estudo houve a incorporação de apenas 12%, o que pode ser analisado como uma tendência de estabilização no conhecimento da ictiofauna na abrangência destes levantamentos, que em geral contemplam o Alto Paraná. A lista das espécies por estudos e sua respectiva área de abrangência pode ser conferida no Anexo 9.2.

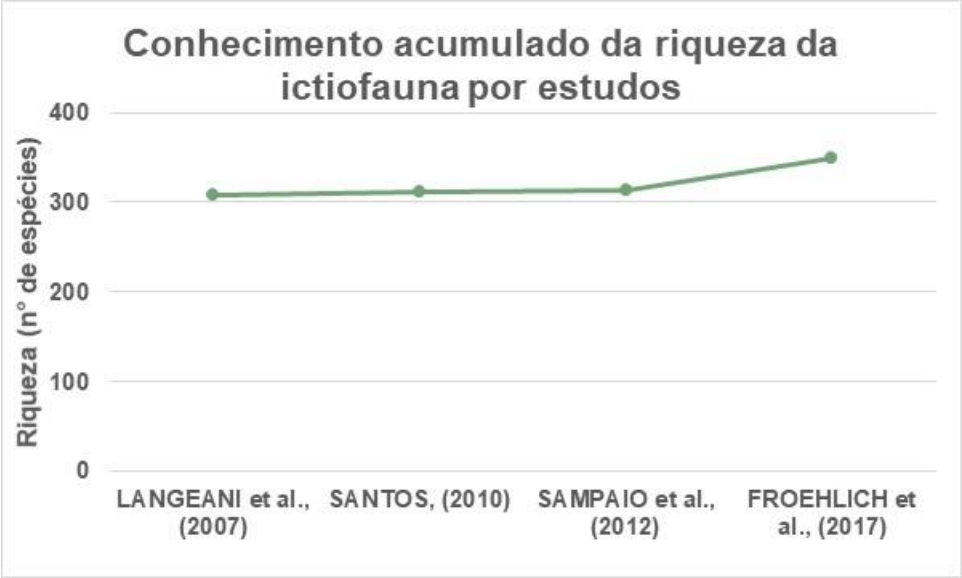


Figura 125 – Cronologia do conhecimento da ictiofauna através dos estudos consultados com aplicação para a bacia do rio Aporé.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

A Tabela 31, a seguir, demonstra atualizações taxonômicas a fim de se registrar a correspondência entre os nomes de espécies utilizados nas listas e nomes que contam em atualizações que se encontram vigentes. Neste caso utilizou-se a base de dados que internaliza mudanças mais rapidamente de FRICKE, ESCHMEYER, & VAN DER LAAN, (2021). A princípio estas atualizações não trazem questões relevantes de se considerarem no âmbito do presente projeto e estudo, e é apresentada para que haja rastreabilidade entre informações taxonômicas que são compatíveis.

Tabela 31 – Correspondência taxonômica entre táxons dos estudos utilizados e de base de dados atualizados em 2021.

TAXONOMIA DA ESPÉCIE COMO CONSTA NOS ESTUDOS CONSULTADOS	ATUALIZAÇÕES TAXONÔMICAS (FRICKE, ESCHMEYER, & VAN DER LAAN, 2021)
Leporinus elongatus	*Megaleporinus elongatus* (Valenciennes 1850)
Leporinus obtusidens	*Megaleporinus obtusidens* (Valenciennes 1837)
Astyanax bockmanni	*Psalidodon bockmanni* (Vari & Castro 2007)
Astyanax scabripinnis	*Psalidodon paranae* (Eigenmann 1914)
Astyanax eigenmanniorum	*Psalidodon eigenmanniorum* (Cope 1894)
Astyanax fasciatus	*Psalidodon fasciatus* (Cuvier 1819)
Astyanax paranae	*Psalidodon paranae* (Eigenmann 1914)
Astyanax paranahybae	*Psalidodon parahybae* (Eigenmann 1908)
Astyanax schubarti	*Psalidodon schubarti* (Britski 1964)
Tilapia rendalli	*Coptodon rendalli* (Boulenger 1897)

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

As 349 espécies listadas distribuem-se em 11 ordens, verificadas na Figura 126, a seguir, sendo Siluriformes, dos peixes de couro, bagres e cascudos a mais representativa, cima de 40%, seguida dos Characiformes, ordem dos “peixes de escama” como lambaris, piabas, pequiras, sardinhas, dourado e matrinxãs. Estas ordens são normalmente as mais representativas na região neotropical para a ictiofauna de água doce (LOWE-MCCONNELL 1987).

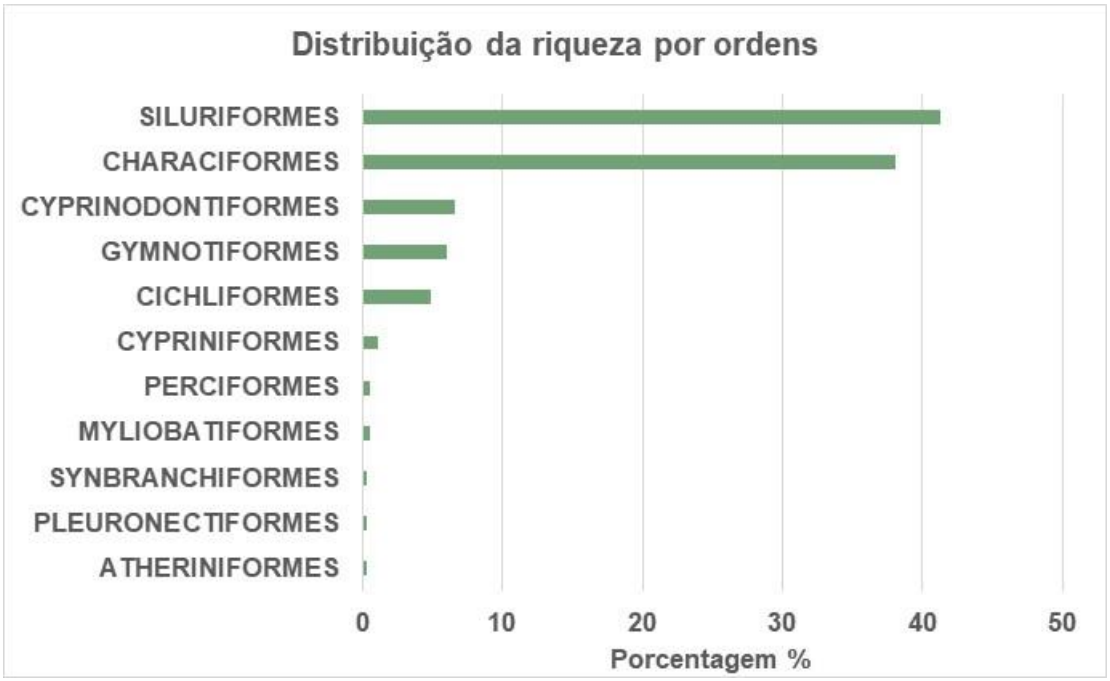


Figura 126 – Distribuição da riqueza da ictiofauna por ordens através dos estudos consultados com aplicação para a bacia do rio Aporé.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

A distribuição por famílias, verificada na Figura 127 reflete à das ordens, sendo Characidae *insertae sedis* e Characidae os grupos familiares com a maior riqueza anotada, sendo de fato representantes da maior parte da riqueza dos Characiformes. Na sequência famílias e sub famílias dos siluriformes são representativas como dos cascudos Hipoptopomatinae, dos bagres Pimelodidae e Heptapteridae, seguidas da família Cichlidae, dos carás, tilápias e tucunarés. As 349 espécies estão distribuídas em 48 representativa diversidade funcional da ictiofauna levantada, e indica que os dados são robustos, oriundos de diversos nichos ecológicos.

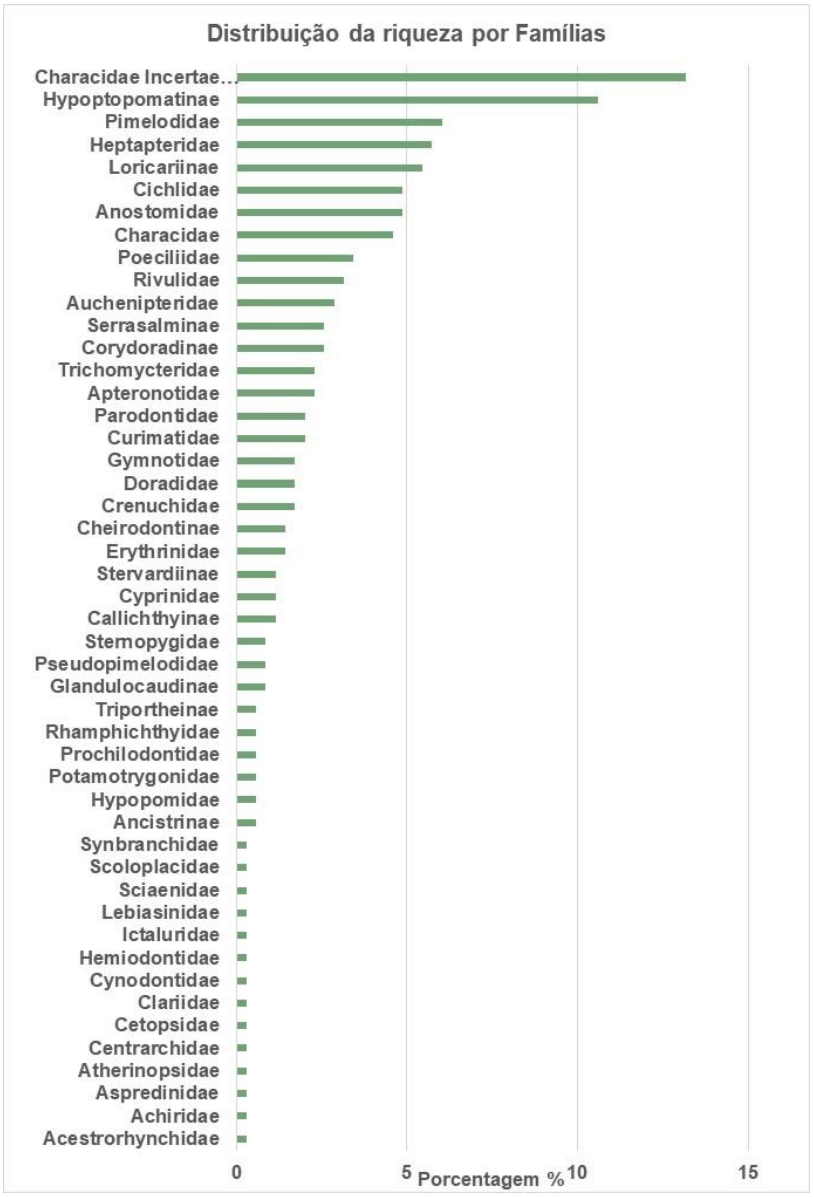


Figura 127 – Distribuição da riqueza da ictioafauna por família através dos estudos consultados com aplicação para a bacia do rio Aporé.

A distribuição por porte também é típica de ictiofauna neotropical na qual a maior parte da riqueza é de espécies de pequeno porte, a minoria são de espécies de grande porte, estando as de médio porte neste intervalo (VAZZOLER, 1996; LOWE-MCCONNELL 1987), Figura 128.

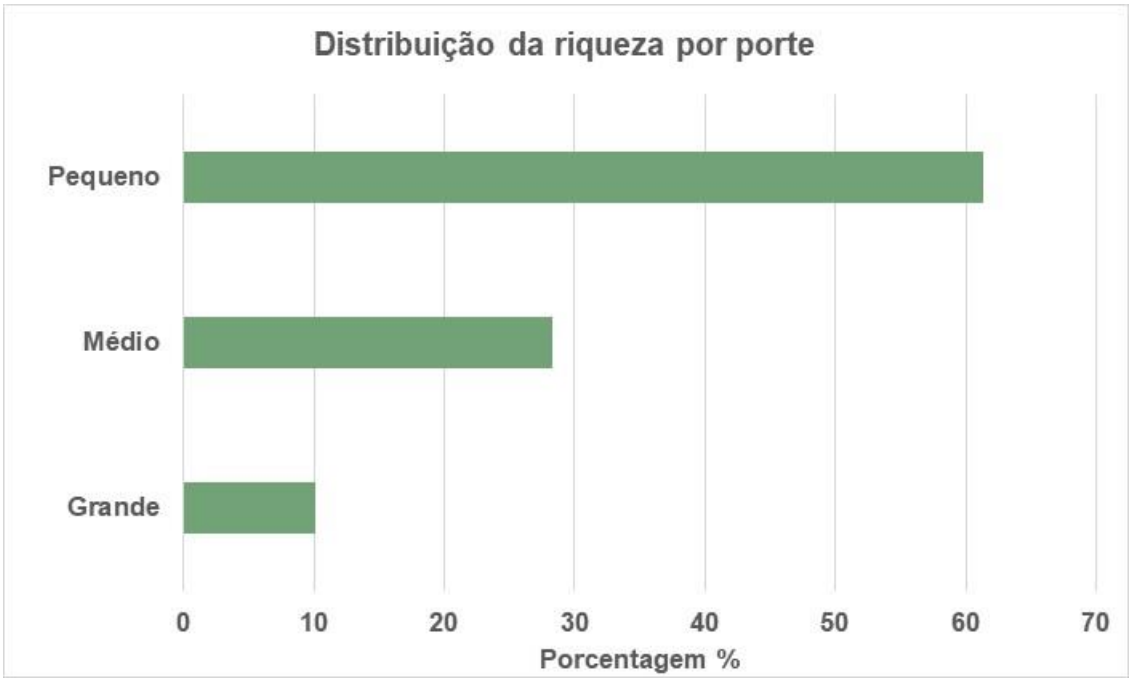


Figura 128 – Distribuição da riqueza da ictiofauna por porte através dos estudos consultados com aplicação para a bacia do rio Aporé.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

A distribuição da riqueza das espécies levantadas em relação a origem aponta que aproximadamente 20% das espécies da ictiofauna na região estudada são táxons alóctones (Figura 129). Entretanto, dentre estes táxons alóctones, parte deles ocupou a região denominada “Alto Paraná” após a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipú, quando o reservatório inundou uma queda d’água apontada como divisor biogeográfico da ictiofauna desta bacia até aquela ocasião (OTA et al., 2018). Dentre as espécies alóctones ou exóticas, pode-se citar algumas que notoriamente invasoras que causam percalços as comunidades da ictiofauna onde ocorrem: as tilápias *Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli*, as carpas como *Cyprinus carpio*, barrigudinhos como *Poecillia reticulata* e *Poecillia vivípara*, os tucunarés *Cichla kelberi* e *Cichla piquiti* a corvina *Plagioscion squamosissimus* e o bagre-africano *Clarias gariepinus* (ALVES et al., 2007, BRITO et al., 2018).

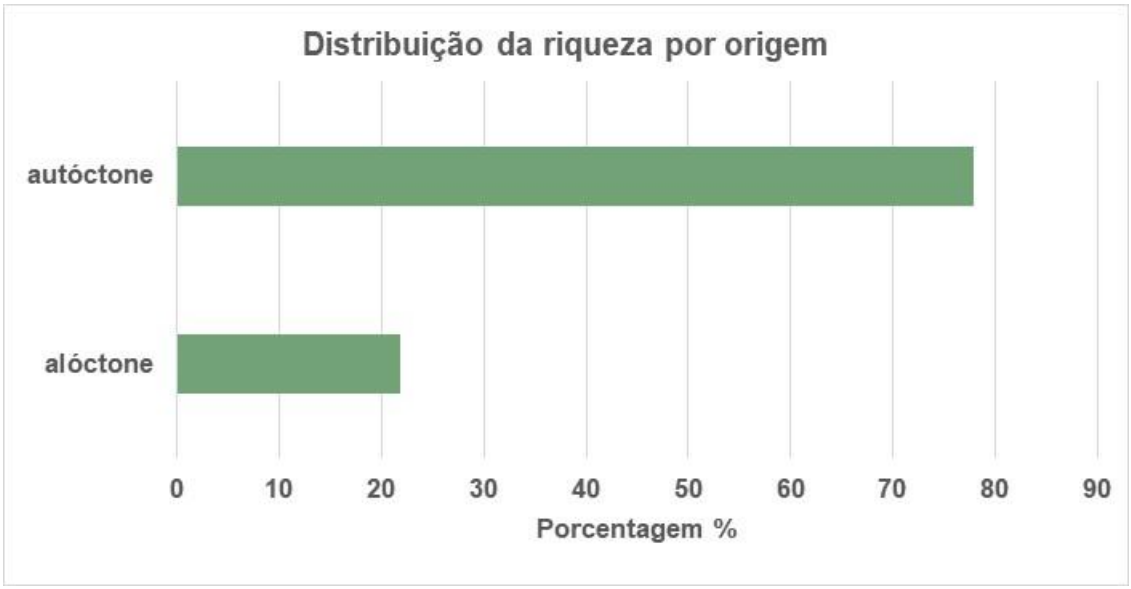


Figura 129 – Distribuição da riqueza da ictiofauna por origem através dos estudos consultados com aplicação para a bacia do rio Aporé.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

A bacia do alto rio Paraná é caracterizada como uma província ictiofaunística natural (GÉRY 1969). Nesse sentido, as espécies apresentadas no quadro a seguir foram elencadas por Ota *et al*., (2018) com distribuição restrita a esse sistema hidrográfico, ou seja, endêmicas da bacia do alto rio Paraná. Cabe ressaltar que esta bacia é um dos maiores sistemas hidrográficos do Brasil, portanto, a despeito de portar número considerável de espécies consideradas endêmicas, várias dessas podem apresentar grande distribuição geográfica na bacia. A lista abaixo (Tabela 32) apresenta uma compilação geral para toda a bacia do rio Paraná, onde a área do presente estudo é apenas uma fração, portanto, a lista da ictiofauna descrita abaixo é um referencial em termos potenciais.

Tabela 32 - Espécies endêmicas na bacia do alto paraná.

ESPÉCIES ENDÊMICAS NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ (OTA *ET AL.*, 2018)
Megaleporinus piavussu (Britski, Birindelli, Garavello, 2012).
Astyanax biotae Castro, Vari, 2004.
Astyanax bockmanni Vari, Castro, 2007.
Astyanax aff. paranae Eigenmann, 1914.
Astyanax schubarti Britski, 1964.

ESPÉCIES ENDÊMICAS NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ (OTA *ET AL.*, 2018)
Moenkhausia cf. gracilima Eigenmann, 1908.
Moenkhausia aff. intermedia Eigenmann, 1908.
Oligosarcus paranensis Menezes, Géry, 1983.
Oligosarcus pintoi Campos, 1945.
Aphyocheirodon hemigrammus Eigenmann, 1915.
Odontostilbe avanhandava Chuctaya, Bührnheim, Malabarba, 2018.
Serrapinnus notomelas (Eigenmann, 1915).
Serrapinnus sp. 1.
Serrapinnus sp. 2.
Bryconamericus turiuba Langeani, Lucena, Pedrini, Tarelho-Pereira, 2005.
Planaltina britskii Menezes, Weitzman, Burns, 2003.
Characidium gomesi Travassos, 1956.
Cyphocharax nagelii (Steindachner, 1881).
Steindachnerina insculpta (Fernández-Yépez, 1948).
Hoplias sp. 2.
Apteronotus acidops Triques, 2011.
Sternarchorhynchus britskii Campos-da-Paz, 2000.
Imparfinis schubarti (Gomes, 1956).
Pimelodella avanhandavae Eigenmann, 1917.
Hypostomus albopunctatus (Regan, 1908).
Hypostomus ancistroides (Ihering, 1911).
Hypostomus hermanni (Ihering, 1905).
Hypostomus iheringii (Regan, 1908).
Hypostomus margaritifer (Regan, 1908).
Loricaria prolixa Isbrücker, Nijssen, 1978.
Loricaria sp.
Curculionichthys insperatus (Britski, Garavello, 2003).
Pimelodus microstoma Steindachner, 1877.
Pimelodus paranaensis Britski, Langeani, 1988.
Crenicichla britskii Kullander, 1982.
Crenicichla haroldoi Luengo, Britski, 1974.
Crenicichla jaguarensis Haseman, 1911.
Crenicichla jupiaensis Britski Luengo, 1968.

ESPÉCIES ENDÊMICAS NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ (OTA *ET AL.*, 2018)

Melanorivulus sp.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

Na bacia do Alto Paraná 16 espécies são consideradas migradoras reprodutivas de longa distância, com deslocamentos registrados acima de 100 quilômetros e outras são migradoras de curta distância, com deslocamentos de até 100 quilômetros (CAROLSFELD *et al.,* 2003).

4.3.4.1 Espécies invasoras: Mexilhão-dourado – limnoperna fortunei

O mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* já foi confirmado na bacia do rio Paranaíba, inclusive em regiões próximas à confluência entre o rio Aporé e o Rio Paranaíba, como na base colaborativa Cbeih e em SILVA et al., (2016). Portanto a espécie tem potencial de ocorrência na bacia do rio Aporé.

Segundo Silva et al. (2016), a presença de populações de mexilhão-dourado pode ter consequências na cadeia trófica das áreas onde ocupam, podendo alterar desde cianobactérias até mesmo interferir na ictiofauna. Comunidades de pescadores também comumente sentem consequências da presença da espécie, como prejuízos financeiros e de tempo de dedicação à atividade pesqueira em função de danos em tralhas de pesca e embarcações. Soma-se a isto a dedicação de tempo com manutenções em equipamentos e apetrechos de pesca tomados pelo mexilhão-dourado. Além dessa atividade, a captação de água e irrigação, bem como a operação de usinas hidrelétricas, também são afetadas pela espécie *L. fortunei* devido ao encrustamento de exemplares em tubulações e demais superfícies de equipamentos, que causam danos e prejuízos operacionais.

4.3.4.2 Ictiofauna: ambientes lóticos

A ictiofauna da região neotropical, área biogeográfica que compreende a América Central, incluindo a parte sul do México e da península da Baja California, o sul da Florida, todas as ilhas do Caribe e a América do Sul, à qual as bacias continentais

brasileiras pertencem, é caracterizada por apresentar grupos de peixes distintos que possuem adaptações, respostas fisiológicas e comportamentais de acordo com o tipo de ambiente, estação do ano, chuvas, períodos de cheias nos rios entre outros (LOWE-MCCONNELL, 1987; GODINHO et al., 2010).

Entre os grupos de peixes, a ictiofauna reofílica merece destaque por sua relação direta com os trechos lóticos dos rios. O termo reofílico refere-se às espécies de peixes que dependem de um trecho lótico de rio, locais onde as águas estão em movimento (IGAM, 2012), para completar alguma etapa do seu ciclo de vida (GODINHO et al., 2010; SANTOS, 2010).

A migração é um termo comumente designado no Brasil para atribuir às espécies que possuem a migração reprodutiva ascendente, em direção a montante dos trechos lóticos como parte de sua estratégia de vida e de comportamento. Porém, também há comportamentos migratórios para deslocamentos entre sítios de alimentação e de abrigo (CAROLSFELD et al., 2003). Este fenômeno de deslocamento ascendente dos cardumes de peixes para desova também é conhecido como piracema.

No Brasil, grande parte das espécies que realiza migração reprodutiva apresenta médio a grande porte e são consideradas nobres para pesca e consumo (CAROLSFELD et al., 2003; GODINHO et al., 2010). Assim, este grupo de peixes também sofre com pressão de pesca em diversos locais.

A migração reprodutiva da ictiofauna é um comportamento apresentado por espécies de diversos táxons, inclusive de diferentes ordens. O grupo de peixes migradores apresenta diversas características que, em linhas gerais, tendem a ser comuns no âmbito desta estratégia reprodutiva: ambiente de vida lótico preferencial; ambiente de desova lótico, curto período reprodutivo coincidente com as chuvas e picos de cheias nos rios, maturação sincrônica dos ovócitos, desova única durante a estação reprodutiva, ausência de cuidado parental, alta fecundidade, ovos pequenos e livres. Este comportamento e essas características fisiológicas e morfológicas são provavelmente reflexo de processo evolutivo dessas espécies ligado às características ambientais de cheias com toda a dinâmica ambiental associada a esta época do ano nos rios (LOWE-McCONNELL, 1987; CAROLSFELD et al., 2003; GODINHO et al., 2010).

A literatura científica ao longo dos anos consolidou um padrão de migração que propõe que os peixes de piracema, organizados em cardumes, realizam a migração reprodutiva ascendente em trechos lóticos dos rios, que culmina em desova das fêmeas. Após a desova, os ovos e larvas são carreados passivamente pelas correntezas, podendo ser transportados às lagoas marginais onde há áreas inundadas durante as cheias e, as matrizes desovadas ou espermiadas retornam às regiões anteriores dos rios onde passam maior parte utilizando como sítios de alimentação e abrigo. Mas já é reconhecido na literatura que a migração dos peixes na região neotropical é um fenômeno complexo, depende do sistema hidrográfico e suas características além de ser uma resposta própria de cada espécie às condições encontradas (PELICICE et al., 2014, CASAS et al., 2016). Inclusive há sugestões de complexidade nas migrações, não havendo determinado um padrão estrito (MAKRAKIS et al., 2012).

Dentre os aspectos intrínsecos relacionados à reprodução, a ausência de condições ambientais para a migração reprodutiva pode causar percalços a esta etapa fundamental do ciclo de vida de peixes deste nicho reprodutivo. Entre os principais aspectos relacionados estão o desenvolvimento da ovogênese: tamanho, quantidade e qualidade dos ovos; a desova: cujos ovócitos podem não serem ovulados, e assim têm seu conteúdo reabsorvido, podendo ser identificados microscopicamente por altas taxas de atresia folicular (MIRANDA et al., 1999; SATO et al., 2005).

Na bacia do Alto Paraná, 16 espécies são consideradas migradoras reprodutivas de longa distância, com deslocamentos registrados acima de 100 quilômetros e outras são migradoras de curta distância, com deslocamentos de até 100 quilômetros (CAROLSFELD et al., 2003). Essa situação possui aplicabilidade para a ictiofauna da UGH Santana Aporé, portanto, há nesta unidade potencial de indivíduos ou populações de espécies de peixes migradoras realizarem tanto longas migrações quanto curtas.

Na época da piracema, que ocorre coincidente com o pico de cheias, geralmente entre outubro e março na região do presente estudo, a maioria das espécies está em plena atividade reprodutiva, com gônadas repletas de ovócitos e espermatozoides. Contudo, o sucesso reprodutivo da ictiofauna pode ser confirmado através de estruturas morfológicas dos ovários relacionadas à ovulação, como os folículos pós ovulatórios. Também pode ser avaliada com o registro de ictioplâncton, através da captura de ovos e larvas dos peixes (NAKATANI et al., 2001).

Os ovos e larvas de peixes de água doce são fases iniciais de vida, bastante sensíveis e vulneráveis devido aos seus aspectos anatômico-funcionais. Estas fases de vida se desenvolvem geralmente rapidamente em ambientes em que há condições favoráveis ao crescimento. Portanto, a detecção dessas formas de vida dos peixes é importante e indica locais com qualidade ambiental necessários para que o sucesso reprodutivo dos peixes ocorra (NAKATANI et al., 2001; ÁVILA-SIMAS et al., 2014). Os locais onde os ovos e larvas são detectados constituem por si importante fator a ser observado no contexto de sucesso reprodutivo da ictiofauna neotropical, pois se pode avaliar sob a dinâmica espacial as áreas de vida dessas formas de vida e pode indicar prováveis locais de desova da comunidade de peixes.

A instalação de barramentos com formação de reservatórios artificiais nos rios da região neotropical pode causar diversas alterações na qualidade da água e alterações negativas na ictiofauna de um determinado sistema hidrográfico. Salienta-se que, de uma comunidade avaliada, as espécies reofílicas, por dependerem de um trecho lótico de rio tendem a sofrer diretamente efeitos de alteração do ambiente.

Dentre as alterações e impactos pode-se destacar (AGOSTINHO et al., 2008): controle de vazões naturais dos rios; alterações na dinâmica dos nutrientes e minerais com consequências na produtividade natural do sistema; alteração de trechos de ambientes lóticos para lênticos, com dinâmicas hidrológicas e ecológicas distintas das anteriores; barramento e reservatório funcionando como barreiras geográficas à comunidade de peixes; alteração da comunidade com tendência de instalação e dominância de espécies sedentárias, eliminação das reofílicas nesses trechos; alteração da composição da ictiocenose nos reservatórios, com prevalência de espécies de pequeno e médio porte; impactos na dinâmica reprodutiva e da genética das comunidades, especialmente as migradoras; mortandade devido ao contato dos

peixes com estruturas e equipamentos das usinas durante a operação; alteração da qualidade da água liberada a jusante com reflexo na fisiologia dos peixes, e por fim, alterações na socioeconômica relacionada à nobreza e valor das espécies de peixes (HOEINGHAUS et al., 2009).

Portanto, vários aspectos da biologia das espécies de peixes neotropicais, especialmente dos reofílicos, são fundamentais de serem avaliados, sobretudo num contexto de bacia hidrográfica. Assim, a composição e distribuição da comunidade; reprodução; ocorrência de ovos, larvas e demais formas jovens; estrutura trófica da comunidade, composição da comunidade em termos de produtividade numérica e de biomassa, além do contexto da área de vida para as espécies migradoras são fatores-chave na compreensão da ocorrência espacial e temporal das comunidades de peixes.

No contexto geral de impactos de empreendimentos hidrelétricos, tanto para PCHs quanto para UHEs frente à comunidade de peixes (POMPEU et al., 2012 e WILKES ET AL., 2018), podem haver consequências negativas na área de influência do empreendimento hidrelétrico ou da bacia quando há cumulatividade, especialmente aquelas citadas anteriormente neste documento, as quais podem se destacar:

- Eliminação das espécies reofílicas, ameaçadas ou de interesse socioeconômico;
- Alteração da composição da comunidade de peixes de ordem taxonômica;
- Na ecologia funcional da comunidade;
- Na ecologia trófica da comunidade;
- Alterações na produtividade numérica e de abundância dos peixes;
- Alteração na ictiocenose;
- Alterações e influência na dinâmica reprodutiva das espécies, especialmente as reofílicas e migradoras;
- Alteração e influência no desenvolvimento e áreas de vida das formas iniciais, os ovos e larvas e juvenis.

A fase de operação de empreendimentos hidrelétricos pode causar percalços a comunidade de jusante, pois os cardumes podem entrar em contato direto com estruturas e equipamentos dos empreendimentos bem como as comunidades podem

ser prejudicadas em função de regulação hidrológica. Impactos estes que podem ocorrer em diferentes proporções, abrangências e magnitudes, de acordo com o porte do empreendimento, condições operacionais e ambientais de momento além do porte do empreendimento, tendo em vista a possibilidade de PCHs e UHEs.

4.3.4.3 Macroinvertebrados bentônicos

Segundo Esteves et al., (2011) e Ligeiro et al. (2014), os macroinvertebrados bentônicos são animais (p.ex., insetos, crustáceos, anelídeos, moluscos, dentre outros) com tamanho de corpo superior a 0,5 mm, que podem usualmente serem vistos a olho nu e habitam o fundo dos corpos d'água.

Os macroinvertebrados bentônicos desempenham importantes funções na manutenção de processos ecológicos em riachos incluindo: (i) participam ativamente da degradação da matéria orgânica (material morto animal e vegetal) que se acumula no leito dos riachos; (ii) são elos importantes nas teias tróficas aquáticas, frequentemente disponibilizando os nutrientes e a energia transferidos de organismos menores e de detritos orgânicos para níveis tróficos superiores (p.ex., assembleias de peixes, anfíbios e outros invertebrados); (iii) são importantes na ciclagem de nutrientes, liberando nutrientes estocados no compartimento sedimentar para a coluna d'água - Ligeiro et al. (2014). Segundo este trabalho, o grupo dos macroinvertebrados bentônicos pode ser considerado indicador de condições ecológicas pois possui espécies que tem um espectro de tolerância a alterações e qualidades do ambiente; possuem uma pequena ou determinada área de vida, o que indica espacialmente as condições do local avaliado, tem boa viabilidade de amostragem e possuem relativo longo tempo de ciclo de vida o que permite ter o componente temporal nos estudos do grupo.

Segundo Tupinambás et al. (2015), a alteração de regimes hidrológicos naturais em rios afeta a estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados, em termos de diversidade taxonômica, abundância relativa de famílias e ordens, riqueza e densidade bem como atributos funcionais. Cita-se também a dominância por espécies tolerantes nas comunidades após impactos como os de empreendimentos hidrelétricos. Esta autora e colaboradores enfatizam a estreita relação entre espécies

dos macroinvertebrados bentônicos e a seletividade de habitats no sentido de que em função da alteração de habitat, a comunidade de macroinvertebrados responde, também pela alteração da sua comunidade.

Reforçando este contexto, Molozi et al. (2013) colocam que em geral é esperado que nos reservatórios a riqueza de espécies dos macroinvertebrados bentônicos seja sempre inferior à dos rios anteriormente a implantação dos empreendimentos hidrelétricos e que nesta condição há favorecimento para o crescimento da riqueza de espécies exóticas. Portanto, o grupo sofre impactos negativos sob a implantação e operação de empreendimentos hidrelétricos, sendo a riqueza e densidade alterada nas comunidades dos zoobêntos em áreas de influência de hidrelétricas. Os trabalhos supracitados bem como Morais et al., (2014) não apontam diferenças entre porte de empreendimentos, como entre UHEs e PCHs em relação às influências sobre as comunidades dos macroinvertebrados bentônicos, e sim a qualidade ambiental geral da bacia que reflete nos ambientes aquáticos.

Assim este grupo além da relevância ecológica intrínseca, é também ótimo bioindicador para o acompanhamento ambiental em habitats sob influência antropogênica como as áreas de influência de empreendimentos hidrelétricos, como colocam também Morais et al., (2014).

4.3.4.4 Macrófitas Aquáticas

Segundo Pompêo (2017): ecologicamente, reservatórios são sistemas de transição entre rios e lagos, com mecanismos de funcionamento específicos, dependentes da bacia e dos usos do sistema. Suas características morfométricas e sua posição na bacia hidrográfica fazem com que funcionem como um acumulador de informações processadas ao longo de sua bacia hidrográfica. Essas informações são decodificadas pelas comunidades biológicas, refletidas por alterações na composição fitoplanctônica e zooplanctônica (TUNDISI, 1985). Além da influência alóctone os reservatórios apresentam dinâmica própria, reflexo do seu tempo de residência, morfometria e profundidade. Portanto, lagos e reservatórios são depositários dos eventos presentes e passados de sua bacia de drenagem e a dinâmica, a estrutura e

o funcionamento desses ecossistemas aquáticos repousam, em parte, sob a influência externa (HENRY, 1990).

Pompêo (2017) não menciona diferenças relevantes para as dinâmicas ambientais das macrófitas em relação ao porte dos reservatórios, como entre UHEs ou PCHs.

Ainda Pompêu (2017) menciona que as macrófitas aquáticas representam um grande grupo de organismos que crescem em águas interiores e salobras, estuários e águas costeiras (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008; THOMAZ; ESTEVES, 2011). Em relação às águas interiores, mesmo em baixa biomassa, dificilmente as plantas aquáticas estão ausentes de lagos, rios e reservatórios ou outras massas de águas. Mas a sua presença não pode ser considerada um fato indesejável, embora o intenso e descontrolado crescimento da vegetação aquática de fato pode se tornar problema em muitos reservatórios brasileiros. Isto porque estes corpos hídricos são empregados no abastecimento público, geração de energia elétrica, recreação e esportes náuticos, ou em lagos pequenos de chácaras, sítios e fazendas, e mesmo em praças públicas. Os reservatórios artificiais, como de UHEs, PCHs e açudes, em particular, têm sido afetados pelo desenvolvimento maciço dessas espécies, fato que geralmente não é observado em seus habitats naturais, as áreas alagáveis (THOMAZ, 2002). Em linhas gerais o crescimento explosivo dessas plantas tem a potencialidade de atingir tal biomassa que poderá cobrir todo espelho d'água ou o fundo do lago ou reservatório, comprometendo os usos atuais e futuros do sistema, com impactos nos serviços ecossistêmicos – os benefícios diretos e indiretos propiciados pelo homem a partir dos ecossistemas, produzindo o bem-estar humano. Quando isso ocorre, o desejável é empreender esforços para compreender as causas, mas também para controlar as consequências, isto é, o intenso crescimento, reduzindo os efeitos negativos decorrentes da grande biomassa vegetal formada. Assim, em determinados casos são necessárias ações em curto prazo, como a simples remoção da vegetação que impede a passagem de embarcações (POMPÊO, 2008). Não foi verificado em literatura técnico-científica casos de crescimento explosivo de macrófitas na UGH Santana-Aporé.

A importância das macrófitas sobre tudo em ambientes artificiais como dos reservatórios de hidrelétricas é indicado por Pompêo (2017): apresentam grande capacidade de adaptação e amplitude ecológica, sendo encontradas nas margens e nas áreas rasas de rios, lagos e reservatórios, mas também em cachoeiras e fitotelmos, nas regiões costeiras, em água doce, salgada e salobra (ESTEVES, 1988), ou em ambientes alterados, como em lagoas provenientes da cava de exploração de carvão ou em barragens de rejeito de mineração. Dada à heterogeneidade filogenética e taxonômica das macrófitas aquáticas, diferentes grupos dessas plantas são reconhecidos no Brasil, e elas são preferencialmente classificadas quanto ao seu biótopo. Essa classificação reflete, principalmente, o grau de adaptação das macrófitas ao meio aquático – ilustração na Figura a seguir.

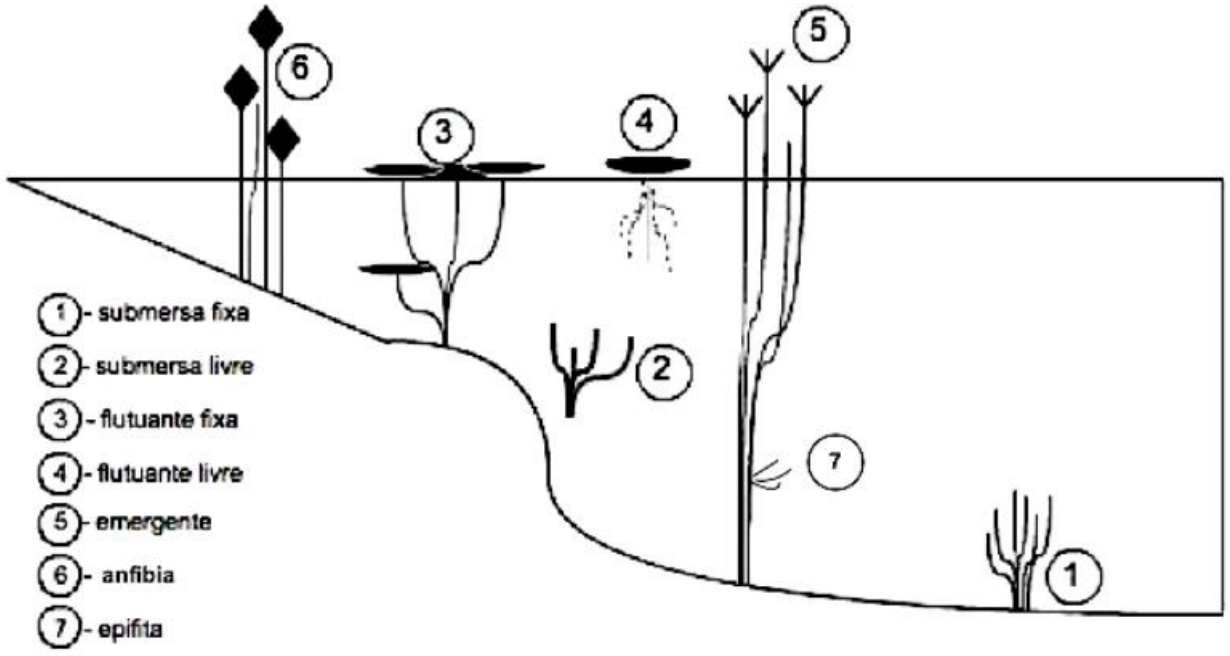


Figura 130 – Biotipos e zonação de macrófitas em um lago.

Fonte: Modificado de Irgang *et al.*, 1984.

A eutrofização também pode levar ao crescimento explosivo de algas, cianobactérias ou macrófitas aquáticas, em que pese não ter sido verificada para a UGH Santana-Aporém em literatura técnico-científica.

De acordo com Pompêu (2017), para cada finalidade de uso dos reservatórios artificiais, há diferentes intensidades dos impactos decorrentes do excessivo crescimento de macrófitas aquáticas, mas há também diferentes impactos nos usos do reservatório decorrentes das ações de controle aplicadas. No caso da efetiva infestação, é conveniente que os procedimentos de controle tenham seus princípios norteados por um amplo programa de gestão ambiental previamente elaborado, incorporando em suas premissas propostas de monitoramento e manejo da qualidade das águas, particularmente referentes aos impactos ocasionados pelo crescimento das macrófitas aquáticas.

Assim, o grupo das macrófitas aquáticas é natural aos ambientes de água doce, podendo ocorrer em densidades compatíveis com os usos previstos ou esperados de um reservatório. Porém uma complexa conjuntura de fatores como a carga orgânica do reservatório, seu estado trófico, o tempo de detenção da água, a biologia das espécies de macrófitas que habitam os ambientes e outros podem fazer com que haja explosões de colonização dos reservatórios por macrófitas. Por isso sua proliferação tem relação direta com a carga orgânica e qualidade da água. Como resultado pode haver diversos impactos negativos nos usos múltiplos de um reservatório. Neste sentido, POMPÊO (2017) aponta que se deve haver gestão ambiental ativa das macrófitas em reservatórios artificiais para que em cada caso as ações mais adequadas sejam aplicadas às macrófitas de forma a manter os reservatórios em condição de prover os usos previamente destinados. O autor também coloca que em casos de diversos reservatórios em uma mesma bacia a gestão ambiental das macrófitas deve obedecer a escala de bacia para a adequada atuação sobre estes organismos. Esta situação não foi verificada para a UGH Santana-Aporé em literatura técnico-científica.

4.3.4.5 Considerações gerais sobre os ecossistemas aquáticos

A UGH Santana-Aporé, segundo dados levantados tem o potencial de ocorrência de 349 espécies de peixes oriundos dos mais variados habitats dos ecossistemas aquáticos desta bacia. Dentre estas espécies, há uma representatividade para espécies migradoras da bacia do Alto Paraná (n=20), bem como de espécies Endêmicas (n=39) e ameaçadas de extinção nacionalmente (n=18). Dentre as alóctones (n=75), há determinadas espécies exóticas que se destacam por impactar as comunidades de peixes de modo mais bem relatado na literatura como as (n=9) já citadas *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli*, *Cyprinus carpio*, *Poecillia reticulata*, *Poecillia vivípara*, *Cichla kelberi, Cichla piquiti*, *Plagioscion squamosissimus* e o bagre-africano *Clarias gariepinus* (ALVES et al., 2007, BRITO et al., 2018). Portanto as alóctones têm representatividade de 20% no potencial de ocorrência de espécies na UGH Santana-Aporé. Há o potencial também de registro de pesca, como levantado para 28 espécies da ictiofauna que constituem pescado em demais regiões abrangidas pelos estudos aqui utilizados. Por fim a ictiofauna da bacia do rio Aporé tem potencial de alcançar expressivos valores de riqueza, contendo representatividade relevante em relação a riqueza da bacia do sistema do Alto Rio Paraná, em especial pode abrigar espécies com interesse de conservação da ictiofauna, como ameaçadas, endêmicas, reofílicas e migradoras. Por outro lado a potencial presença de espécies exóticas ou alóctones na bacia merece ser considerada como fator importante nas ações de gestão ambiental da bacia.

De fato, a ictiofauna os macroinvertebrados bentônicos e as macrófitas são grupos de organismos dos ecossistemas aquáticos impactados pelas alterações de habitats em quaisquer locais onde se instalam e operam reservatórios artificiais para fins diversos. A magnitude e significância dos impactos sob estes grupos frente a possíveis alterações ambientais é própria a cada um dos grupos que responde de acordo com uma complexa conjuntura ambiental existente nas áreas. De maneira geral, o uso dos solos em escala de bacias hidrográficas determina também em escala local as dinâmicas e arranjos das comunidades da biota aquática, meio qual os três grupos aqui tratados se inserem. De modo claro, usos dos solos e da bacia a montante refletem por efeito montante-jusante o território da bacia hidrográfica, sendo esta uma unidade de gestão territorial existente. Por isto, em geral o recomenda-se que a gestão

dos ecossistemas aquáticos também seja realizada na escala regional da sub-bacia hidrográfica.

Em termos específicos, a ictiofauna típica de rios, onde há ambientes lóticos tende a ter suas comunidades alteradas em função de alteração de habitats em situações que estes são ambientes previamente existentes em áreas de influência de quaisquer reservatórios artificiais. Nestas circunstâncias, pode haver eliminação de espécies reofílicas em determinadas áreas e até mesmo eliminação de espécies migradoras. É comum haver também impactos secundários relacionados a ictiofauna como alterações na pesca de subsistência ou comercial e turismo pesqueiro.

Os macroinvertebrados bentônicos tem papel funcional nas cadeias tróficas dos ecossistemas aquáticos, e tem suas comunidades alteradas quando os habitats naturais são modificados. Devido à seletividade de qualidade ambiental de determinadas espécies dos macroinvertebrados, o grupo produz respostas e dinâmicas ecológicas quando se encontra sob alterações ambientais. Desta maneira, os zoobêntos são reconhecidos como bons bioindicadores e ferramentas de acompanhamento dos processos históricos nos ecossistemas aquáticos em delineamentos amostrais quaisquer, o que é aplicável naturalmente a estudos na UGH Santana-Aporé.

Por fim as macrófitas aquáticas constituem grupos de plantas de ocorrência natural nos sistemas de água doce, podendo ocorrer em densidades consideradas ecologicamente normais. Por outro lado, quaisquer reservatórios artificiais, como os eventualmente já existentes e futuramente existentes na UGH Santana-Aporé podem produzir ambiente favorável a colonização e ocupação da área de forma explosiva ou dominante por estes grupos de plantas. Nestas condições, pode haver comprometimento da qualidade das águas gerando eutrofização e alterando os parâmetros físicos e químicos da água, tornando imprópria ao consumo humano dessedentarão animal, ou também como consequência pode haver comprometimento da viabilidade dos usos os quais são objetivo de um determinado reservatório. Desta maneira, as macrófitas aquáticas emanam monitoramento ambiental constante e mediante necessidade haja execuções de manejo, para que se conheça e atue sobre este grupo da maneira mais adequada possível, em específico na UGH Santana-Aporé e suas sub-bacias.

A lista de referências bibliográficas traz literaturas científicas consolidadas e de notório lastro técnico científico e podem ser consultadas para pormenores específicos no avanço dos estudos e acompanhamentos dos grupos aqui tratados na UGH Santana Aporé.

4.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.A.; PELICICE, F.M.; GOMES, L.C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. Brazilian Journal of Biology, v. 68, p. 1119-1132.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; DANTAS, A.S.L.; CARNEIRO, C.R.; MELO, M.S. & BISTRICHI, C.A. 1981. Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. V. I - Nota explicativa. IPT -DMGA, 126p.

ALVES, C.B.M.; VIEIRA, F.; MAGALHÃES, A.L.B.; BRITO, M.F.G. 2007. Impacts Of Non-Native Fish Species In Minas Gerais, Brazil: Present Situation And Prospects. Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities, 291-314.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021a) Projeto Monitor das Secas. Disponível em: https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=8&ano=2021

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021b) Dados do Sistema Interligado Nacional. Disponível em: https://www.ana.gov.br/sar/sin/b_parana

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021c) ANA declara situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-declara-situacao-de-escassez-quantitativa-dos-recursos-hidricos-da-regiao-hidrografica-do-parana

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Assuntos / Gestão das águas / Panorama das águas / Regiões Hidrográficas / Região Hidrográfica Paraná.** Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-

br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas/regiao-hidrografica-parana#:~:text=A%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20Paran%C3%A1%20ocupa,maior%20desenvolvimento%20econ%C3%B4mico%20do%20pa%C3%ADs.>. Acesso em: mar, 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações.** ANA, 2014. Disponível em: < https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf>. Acesso em: mar, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas - Parte 1.** Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/707f0e9a8bbf4b31b02c3c4508377749_0>. Acesso em: out, 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras.** Brasília, 2015. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf. Acesso em: mar, 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.** Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Brasília, 2011. Disponível em: < http://cbhparanaiba.org.br/uploads/documentos/PRH_PARANAIBA/DOCUMENTOS_APOIO/ParteCAnexos.pdf>. Acesso em: mar, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **GEOFT_BHO_PONTODRENAGEM.** Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia do Rio Paranaíba. Brasília, 2014. Disponível em: < https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/09436656-f4cf-4793-b169-33700b2d40ee>. Acesso em: jan, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **GEOFT_BHO_RIO.** Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia do Rio Paranaíba. Brasília, 2014. Disponível em:

< https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/09436656-f4cf-4793-b169-33700b2d40ee>. Acesso em: jan, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano de ação de recursos hídricos da unidade de gestão hídrica Santana-Aporé. Brasília: ANA, 2013b. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prh-paranaiba/planos-de-acoes>.Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Brasília: ANA, 2013a. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prhparanaiba/plano>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Vulnerabilidade a Inundações na Bacia do Rio Paranaíba.** Brasília, 2016. Disponível em <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/4926e71c-4b3a-4719-9d58-b088fba78775>. Acesso em: mar, 2021.

ÁVILA-SIMAS, S.; REYNALTE-TATAJE, D.A.; ZANIBONI-FILHO, E. 2014. Pools and rapids as spawning and nursery areas for fish in a river stretch without floodplains. Neotropical Ichthyology, 2014, DOI: 10.1590/1982-0224-20130116.

BONFIM, Luiz Fernando Costa. Mapa Hidrogeológico da Folha SE22 (Goiânia). Projeto Carta Hidrogeológica do Brasil ao milionésimo. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2010.

BRITO, M.F.G.; A.L.B. MAGALHAES; LIMA-JUNIOR, D.P.; PELICICE, F.M.; AZEVEDO-SANTOS, V.M.; GARCIA, D.A.Z.; CUNICO, A.M.; VITULE, J.R.S. Brazil naturalizes non-native species. SCIENCE (NEW YORK, N.Y.: ONLINE), v. 361, p. 139-139, 2018.

CAMPO GRANDE. **Decreto Municipal N°. 11.303, de 02 de setembro de 2010.** Altera dispositivo do Decreto N°. 7.884/1999 e dá outras providências.

CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C. & BAER, A. (2003). Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status. Victoria, BC: World Fisheries Trust.

CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C. & BAER, A. (2003). Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status. Victoria, BC: World Fisheries Trust.

CASAS., S.L.; SEGURA, L.F.J.; AGOSSTINHO, A.A.; PEREZ, C.M. 2016. Potamodromous migrations in the Magdalena River basin: bimodal reproductive patterns in neotropical rivers. Journal of Fish Biology doi:10.1111/jfb.12941

CHRISTOFOLLETI, Antônio. **Geomorfologia.** 2ªedição. São Paulo. 1980.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Manual de cartografia hidrogeológica. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Recife, 2014a.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Relatório Diagnóstico Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná - Bacia Sedimentar do Paraná. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, CPRM. Belo Horizonte, 2012b Vol. 14, 40 p.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Relatório Diagnóstico Sistema Aquífero Guarani nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná – Bacia Sedimentar do Paraná. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, CPRM. Belo Horizonte, 2012a Vol. 15, 39 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa hidrogeológico do Brasil. CPRM, 2014b.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. Estudo de Águas Subterrâneas, Regiões Administrativas 7, 8, 9 - Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba. São Paulo: DAEE, 1976. v. 1 e 2.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência: INEP. 1988. 575 p.

ESTEVES, F.DE A.; LEAL, J.J.F. & CALLISTO, M. Comunidade bentônica. In: Fundamentos de Limnologia. Esteves, F.de A. Interciência. 3 ed., p. 581-603, 2011.

FRICKE, R., ESCHMEYER, W. N. & VAN DER LAAN, R. (eds) 2021. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. (http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp). Electronic version accessed dd mmm 2021.

FROEHLICH, O.; CAVALLARO, M.; SABINO, J.; SÚAREZ, Y.R.; VILELA, M.J.A. 2017. Checklist da ictiofauna do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017151, 2017.

FROESE R, PAULY D (Editors). 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponível em < www.fishbase.org>.

GÉRY, J. 1969. The freshwater fishes of South America. Pp. 829–847 in Fittkau, J.I., Klinge, J.H., Schawabe, G., & H. Sioli (eds.). Biogeography and ecology in South America. Netherlands.

GODINHO, A. L., I. R. LAMAS & H. P. GODINHO. 2010. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. Environmental Biology of Fishes, 87:143-162.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro. 1997.

HENRY, R. Estrutura especial e temporal do ambiente físico e químico a análise de alguns processos ecológicos na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP) e na sua bacia hidrográfica. 1990. 242 f. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1990.

HOEINGHAUS, D.J., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. et al. (2009) Effects of river impoundment on ecosystem ser- vices of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. Conservation Biology 23, 1222-1231.

IANHEZ, Afonso Celso et. al. Geologia. In: Brasil. Ministério da Minas de Energia. Projeto RADAMBRASIL.Levantamento de Recursos Naturais. Folha SE. 22 Goiânia. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1983. 768p. p. 23-348.v.31

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Assuntos / Notícias / Destaque / ÁREAS ÚMIDAS SÃO ESSENCIAS PARA A BIODIVERSIDADE.** Brasília, 2015. Disponível em: < https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/destaque/areas-umidas-sao-essencias-para-a-biodiversidade>. Acesso em: mar, 2021.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2021a) Dados de normal climatológica 1981-2010.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2021b) Dados recentes de precipitação pluviométrica (2020-21).

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservação do Cerrado. Belo Horizonte: Megadiversidade, v.1, pp. 147-155, 2005.

LANGEANI, F., CASTRO, R.M.C., OYAKAWA, O.T., SHIBATTA, O.A., PAVANELLI, C.S.& CASATTI, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual perspectivas futuras. Biota Neotropica.

LANGEANI, F.; REGO, A.C.L. 2014. Guia ilustrado dos peixes da bacia do rio Araguari. 1. ed. Uberlândia: Grupo de Mídia Central (GMBC), v.1.195p.

LIGEIRO, R.; FERREIRA, W.; CASTRO, D.; FIRMIANO, K. R. ; SILVA, D. & CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos em riachos de cabeceira: múltiplas abordagens de estudos ecológicos em bacias hidrográficas. In: CALLISTO, M.; ALVES, C.B.M.; LOPES, J.M. & CASTRO, M.A. (org.) Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, v. 1, p. 127-160, 2014. (Série Peixe Vivo, 2).

LOWE-MCCONNELL, R.H. (Ed.), 1987. Ecological studies in tropical fish communities.Tropical Biology Ser., University Press, Cambridge, UK.

MAKRAKIS, C.M.; MIRANDA, L.E.; MAKRAKIS, S.; FONTES JÚNIOR; H.M.; MORLIS W.G.; J.H.P.DIAS, J.H.P.; GARCIA J.O. 2012. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin. Journal of Fish Biology (2012) 81, 866-881.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. PORTARIA MMA Nº 445, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014.

MIRANDA, ACL, BAZZOLI, N., RIZZO, E. et al. Ovarian follicle atresia in two teleost species: a histological and ultrastructural study. Tissue & Cell. 1999, vol. 31, no. 5, p. 480-488.

MOLOZZI, J.; FEIO, M.J.; SALAS, F.; MARQUES, J.C. & CALLISTO, M. 2013. Maximum ecological potential of tropical reservoirs and benthic invertebrate communities. Environmental Monitoring Assessment, DOI 10.1007/s10661-012-3049-3.

MORAIS, L.; FARIAS, R.L.; MARTINS, I.; BARBOSA, J.E.L.; MOLOZZI, J.; ANACLÉTO, M.J. & CALLISTO, M. Bioindicadores bentônicos de qualidade ambiental em reservatórios da CEMIG. In: CALLISTO, M.; ALVES, C.B.M.; LOPES, J.M. & CASTRO, M.A. (org.) Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, v. 1, p. 161-184, 2014. (Série Peixe Vivo, 2).

MORETON, L. C.. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Iporá. Folha SE.22-V-B. Escala 1:250.000. Estado de Goiás / organizado por Luiz Carlos Moreton – Brasília: CPRM, 2001. Disponivel em: http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Projeto-Ipora-410.html Acesso em 5 de julho de 2020.

NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A, BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V., MAKRAKIS, M. C., PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. EDUEM. Maringá. 378 pp., 2001.

NSW - NATIONAL WEATHER SERVICE (2021) Historical El Niño/La Niña Episodes (1950–Present)". United States Climate Prediction Center / NOAA / NATIONAL WEATHER SERVICE. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

OLIVEIRA, A.M.S. & MONTICELLI, J.J. (2018) Geologia de Engenharia e Ambiental. Livro – ABGE, 3v.

OLIVEIRA, G.S. (2001) O El Niño e Você - O Fenômeno Climático. Transtec Ed. INPE/São José dos Campos, SP. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), Março de 2001.

OLSZEVSKI, Nelci; FILHO, Elpidio Inácio Fernandes; COSTA Liovando Marciano da, et all. **Morfologia e Aspectos Hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, Divisa dos Estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais.** Viçosa, 2011.Disponível em: < https://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n3/a11v35n3.pdf >. Acesso em: mar, 2021.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico (2021) Dados do Subsistema Sudeste / Centro-Oeste - EAR atual. Disponível em: http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/reservatorios

OTA R.R, DEPRÁ, G.C, GRAÇA, W.J., PAVANELLI, C.S. (2018) Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, anno-tated and updated. Neotropical Ichthyology 16 (2): 1–111.

PELICICE, F.M.; POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A. 2014. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. Fish and fisheries. 14p.

PENA, G.S.; PEREIRA, A.D.C., TAKAHASHI, A. T. 1975. Projeto Goiânia II Goiânia, CPRM, v. 1. -Relatório Final. Convênio CPRM/DNPM.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros. 2017. São Paulo; Instituto de Biociências da USP, 138 p., DOI 10.11606/9788585658670. Disponível em http://www.ecologia.ib.usp.br/portal/macrofitas/.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas, Oecologia Brasiliensis, v. 12, n. 3, p. 406-424, 2008.

POMPÊO, M.; MOSCHINI-CARLOS, V. Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos. São Carlos: RIMA, 2003.

POMPEU, P.S., Agostinho, A.A. and Pelicice, F.M. (2012). Existing and future challenges: the concept of success- ful fish passage in South America. River Research and Applications 28, 504-512.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASSILÂNDIA. **Plano Municipal de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Cassilândia (MS)**. SERENCO: Serviço de Engenharia Consultiva. 2017. Disponível em: < https://www.cassilandia.ms.gov.br/uploads/legislacao/1%20-%20PMSB%20Cassilandia_VF_1217_R0%20(1).pdf#page=253&zoom=100,90,489> . Acesso em: Acesso em: mar, 2021.

SAMPAIO, W.M.S.; BELEI, F.; GIONGO, P.; SILVA, W.L.; ERIC CAZETTA, E. 2012. Ichthyofauna from Prata River (Aporé River microbasin, Paranaíba basin). Evolução e Conservação da Biodiversidade Rio Paranaíba, Vol. 3 Nº 1| 1-5 | jan-jul 2012.

SANTOS, G. B. 2010. A Ictiofauna da bacia do Alto Paraná (rio Grande e rio Paranaíba). MG. Biota, v. 2, p. 5-25.

SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M. B.; MIRANDA, M. O. T., 2005: Influence of the Abaete´ River on the reproductive success of neotropical migratory teleost Prochilodus argenteus in the São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam, southeastern Brazil. River Res. Appl. 21, 939-950.

SILVA, S.S.; BARBOSA, N.P.U.; CARVALHO, V.A.; CARDOSO, A.V. 2016. Confirmada a presença do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) em trecho da bacia do rio Paranaíba próximo da usina hidrelétrica de Emborcação. Boletim Ee Alerta n° 04 – 20/Out./2016.

STRAHLER, A. N. ***Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion altopography***. Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 11, p. 1117- 1142, Nov. 1952.

TALASKA, A. e ETGES, V. 2015. Os Conceitos Normatizados pela Legislação e a interpretação da Estrutura Agrária e Fundiária no Brasil. Mundo Agrário 16 de dezembro de 2015. Disponível em: https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/download/MAv16n33a10/7149/. Acessado em maio de 2021.

TANNUS, João Luis Sanches. **Estudo da Vegetação dos Campos Úmidos de Cerrado: Aspectos Florísticos e Ecológicos.** Rio Claro, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100640/tannus_jls_dr_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em: mar, 2021.

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. Planta Daninha, v. 20, p. 21-33, 2002.

THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. S. E. Comunidade de macrófitas aquáticas. In: Esteves, F. A. E. Fundamentos de Limnologia. 3a Ed. Rio de Janeiro. 2011. Interciência, p.461-518.

TUNDISI, J. G. 1985. Represas artificiais: perspectivas para o controle e manejo da qualidade da água para usos múltiplos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 4., Fortaleza. p. 36-59.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631 p.

TUPINAMBÁS, T.H.; CORTES, R.M.V.; HUGHES, S.J.; VARANDAS, S.G.; CALLISTO, M. 2015. Macroinvertebrate responses to distinct hydrological patterns in a tropical regulated river. ECOHYDROLOGY Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/eco.1649.

VANNOTE, R. L. ET AL. 1980: The river continuum concept. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences 37: 130-137.

VAZZOLER, A. E. A. de M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 1996, 169 p.

WILKES, M, WEBB, A, POMPEU, P, SILVA, L, VOWLES, A, BAKER, C, FRANKLIN, P, LINK, O, HABIT, E & KEMP, P. 2018. 'Not just a migration problem: Metapopulations, habitat shifts and gene flow are also important for fishway science and management' River Research and Applications, no. Special

5 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O uso da terra, entre as várias definições existentes, geralmente associadas às atividades conduzidas pelo homem relacionadas com uma extensão de terra ou a um ecossistema, foi considerado como uma série de operações, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra (BIE et al., 1996) ou seja, a atividade do homem que se acha diretamente relacionada com a terra (CLAWSON & STEWART, 1965 apud ANDERSON et al., 1979). O uso da terra está relacionado com a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície básica. (BOSSARD et al., 2000; IBGE, 2013).

A cobertura da terra foi definida como os elementos da natureza como a vegetação (natural e plantada), água, rocha exposta etc., além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra (BIE et al., 1996; BURLEY, 1961 apud ANDERSON et al., 1979; IBGE, 2013).

Neste contexto, para o desenvolvimento do mapeamento, foi utilizada a metodologia de classificação supervisionada de imagem. Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse (DPI/INPE, 2006).

O método de classificação utilizado para este mapeamento foi o pixel a pixel. Para este método, é utilizada apenas a informação espectral de cada pixel para achar regiões homogêneas. A técnica de classificação multiespectral utilizada foi a de máxima verossimilhança (MAXVER). MAXVER é o método de classificação, que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (DPI/INPE, 2006).

Foram usadas imagens de novembro de 2020 do satélite Sentinel 2 da GMES (Monitorização Global do Ambiente e Segurança), com resolução espacial de 12m, sendo elas:

L1C_T22KBC_A019455_20201126T134210

L1C_T22KBD_A019455_20201126T134210

L1C_T22KBE_A019455_20201126T134210

L1C_T22KCC_A019455_20201126T134210

L1C_T22KCD_A019455_20201126T134210

L1C_T22KCE_A019455_20201126T134210

L1C_T22KDC_A028392_20201128T133225

L1C_T22KDC_A019455_20201126T134210

L1C_T22KDD_A019455_20201126T134210

L1C_T22KDD_A028392_20201128T133225

L1C_T22KDE_A019455_20201126T134210

As amostras, que antecederam a classificação, foram direcionadas, prioritariamente para as tipologias: corpo d'água e área hidromórfica. Para melhor análise das tipologias, utilizou-se de "falsa cor" nas imagens, para que o objeto alvo fosse destacado. Desta forma, a composição dada para a tipologia "corpo d'água" foi a RGB843 e para a "área hidromórfica" foi a RGB483 - realce tipo: *Histogram Equalize*. A vegetação natural foi estabelecida por meio da utilização do método NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* - Índice de Vegetação). Este método utiliza as bandas vermelho e infravermelho-próximo em sua equação.

Posteriormente, houve a necessidade de revisões para a retirada de ruídos na classificação e eventuais erros de interpretação gerados pelo *software*. As tipologias: área urbanizada, silvicultura e lavoura temporária foram mapeadas com vetorização manual por meio de fotointerpretação de imagens de satélite do *Google Earth* e posteriormente confirmadas na imagem base do projeto. Nos rios principais (tipologia corpo d'água), a vetorização manual também se fez necessária para maior detalhamento.

Em relação à nomenclatura da cobertura e do uso da terra, de acordo com o IBGE (2013), ela precisa estar adequada para mapear a diversidade do território considerado e deve ser compatível com a escala, o tamanho da menor área a ser mapeada, a fonte básica de dados e com as necessidades dos virtuais usuários. Assim, neste trabalho foi considerada a definição das classes segundo a metodologia apresentada no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), sendo elas:

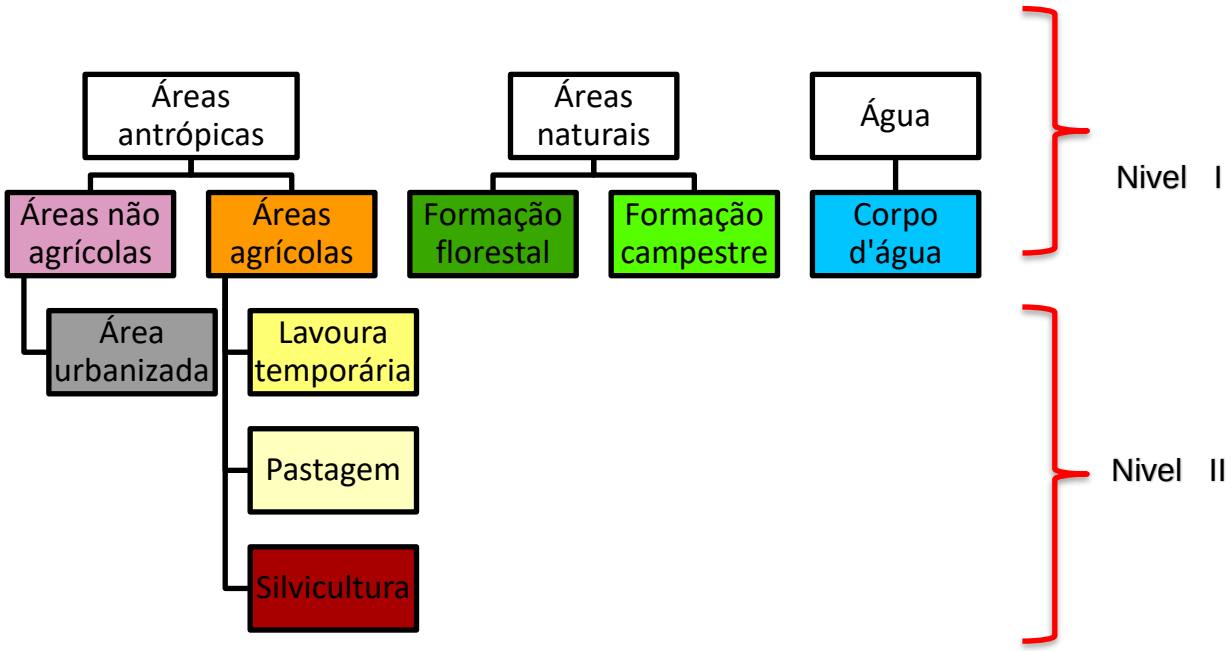


Figura 131 – Adaptação do esquema de construção de nomenclatura da cobertura terrestre.

Fonte: IBGE (2013), adaptado de Heymann (1994).

5.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBETURA VEGETAL

5.1.1 Uso e ocupação do solo – Plano anterior

No Plano anterior, o mapeamento de uso e ocupação do solo mostrava que na UGH Santana-Aporé era predominante a utilização de áreas para pastagem, com prevalência da agricultura no extremo oeste da UGH, em área majoritariamente pertencente ao município de Chapadão do Sul. Foram identificados também: cerrado (11,5%), áreas de reservatório (2,8%) e floresta (1,4%), além de pequenas porções com área urbana (0,3%).

Entre os usos predominantes, a pecuária ocupava 74,2% da área total da UGH Santana-Aporé (maior, se comparado ao todo da bacia do rio Paranaíba – 35,3%). A agricultura, por outro lado, ocupava 9,6% nesta UGH (34,1% na bacia do rio Paranaíba). Os usos agropecuários, portanto, alcançavam 83,8% na UGH Santana-Aporé (ANA, 2013b). A Figura 132 representa estes quantitativos.

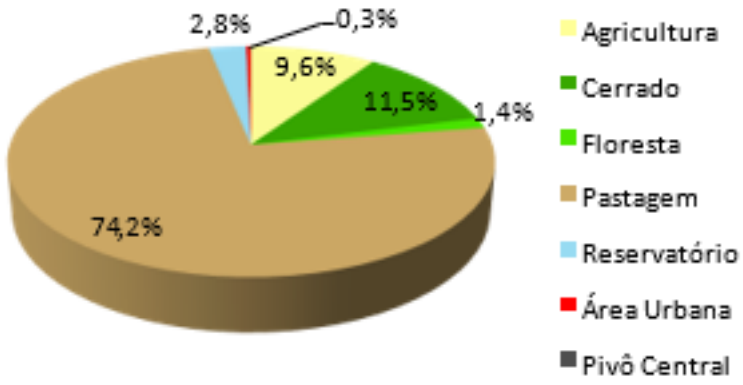


Figura 132 – Uso e ocupação do solo na UGH Santana-Aporé, apresentado no Plano anterior.

Fonte: ANA, 2013a,b

5.1.2 Uso do solo atual

O atual mapeamento indica a predominância áreas de pastagem (69,06%), estando presente em todo o território da UGH Santana-Aporé. As lavouras temporárias ocorrem sobretudo na região noroeste, no município de Chapadão do Sul, representando 10,16% da UGH. As áreas de formação florestal aparecem principalmente na região central da UGH, representando 13,60% da área total da UGH, na grande maioria estão associados aos cursos d'água. Áreas urbanizadas correspondem a 0,57%.

Na Figura 133, é apresentado o gráfico com quantitativo das classes de uso do solo e cobertura vegetal atual da UGH e, na Figura 134, sua distribuição espacial (mapa).

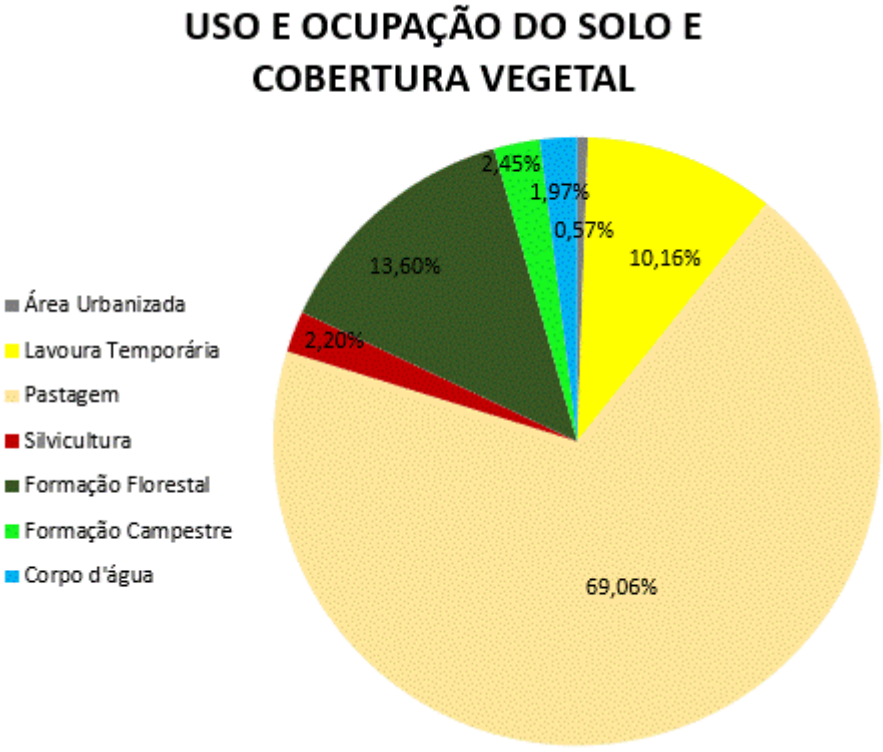
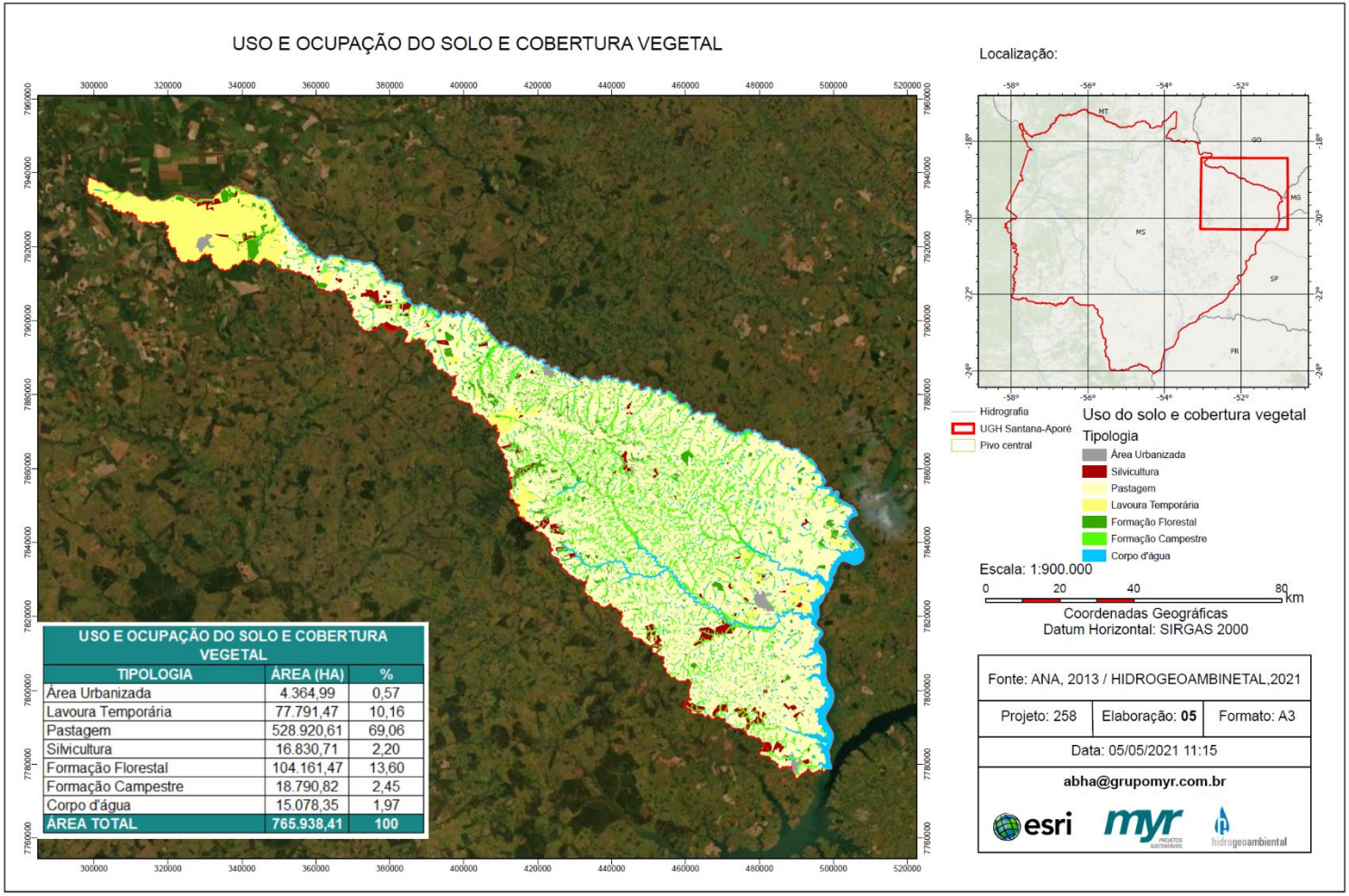


Figura 133 – Quantitativo das classes de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal atual na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Verifica-se que as áreas de pastagem e lavouras temporárias ocupam maiores áreas também nas sub-bacias, sendo amplamente predominante a pastagem em praticamente todas (à exceção das sub-bacias do Alto Aporé e Araré, nas quais ocorrem maiores áreas de lavouras – 69,1% e 42,4%, respectivamente). As maiores áreas urbanizadas estão na bacia de Santana, Alto / Médio Aporé e Sul/Formoso, refletindo as sedes municipais dos quatro municípios (Tabela 33).



USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL		
TIPOLOGIA	ÁREA (HA)	%
Área Urbanizada	4.364,99	0,57
Lavoura Temporária	77.791,47	10,16
Pastagem	528.920,61	69,06
Silvicultura	16.830,71	2,20
Formação Florestal	104.161,47	13,60
Formação Campestre	18.790,82	2,45
Corpo d'água	15.078,35	1,97
ÁREA TOTAL	765.938,41	100

Figura 134 – Mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal atual da UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 33 – Uso e ocupação do solo e cobertura vegetal nas sub-bacias de referência.

USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL - SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS					
Bacia	**Sub-bacia**	**Código da sub-bacia**	**Tipologia**	**Área (ha)**	**% em relação à área da sub-bacia**
Aporé	Alto Aporé	55	Formação Florestal	8.336,95	10,16
			Formação Campestre	947,63	1,16
			Silvicultura	1.786,27	2,18
			Pastagem	12.877,41	15,70
			Corpo d'água	230,70	0,28
			Lavoura Temporária	56.683,78	69,11
			Área Urbanizada	1.158,61	1,41
Aporé	Médio Aporé	56	Formação Florestal	15.418,52	17,79
			Formação Campestre	2.574,91	2,97
			Silvicultura	3.237,94	3,74
			Pastagem	61.016,92	70,41
			Corpo d'água	412,22	0,48
			Lavoura Temporária	3.402,62	3,93
			Área Urbanizada	591,03	0,68

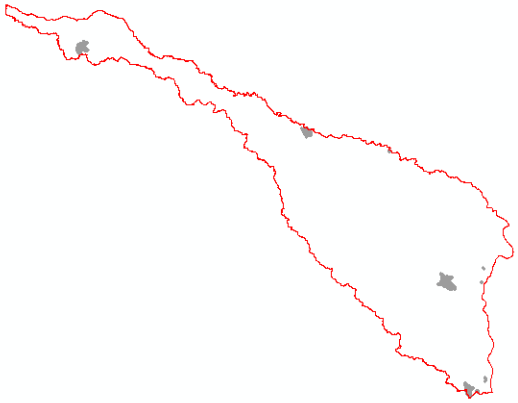
Aporé	Baixo Aporé	57	Formação Florestal	15.028,64	12,48
			Formação Campestre	3.867,61	3,21
			Silvicultura	221,89	0,18
			Pastagem	98.292,06	81,61
			Corpo d'água	1.608,43	1,34
			Lavoura Temporária	1.321,44	1,10
			Área Urbanizada	94,07	0,08
Barreiros	Barreiros	58	Formação Florestal	11.484,56	11,58
			Formação Campestre	3.298,73	3,33
			Silvicultura	437,36	0,44
			Pastagem	79.992,65	80,67
			Corpo d'água	967,91	0,98
			Lavoura Temporária	2.964,37	2,99
			Área Urbanizada	18,04	0,02
Santana	Santana	59	Formação Florestal	43.805,58	16,61
			Formação Campestre	6.541,88	2,48
			Silvicultura	6.200,71	2,35
			Pastagem	195.022,23	73,93
			Corpo d'água	752,17	0,29
			Lavoura Temporária	9.732,52	3,69

			Área Urbanizada	1.742,97	0,66
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	Formação Florestal	7.716,89	8,54
			Formação Campestre	1.368,98	1,51
			Silvicultura	4.730,69	5,23
			Pastagem	68.876,72	76,22
			Corpo d'água	6.801,68	7,53
			Lavoura Temporária	122,16	0,14
			Área Urbanizada	749,47	0,83
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Araré	65B	Formação Florestal	114,37	2,24
			Formação Campestre	12,31	0,24
			Silvicultura	72,91	1,43
			Pastagem	1.629,27	31,96
			Corpo d'água	1.095,67	21,49
			Lavoura Temporária	2.162,44	42,42
			Área Urbanizada	10,79	0,21
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Lontra/Macacos	65C	Formação Florestal	2.255,96	12,26
			Formação Campestre	178,77	0,97
			Silvicultura	142,94	0,78
			Pastagem	11.213,35	60,93

			Corpo d'água	3.209,57	17,44
			Lavoura Temporária	1.402,14	7,62

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.1 Área urbanizada



Esta classe compreende área de 4.364,99 ha (43,65 km^2), sendo 0,57% da área total da UGH.

Figura 135 – Representação espacial da classe área urbanizada na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Como área urbanizada, são consideradas aquelas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas. Compreendem locais de uso intensivo, estruturados por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais, não agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições que podem em alguns casos encontrar-se isolados das áreas urbanas (IBGE, 2013).

A UGH Santana-Aporé é intersectada pelos municípios de Aparecida do Taboado, Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba. Destas, está inserida parcialmente na UGH a sede municipal de Aparecida do Taboado e integralmente as sedes municipais de Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba, sendo esta última, cidade polo da região.

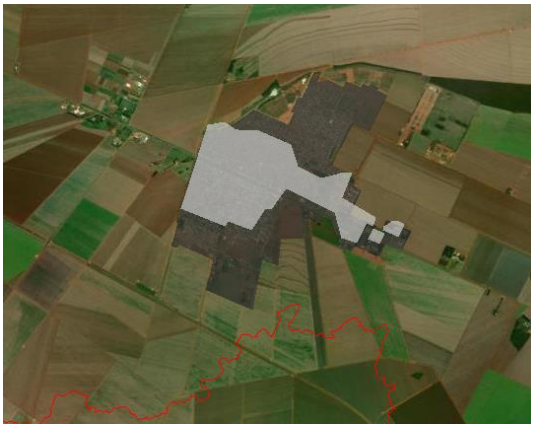
No Plano anterior, a sede do município de Chapadão do Sul aparecia parcialmente dentro dos limites da UGH, no entanto, com o detalhamento da base realizado para este Plano (apresentado no Capítulo 4.1), esta sede passou a ser considerada integralmente dentro dos limites da UGH (Figura 136). Existem ainda outras localidades menores análogas; no entanto, devido à escala de mapeamento, não foram contempladas na representação cartográfica.

Figura 136 – Detalhe da localização da sede de Chapadão do Sul em relação aos limites da UGH Santana-Aporé do Plano anterior (vede) e do Plano atual (vermelho).

Fonte: Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Em análise comparativa entre os anos de 2013 (ano de lançamento do Plano anterior) e 2021, detonada na Figura a seguir, é possível verificar que todas as sedes municipais tiveram aumento territorial, sendo os mais expressivos em Chapadão do Sul e Aparecida do Taboado.

Chapadão do Sul – Mancha urbana



Chapadão do Sul – imagem de campo (2021)

Cassilândia – Mancha urbana

Cassilândia – imagem de campo (2021)

Paranaíba – Mancha urbana

Paranaíba -– imagem de campo (2021)

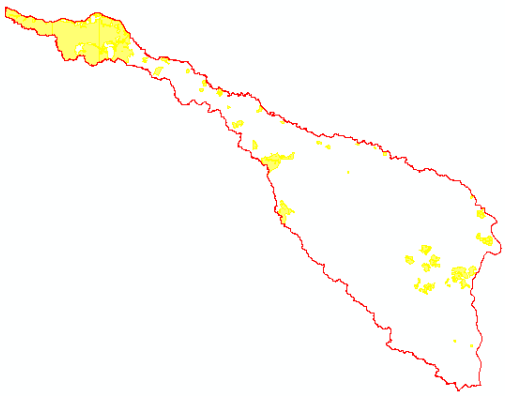
Aparecida do Taboado – Mancha urbana

Aparecida do Taboado – imagem de campo (2021)

Figura 137 – Sedes municipais presentes na UGH Santana-Aporé, apresentado o comparativo entre 2013 (cinza claro) e 2021 (cinza escuro). Em vermelho, o limite da UGH.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.2 Lavoura temporária



Esta classe compreende área de 77.791,47 ha (777,91 km^2), sendo 10,16% do total da UGH, com destaque em % em área para as sub-bacias do Alto Aporé (principalmente) e Araré; e para o município de Chapadão do Sul. Em valores absolutos de área, as maiores são nas sub-bacias do Alto Aporé (56.683,78 ha ou 72,9% do total geral) e Santana.

Figura 138 – Representação espacial da classe lavoura temporária na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Em termos conceituais, lavouras temporárias representam o cultivo de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio. Entre as culturas, destacam-se as de grãos e cereais; as de bulbos, raízes, tubérculos e hortaliças. Incluem ainda as plantas hortícolas, floríferas, medicinais, aromáticas e condimentares de pequeno porte, que muitas vezes são cultivadas em estruturas

como estufas, ripados e telados. As lavouras semipermanentes, como cana-de-açúcar e mandioca, bem como as culturas de algumas forrageiras destinadas ao corte, também estão incluídas nessa categoria (IBGE, 2013).

Corroborando com o mapeamento, foi analisado em campo que as lavouras temporárias são representadas no território da UGH, principalmente plantações rotacionadas de milho / soja e milho / feijão, com as maiores áreas plantadas no município de Chapadão do Sul, seguido de Paranaíba e Cassilândia.

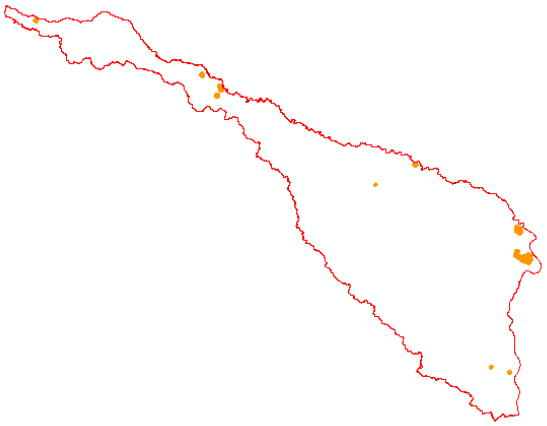
Figura 139 – Área de lavoura temporária de plantio de soja no município de Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 140 - Área de lavoura temporária de plantio de soja no município de Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Não há informações ou levantamentos detalhados sobre a relevante questão da irrigação, mas o que havia disponível é apresentado no presente capítulo (complementado no item sobre Práticas de conservação do solo, com dados municipais) e ainda no levantamento socioeconômico. Essa realidade induz ao elenco ações futuras específicas sobre a temática na Etapa 4 do trabalho (Plano de Ações).



Áreas com irrigação ocupam cerca de 2.834,43ha (Figura ao lado), com plantações rotacionadas de milho / soja e milho / feijão em Cassilândia, Paranaíba e Aparecida do Taboado.

Figura 141 - Representação espacial de áreas com irrigação por pivô central na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

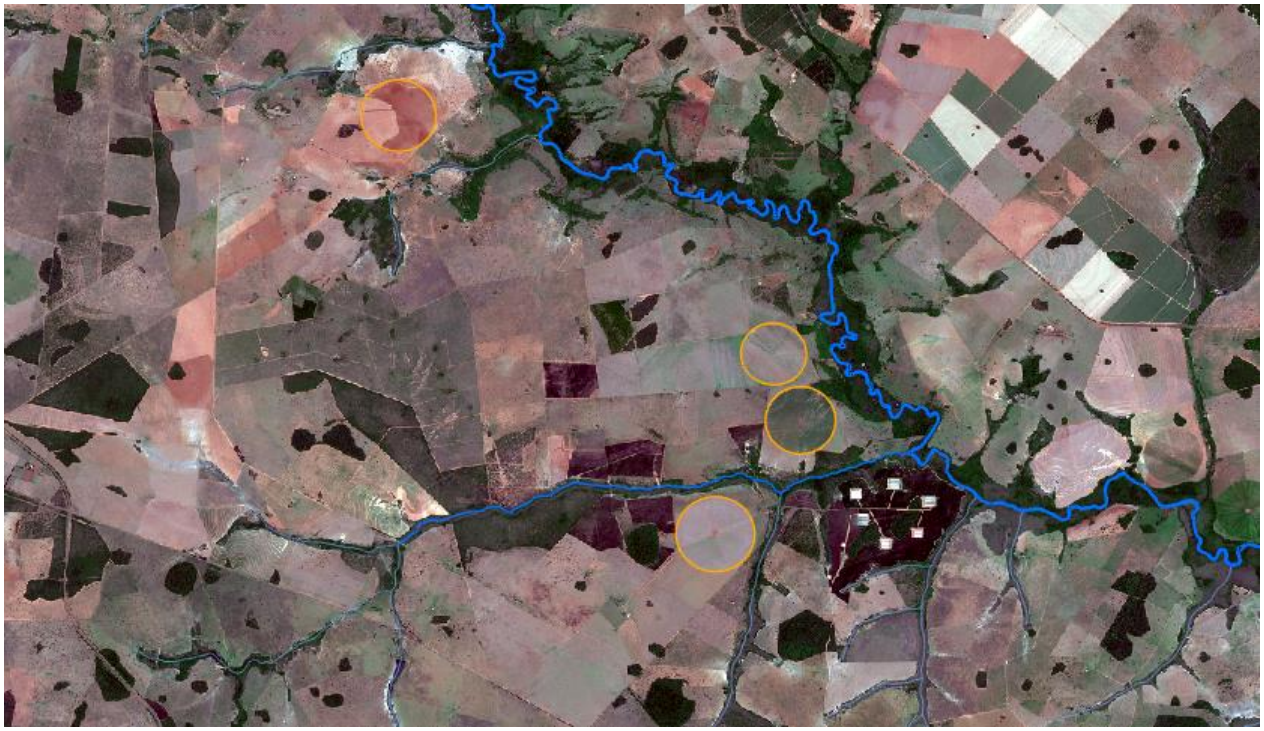
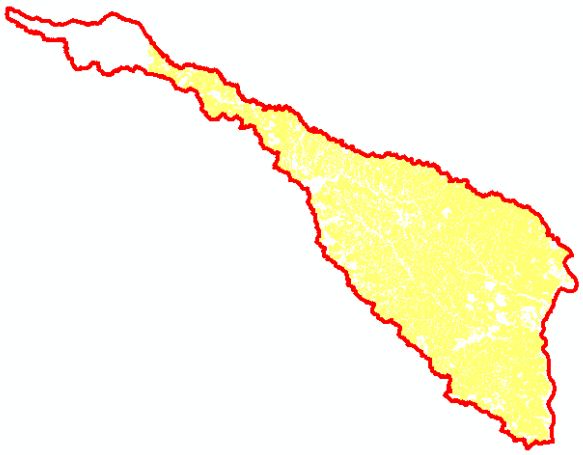


Figura 142 – Uso de pivô central para áreas irrigadas no município de Cassilândia, na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.3 Pastagem



A classe de pastagem compreende área de 528.920,61 ha (5.289,21 km^2), sendo 69,06% do total da UGH, com destaque em quase todas as sub-bacias (em % de área), exceto Alto Aporé (Chapadão do Sul). A maior área (valor absoluto) está na sub-bacia do rio Santana (1.950,22 km^2).

Figura 143 – Representação espacial da classe pastagem na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

É a área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nestes locais, o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros. A atividade que se desenvolve sobre essas pastagens é a pecuária, em que se procura unir ciência e tecnologia visando à produção de animais domésticos com objetivos econômicos, tais como a criação e o tratamento de animais de grande porte, criação de animais de médio porte e animais de pequeno porte (IBGE, 2013).

As pastagens são expressivas para a economia da região, ocupando a maior área e distribuída ao longo de quase toda a UGH. Mais informações são apresentadas no levantamento socioeconômico.

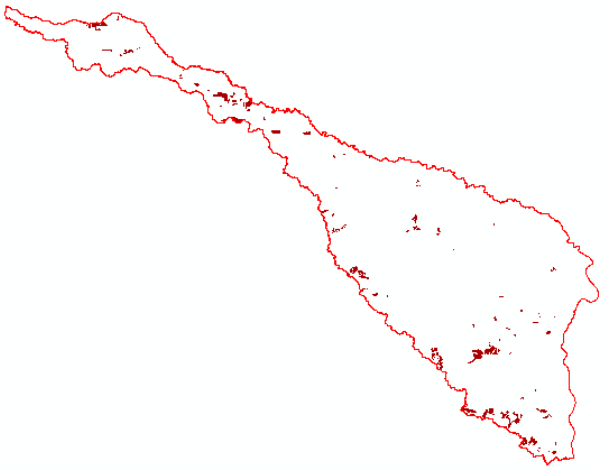
Figura 144 - Área de pastagem no município de Cassilândia.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 145 - Área de pastagem no município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.4 Silvicultura



Esta classe compreende área de 16.830,71 ha (168,31 km^2), sendo 2,20% do total da UGH, distribuídos em quase todas as sub-bacias com <5% em área, exceto Sul/Formoso (5,23%). Os maiores valores absolutos estão nas sub-bacias do rio Santana (62,01 km^2), Sul/Formoso (47,31km^2) e Médio Aporé (32,38 km^2).

Figura 146 – Representação espacial da classe silvicultura na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Silvicultura é atividade ligada a ações de composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, assegurando proteção, estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose ou para o consumo familiar. A silvicultura também desempenha papel de agente protetor, benfeitor e embelezador da paisagem (IBGE, 2013).

Representada principalmente por florestas de eucalipto (plantações predominantes) e ainda com algumas áreas de plantações de seringueira, como observado na Figura 147 e na Figura 148, as silviculturas estão distribuídas por quase todo o território da UGH, mas com maior expressividade nos municípios de Aparecida do Taboado (sub-bacia Sul/Formoso) e Cassilândia (médio Aporé). Já no município de Paranaíba, as maiores plantações aparecem na sub-bacia do rio Santana.

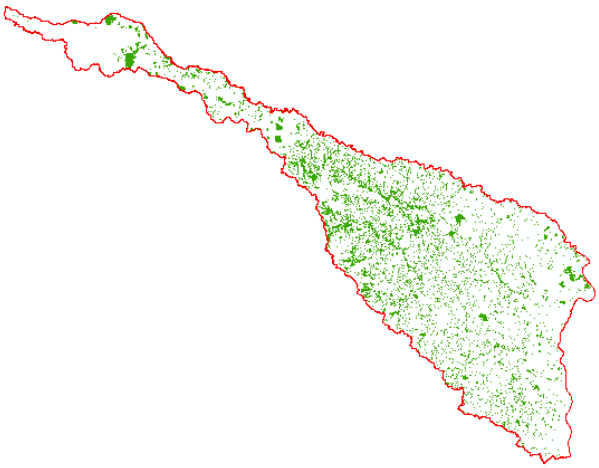
Figura 147 – Área destinada a silvicultura, plantações de eucalipto e seringueira, no município de Aparecida do Taboado.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 148 - Área destinada a silvicultura, plantações de eucalipto, no município de Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.5 Formação florestal



Esta classe compreende área de 104.161,47 ha (1.041,61 km^2), sendo 13,60% do total da UGH, variando nas sub-bacias entre 2,24% (Araré) e 17,79% (Médio Aporé). A maior área em valores absolutos está na bacia do rio Santana (438,06 km^2).

Figura 149 – Representação espacial da classe formação florestal na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Considera-se como formações florestais, aquelas arbóreas com porte superior a 5 m, incluindo-se as fisionomias da Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), da Floresta Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo, com cipó, bambu, palmeira ou sororoca), da Floresta Estacional (estrutura florestal com perda das folhas dos

estratos superiores durante a estação desfavorável - seca e frio), além da Floresta Ombrófila Mista (estrutura florestal que compreende a área de distribuição natural da *Araucaria angustifolia*, elemento marcante nos estratos superiores, que geralmente forma cobertura contínua) (IBGE, 2013).

No mapeamento de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal apresentado no Plano anterior (ANA, 2013a,b), considerou-se que o nível I “Área de Vegetação Natural” foi subdividido para o nível II, apresentando as unidades “Cerrado” e “Floresta”. Assim, naquele material, foram apresentados como “Floresta” os fragmentos mapeados em áreas coincidentes do bioma Mata Atlântica; e “Cerrado”, os fragmentos em áreas coincidentes ao bioma Cerrado.

No mapeamento aqui apresentado, optou-se por realizar a divisão do nível utilizando os dados oficiais já publicados pela MAPBIOMAS (2019), já que a metodologia utilizada é semelhante à empregada para este Plano. Este procedimento se fez necessário, pois a metodologia de mapeamento utilizada (classificação supervisionada de imagem) não permite tal diferenciação, e a subdivisão considerando apenas os biomas presentes não retrata a realizada da composição vegetacional. Assim, não foi possível efetuar a comparação entre o uso e ocupação do solo e cobertura vegetal do Plano anterior (2013), com os dados atuais. Já a metodologia para a análise comparativa 2019 vs. 2013 é apresentada no Capítulo 5.1.3.

Desse modo, o mapeamento indica que as áreas com formação florestal aparecem distribuídas ao longo de toda a UGH e estão quase sempre associadas a curso d’água.

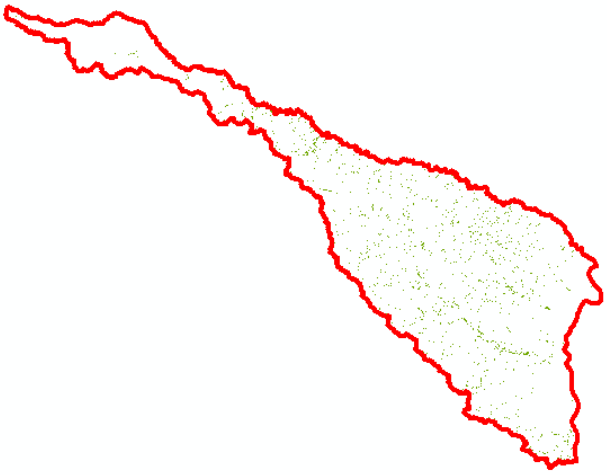
Figura 150 – Área de vegetação natural em Cassilândia.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 151 - Área de vegetação natural em Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.6 Formação campestre



Esta classe compreende área de 18.790,82ha (187,91 km^2), sendo 2,45% do total da UGH, com máximos nas sub-bacias dos Barreiros (3,33%) e Baixo Aporé (3,21%).

Figura 152 – Representação espacial da classe formação campestre na UGH Santana-Aporé.
Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Entende-se como áreas campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo-herbáceo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. Encontram-se disseminadas por diferentes regiões fitogeográficas, compreendendo diferentes tipologias primárias: savanas, estepes planaltinas, campos rupestres das serras costeiras e campos hidroarenosos litorâneos (restinga), com diversos graus de antropização. Conforme o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (2012), estão incluídas nessa categoria as Savanas, Estepes, Savana-Estépica, Formações Pioneiras e Refúgios Ecológicos (IBGE, 2013).

Na UGH Santa-Aporé, essa classe está, em sua maioria, associada aos pequenos cursos d'água e áreas hidromórficas (Figura 153), na forma de campos úmidos e campos alagados.

Segundo os autores citados por TANUUS (2017), os campos úmidos são formações essencialmente herbáceo-subarbustivas, que ocorrem em terrenos periódica ou permanentemente encharcados, em locais com afloramento de lençol freático, ou em depressões fechadas, que acumulam água durante a estação chuvosa (EITEN 1992, RATTER *et al.* 1997, PIVELLO *et al.* 1998, RIBEIRO & WALTER 1998, TANNUS &

ASSIS 2004). Podem ser encontrados formando estreitas faixas de transição entre o cerrado (sensu lato) e as florestas de galeria (EITEN 1992, RATTER *et al.* 1997), ao longo de cursos d'água permanentes ou temporários, ocupando amplas planícies de declive suave ou associados a áreas de nascentes (EITEN 1992, RATTER et al. 1997, RIBEIRO & WALTER 1998).

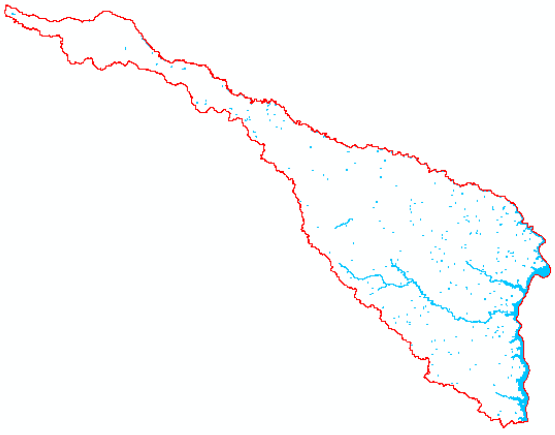
A fisionomia pode variar de campo limpo, com predomínio de gramíneas e ciperáceas e alguns subarbustos, a campo sujo, onde ocorrem indivíduos arbustivos e arbóreos de pequeno porte entremeados pela vegetação graminosa (RIBEIRO & WALTER, 1998).

Os campos alagados são locais de relevo plano e alagadiço, que podem apresentar alta cobertura de gramíneas, assim como os campos úmidos, porém esse tipo de ambiente também favorece o estabelecimento de espécies de plantas chamadas macrófitas aquáticas (adaptadas às condições de alagamento). O ambiente costuma alternar entre períodos mais secos, onde as águas são evaporadas, parcial ou totalmente, e épocas mais inundadas, em decorrência das chuvas. Esses campos podem ocorrer, ou não, associados aos banhados, ambiente similares, mas que possuem menor presença de gramíneas e maior predominância de vegetação adaptada submersa e flutuante. Os banhados também são conhecidos como brejos, pântanos e outras nomenclaturas, porém nos Campos Sulinos receberam este nome devido a influência da palavra em espanhol "bañado" dos países vizinhos. Os campos úmidos costumam ter regiões alagadas, porém as inundações são sazonais, diferente do que ocorre nos banhados em que as áreas alagadas são quase que permanentes (UFRGS, 2020).

Figura 153 – Área hidromórfica no rio Aporé, no município de Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.2.7 Corpo d'água



Esta classe compreende a uma área de 15.078,35 ha, sendo 1,97% da área total da UGH, com destaque para as três sub-bacias de afluentes diretos do rio Paranaíba (Araré, Lontra/Macacos, trecho sul/Formoso) e baixos cursos das bacias dos rios Aporé, Santana e dos Barreiros, devido sobretudo à presença do reservatório (e remanso) da UHE Ilha Solteira.

Figura 154 – Representação espacial da classe corpo d'água na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Conceitualmente, incluem todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos de água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica), além das lagoas costeiras ou lagunas, estuários e baías (IBGE, 2013).

As maiores áreas com corpos d'água presentes na UGH Santana-Aporé são do reservatório da UHE Ilha Solteira (barragem localizada a jusante da UGH Santana-Aporé, entre Selvíria/MS e Ilha Solteira/SP), além dos cursos d´água principais (Aporé, Santana, Barreiros e Formoso). Há também o reservatório da PCH Planalto (rio Aporé – sub-bacia do Alto Aporé, limite MS/GO); ainda no Alto Aporé, há os reservatórios das PCHs do Retiro Velho e Pontal do Prata (estas, já no trecho goiano).

Figura 155 – Corpo d'água do reservatório da UHE Ilha Solteira, no município de Aparecida do Taboado.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 156 – Área represada no rio Aporé (Baixo Aporé), no município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 157 – Rio Santana, em local com largura aproximada de 32 m, no município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 158 - Rio dos Barreiros, em local com largura aproximada de 20 m, no município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.1.3 Comparativo 2013 X 2019

Para realizar uma análise comparativa entre 2013 (ano de lançamento do Plano anterior) e a atual situação do uso e ocupação do solo e cobertura vegetal, foi utilizado o levantamento do “MapBiomas”, cujos mapas anuais são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens dos satélites Landsat. Todo processo é feito com algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*), através da plataforma *Google Earth Engine,* com processamento na nuvem (MAPBIOMAS, 2021).

Os resultados mostram que, de todas as tipologias encontradas na UGH, a pastagem, a formação savânica e outras lavouras temporárias, respectivamente, tiveram decréscimo em suas áreas. A tipologia que mais cresceu foi a lavoura temporária – com destaque para a soja -, seguida da formação florestal. É importante destacar que não obstante estas variações, não houve mudanças significativas na estruturação da região.

A Figura 159 apresenta um gráfico comparativo do % das classes no ano de 2013 e 2019 e a Figura 160 e Figura 161 apresentam a porcentagem de cada um destes anos. Já a Figura 162 apresenta a distribuição espacial do mapeamento para cada ano.

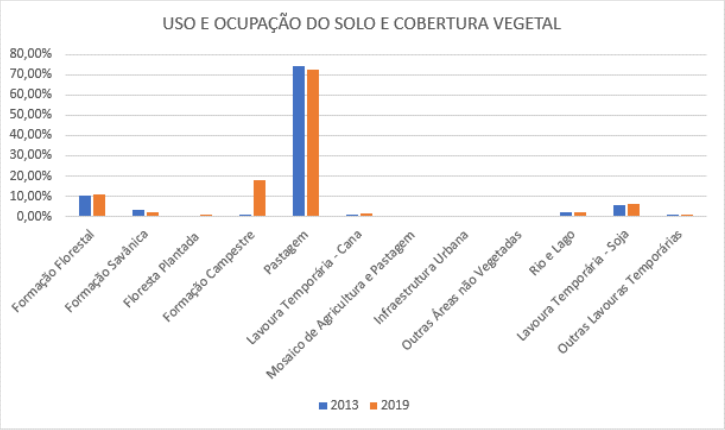


Figura 159 – Comparativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal entre os anos de 2013 e 2019.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021

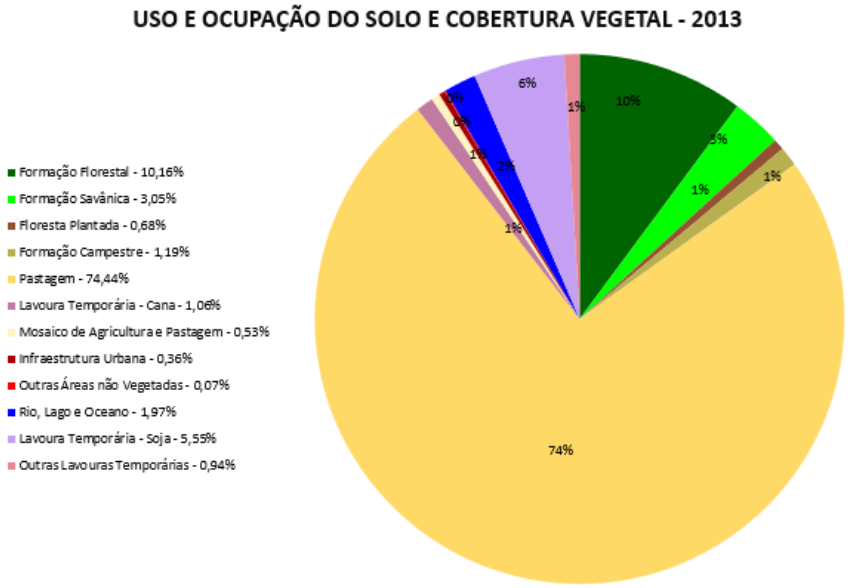


Figura 160 - Quantitativo das classes de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal atual na UGH Santana-Aporé no ano de 2013.

Fonte: MYR – MAPBIOMAS, 2021.

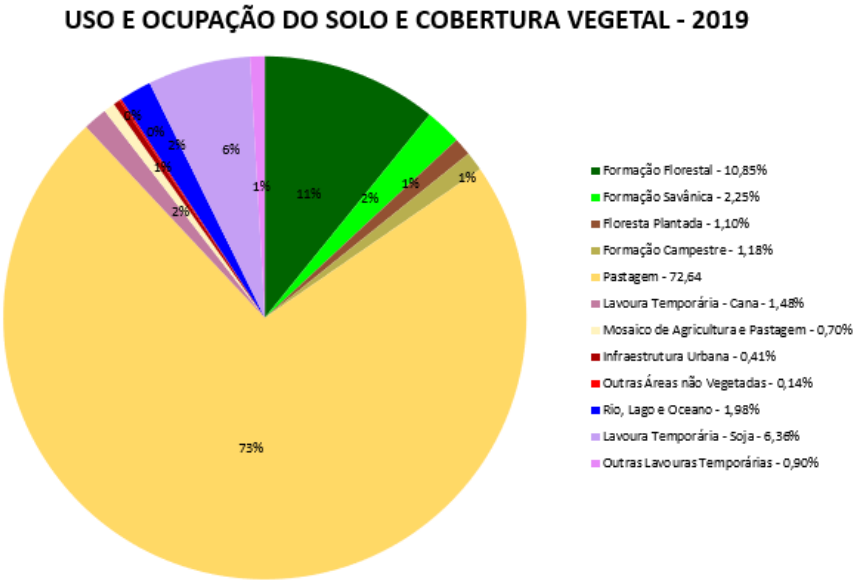


Figura 161 - Quantitativo das classes de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal atual na UGH Santana-Aporé no ano de 2019.

Fonte: MYR – MAPBIOMAS, 2021.

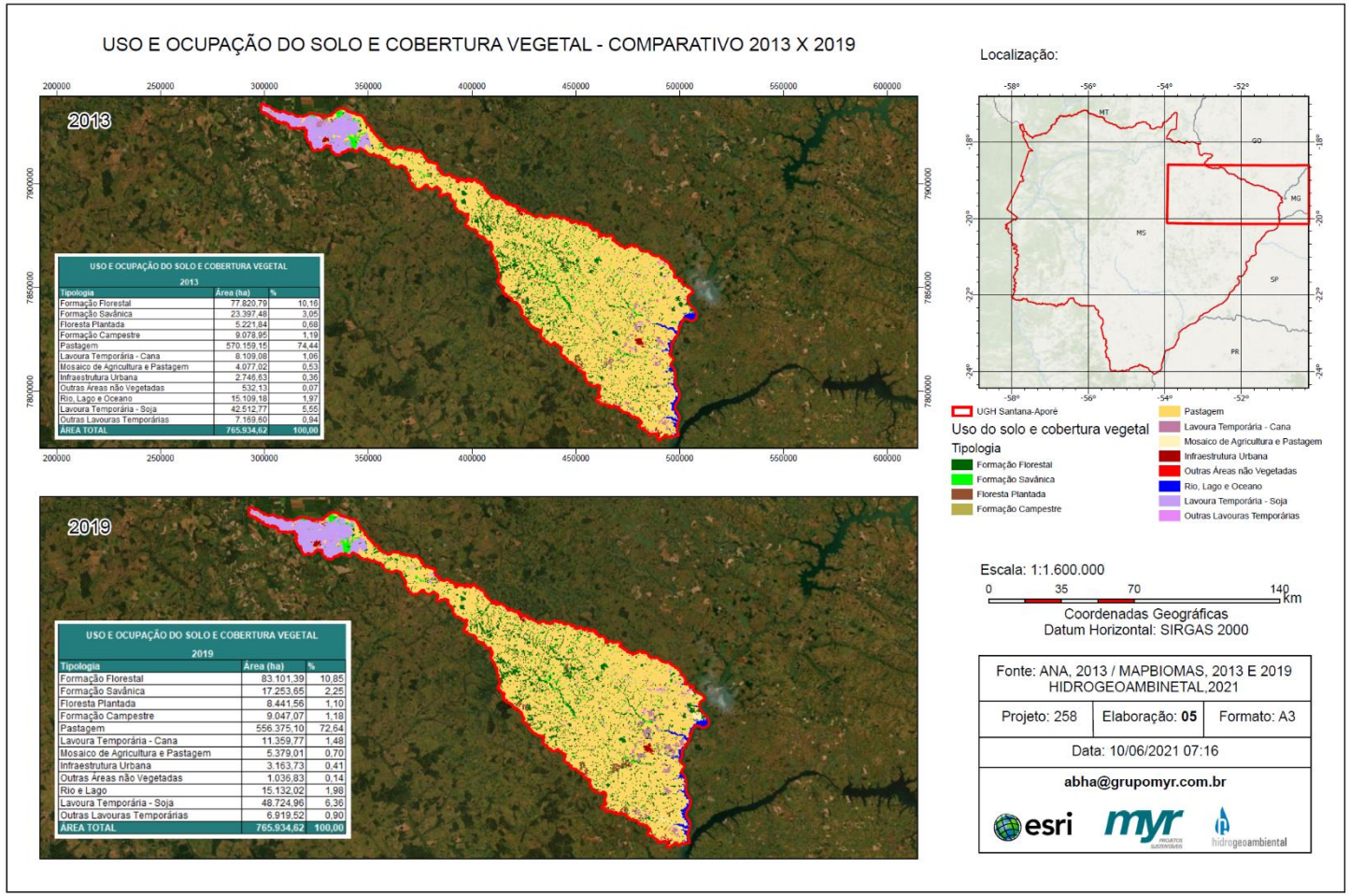


Figura 162 - Mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal atual da UGH Santana-Aporé, comparativo entre os anos de 2013 e 2019.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.2 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS

A Lei Federal 12.651 de 2012 define as Áreas de Preservação Permanente (APPs) da seguinte forma:

> *Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.*

O presente capítulo tem por objetivo descrever as áreas de preservação permanente situadas na UGH Santana-Aporé, assim como analisar a situação de conservação desses ambientes, por meio do cruzamento com o mapeamento de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal.

Assim, foram consideradas as áreas de preservação permanente dos cursos d'água e nascentes, das encostas e das chapadas, e a integração entre tais ambientes.

Ressalta-se que após a realização da análise ambiental, não foram encontradas áreas de APPs de altitude e topo de morro na região. Em relação às áreas de vereda, deve-se considerar o conteúdo do Capítulo 5.1.2.5.

O Plano de Ações (Etapa 4 do presente trabalho) deverá apontar ações futuras específicas para o desenvolvimento de estudos e mapeamentos de APPs, incluindo áreas de veredas. Estes estudos deverão contemplar ainda temáticas sobre nascentes, preservação de aquíferos, unidades de conservação ambiental e áreas correlatas, pagamentos por serviços ambientais, entre outras correlacionáveis.

5.2.1 APP de hidrografia

O mapeamento das áreas de preservação permanente referente à hidrografia considerou a rede de drenagem e nascentes detalhada, conforme

apresentada no Capítulo 4.1.1. Neste caso, foi considerada a faixa de APP de toda a rede de drenagem mapeada, levando em conta sua largura, da seguinte forma:

a) 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
c) 100 metros, para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura.

Em relação ao mapeamento de nascentes, foram considerados todos os vértices iniciais da rede de drenagem, sendo aplicado um raio de 50 metros.

A Figura 163 apresenta um exemplo detalhado do mapeamento realizado para as APPs de curso d'água e nascentes.

Ressalta-se que foge ao nível de detalhe deste trabalho (foco em um plano), a diferenciação entre o caráter perene, intermitente ou efêmero dos cursos d'água, assim como a perenidade das nascentes e olhos d'água. No entanto, estes levantamentos de maior detalhe poderão ser objeto de ações futuras a serem propostas na Etapa 4 (Plano de Ações).

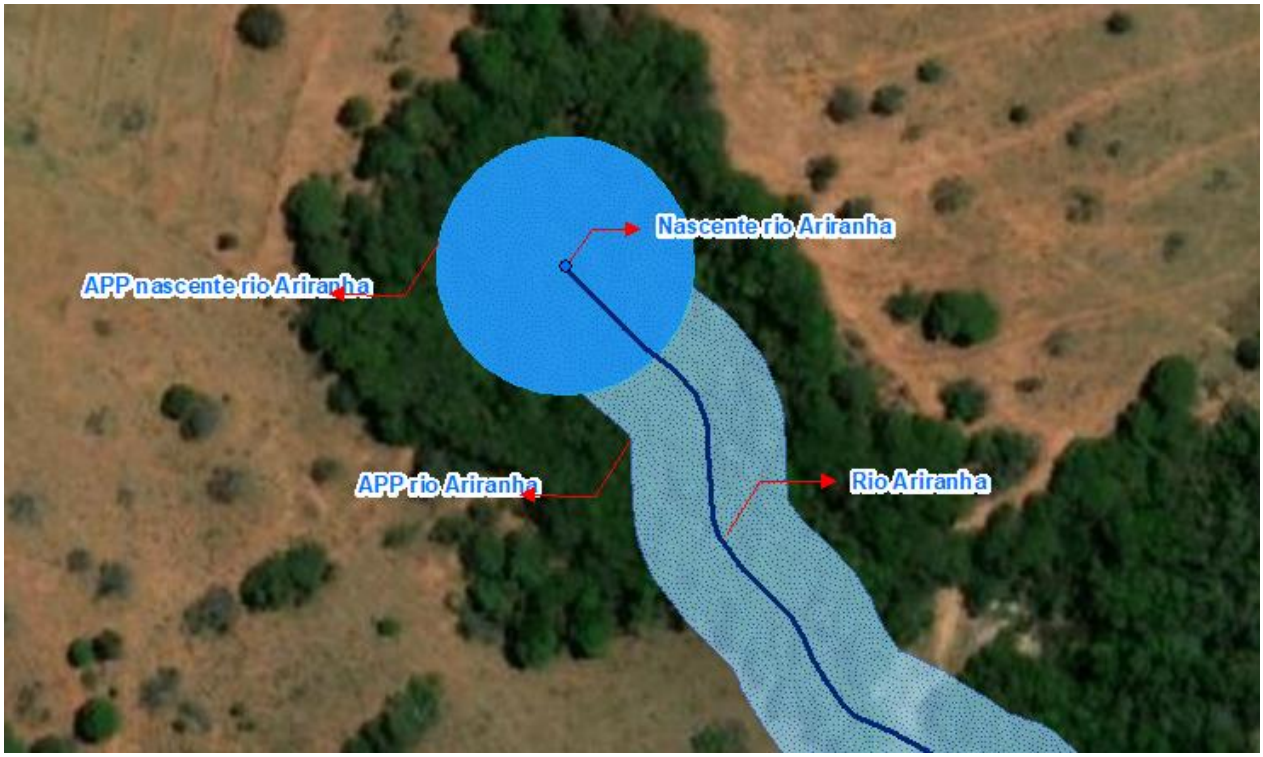


Figura 163 – Detalhamento do mapeamento das Áreas de Preservação Permanente de curso d'água e nascente no rio Ariranha, localizado na sub-bacia do rio Barreiros.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Da Figura 164 até a Figura 167 são apresentados exemplos de APPs associadas à hidrografia, a partir de levantamentos de campo. O mapa da Figura 168 apresenta a localização das APPs levantadas.

Figura 164 – Vegetação nativa na APP do rio Aporé, em Cassilândia, na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 165 – Córrego Pasto-Ruim no município de Chapadão do Sul, na UGH Santana-Aporé. APP em processo de recuperação.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 166 – Nascente do rio Aporé, no município de Chapadão do Sul.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 167 – Região da nascente do rio Santana, no município de Paranaíba.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Para a definição das áreas de preservação permanente associadas às áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento / represamento, foi considerada uma instrução interna do IMASUL, repassada por seus técnicos responsáveis durante os levantamentos de diagnóstico. Não se encontra

definida em legislação ou normas, sendo assim conceituada: a APP definida com a mesma largura do curso d'água a montante do reservatório e de 100 metros para o reservatório de Ilha Solteira.

Na UGH Santana-Aporé, foram mapeados cerca de 23.102,82ha (231,1 km^2) de APPs relacionadas aos recursos hídricos (cursos d'água, nascentes e reservatórios). A Tabela 34 apresenta o quantitativo de APPs nas sub-bacias da UGH.

Em relação ao uso do solo e cobertura vegetal, as áreas de APP de hidrografia são caracterizadas principalmente por coberturas de formação florestal. Importante destacar as áreas de lavouras, pastagens, silvicultura e urbanas sobrepostas a estes ambientes, somando cerda de 7.042,53ha (70,43 km^2), conforme apresentado na Tabela 35.

Menciona-se ainda o TAC firmado entre o MPE – Ministério Público Estadual e os proprietários do entorno do córrego Pasto Ruim, conforme apresentado no Capítulo 5.4.1.1. Os trabalhos ali empregados visam à recuperação da área degradada sobretudo em relação a processos erosivos e de assoreamento instalados. Uma das ações do referido TAC é o mapeamento de nascentes.

Tabela 34 - Quantitativo de localização por sub-bacia das áreas de preservação permanente de hidrografia.

Bacia	Sub-bacia	Código	Área total (ha)
Aporé	Alto Aporé	55	854,05
	Médio Aporé	56	2.542,35
	Baixo Aporé	57	3.834,42
Barreiros	Barreiros	58	3.182,08
Santana	Santana	59	8.625,64
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	3.298,50
	Araré	65B	173,69
	Lontra/Macacos	65C	592,11
Total			**23.102,84**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 35 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal as áreas de preservação permanente de hidrografia.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	
APP DE HIDROGRAFIA	
Tipologia	**Área (ha)**
Área Urbanizada	66,63
Corpo d'água	4,07
Formação Campestre	3.138,90
Formação Florestal	12.916,95
Lavoura Temporária	165,39
Pastagem	6.794,67
Silvicultura	15,83
ÁREA TOTAL	**23.102,44**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

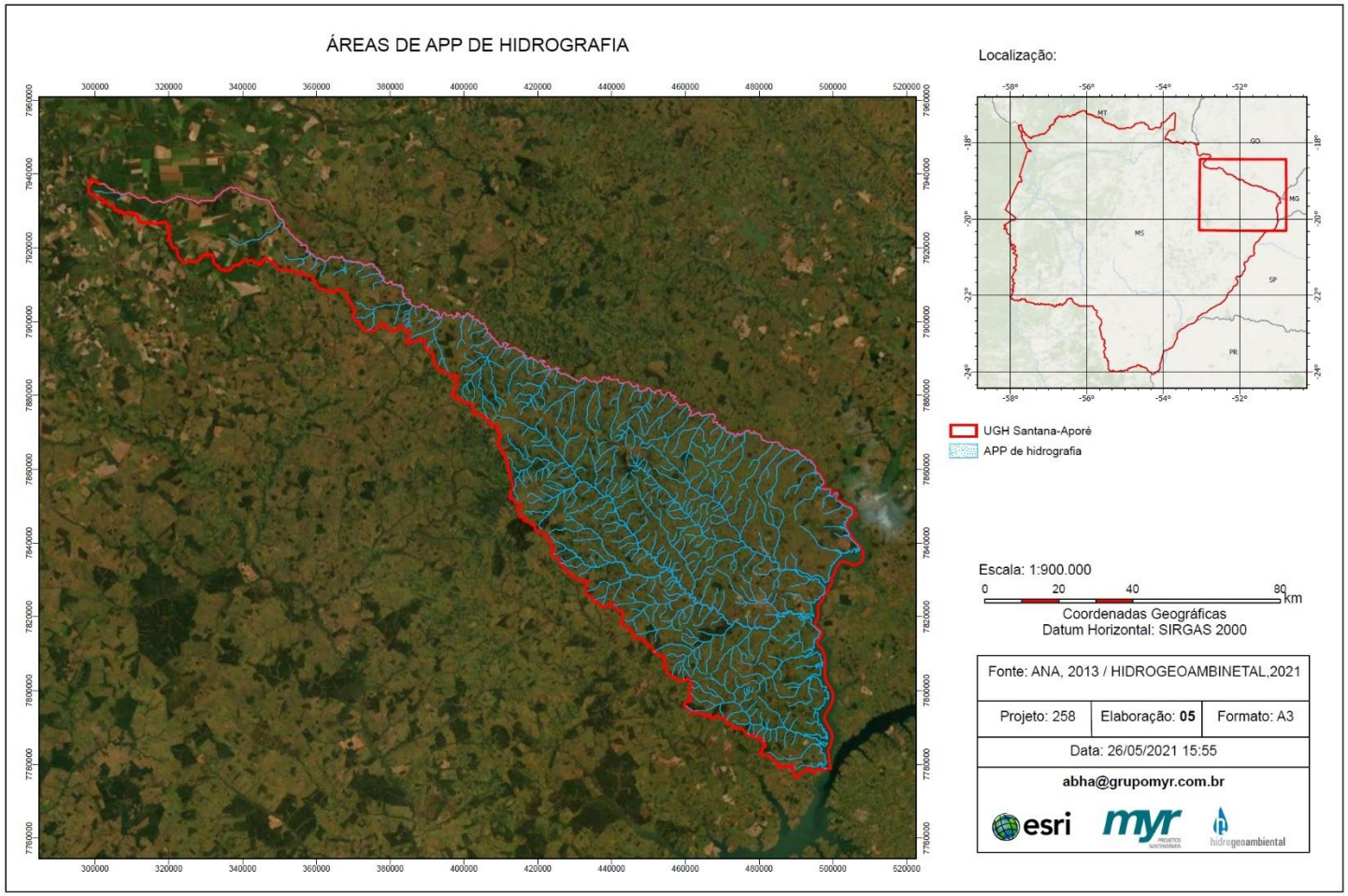


Figura 168 - Mapa de APPs associadas à hidrografia - UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.2.2 APP de encosta

De acordo com a legislação vigente (Lei Federal 12.651 de 2012), devem ser consideradas como área de preservação permanente de encostas ou partes destas, as áreas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive.

Para o mapeamento destes ambientes na UGH Santana-Aporé, foi gerado um Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir das imagens do satélite SRTM (ALOS PALSAR com resolução de 12,5m). Além disso, a avaliação na UGH levou em consideração os levantamentos geomorfológicos descritos no Capítulo 4.2.4.

Foram mapeados 49,44ha de APP de encostas, localizados principalmente na região central da UGH Santana-Aporé, com maiores proporções nas sub-bacias do Baixo Aporé – 63,6% e Santana – 31,3% (Tabela 36). A principal tipologia de vegetação relacionada a este tipo de APP é a formação florestal – 95,3% (Tabela 37Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 37).

Na Figura 169 é apresentado um exemplo de área mapeada para APP de encosta e a Figura 170 mostra a espacialização desses ambientes na área de estudo.

Tabela 36 - Quantitativo de localização por sub-bacia das áreas de preservação permanente de encosta.

Bacia	Sub-bacia	Código	Área total (ha)
Aporé	Alto Aporé	55	0,42
	Médio Aporé	56	0,45
	Baixo Aporé	57	31,49
Barreiros	Barreiros	58	1,42
Santana	Santana	59	15,5
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	0,02
	Araré	65B	0,06
	Lontra/Macacos	65C	0,09
Total			**49,45**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 37 – Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal das áreas de preservação permanente de encosta.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL APP DE ENCOSTA	
Tipologia	**Área (ha)**
Área Urbanizada	0,42
Corpo d'água	0,26
Formação Campestre	0,51
Formação Florestal	47,12
Pastagem	1,12
ÁREA TOTAL	**49,44**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 169 – Representação de APP de encosta, no município de Cassilândia, na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

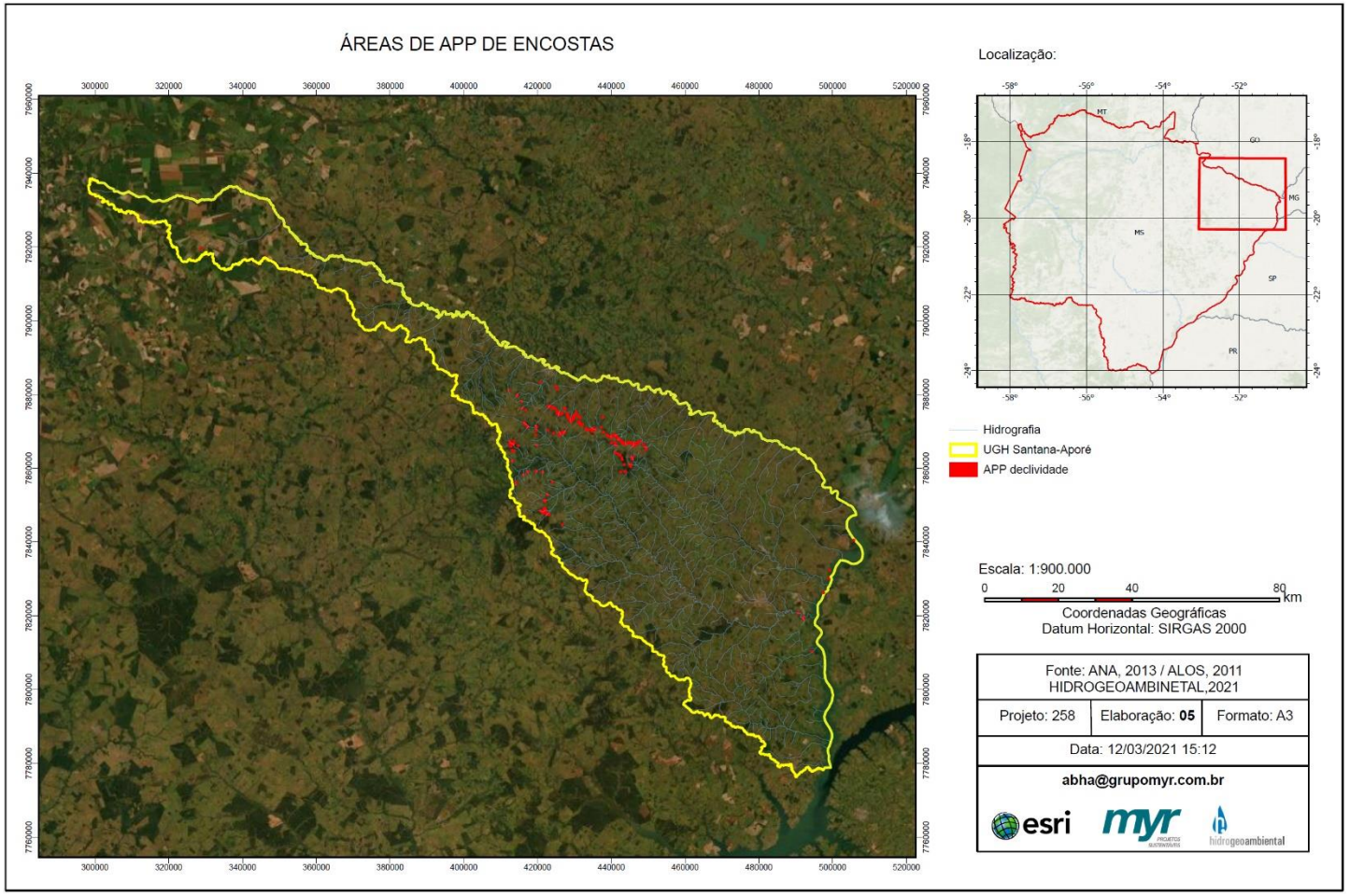


Figura 170 - Mapa de áreas de APP de encosta na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.2.3 APP de chapada

De acordo com a legislação vigente (Lei Federal 12.651 de 2012), deve ser considerada a paisagem de tabuleiro ou chapada, como aquela de topografia plana, com declividade médio inferior a 10%, aproximadamente seis graus e superfície maior que dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de 600m de altitude. Ainda de acordo com esta legislação, são consideradas como APP as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m em projeções horizontais.

Na porção central da UGH Santana-Aporé, foi identificada a presença de APP de chapada na divisa municipal Cassilândia - Paranaíba, nas sub-bacias do Médio Aporé – 40,0%, Santana – 26,6% e Baixo Aporé – 24,3%, conforme apresentado na Tabela 38. O principal uso do solo e cobertura vegetal associado a estes ambientes é a pastagem – 52,5% e a formação florestal – 45,3%.

Na Figura 171 é apresentado um exemplo de APP de chapada na UGH e a Figura 172 apresenta a espacialização desses ambientes.

Tabela 38 - Quantitativo de localização por sub-bacia das áreas de preservação permanente de chapada.

Bacia	Sub-bacia	Código	Área total (ha)
Aporé	Alto Aporé	55	0,00
	Médio Aporé	56	1.087,13
	Baixo Aporé	57	666,22
Barreiros	Barreiros	58	277,07
Santana	Santana	59	721,33
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	0,00
	Araré	65B	0,00
	Lontra/Macacos	65C	0,00
Total			**2751,75**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 39 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal as áreas de preservação permanente de chapada.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL APP DE CHAPADA	
Tipologia	**Área (ha)**
Corpo d'água	0,03
Formação Campestre	50,96
Formação Florestal	1.246,98
Lavoura Temporária	2,92
Pastagem	1.445,09
Silvicultura	5,77
ÁREA TOTAL	**2.751,74**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 171 – Em segundo plano (aos fundos) a representação do relevo associado a APP de chapada na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

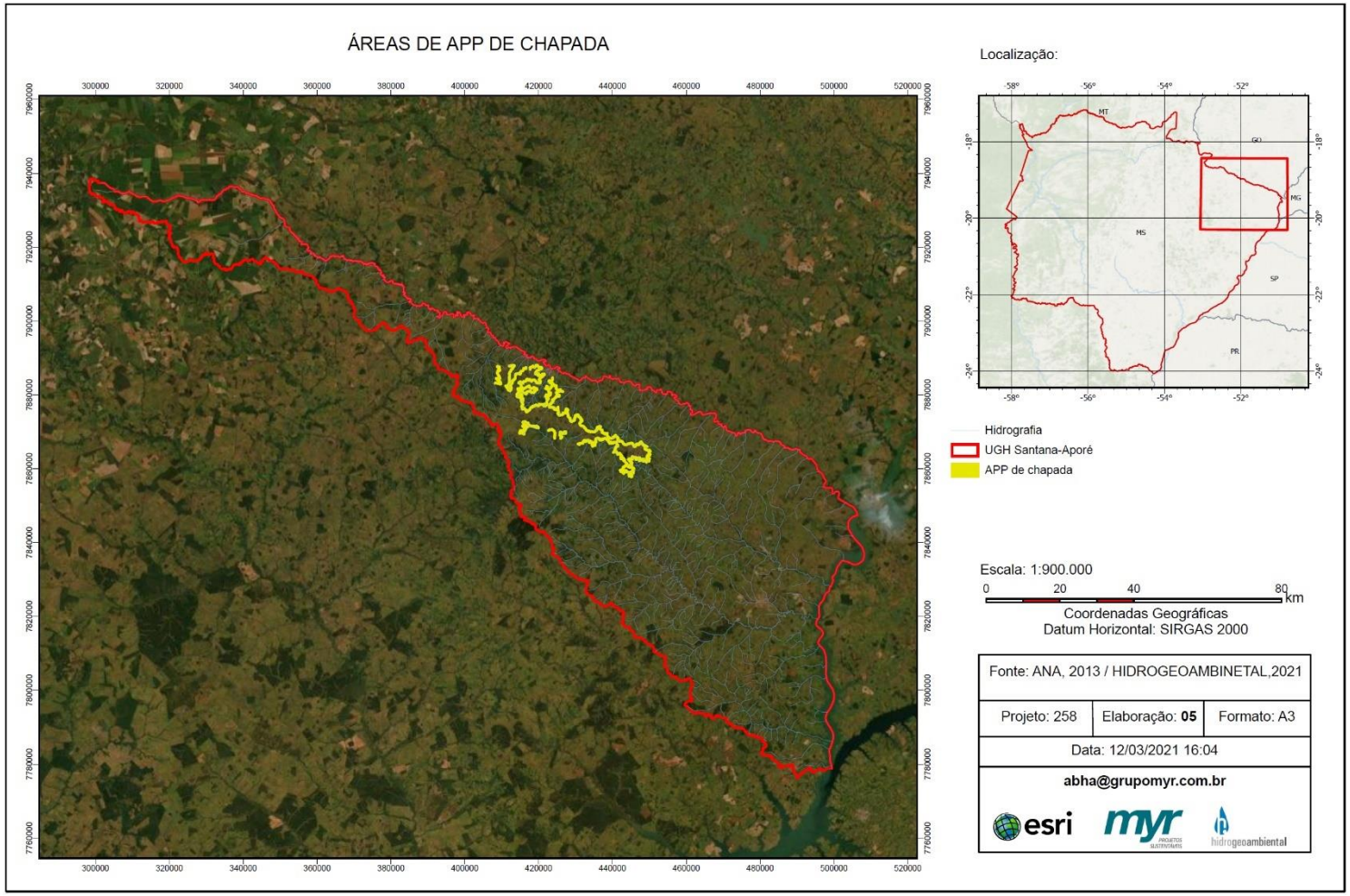


Figura 172 - Mapa de áreas de APP de chapada na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.2.4 Análise integrada de APP

A UGH Santana-Aporé apresenta 25.904,04 ha (259,04 km^2) de áreas de preservação permanente, distribuídas em margens de rios, nascentes e reservatórios, além de encostas e chapadas. A Tabela 40 apresenta a distribuição geral das APPs por sub-bacia.

Tabela 40 - Quantitativo de localização por sub-bacia das áreas de preservação permanente.

Bacia	Sub-bacia	Código	Área total (ha)
Aporé	Alto Aporé	55	854,47
	Médio Aporé	56	3.629,93
	Baixo Aporé	57	4.532,13
Barreiros	Barreiros	58	3.460,57
Santana	Santana	59	9.362,47
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Sul / Formoso	65A	3.298,52
	Araré	65B	173,75
	Lontra/Macacos	65C	592,2
Total			**25.904,04**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Em relação ao uso e ocupação do solo e cobertura vegetal, conforme apresentado na Tabela 41, observa-se que maior parte das áreas de preservação permanente estão sob áreas de vegetação natural, sendo formações florestais e campestres. Há um quantitativo expressivo como pastagens, silvicultura, lavouras temporárias e áreas urbanizadas.

Tabela 41 - Quantitativo de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal as áreas de preservação permanente integradas.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	
ÁREAS DE APP INTEGRADAS	
Tipologia	**Área (ha)**
Área Urbanizada	67,05
Corpo d'água	4,36
Formação Campestre	3.190,24
Formação Florestal	14.185,73
Lavoura Temporária	168,31
Pastagem	8.238,52
Silvicultura	21,60

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

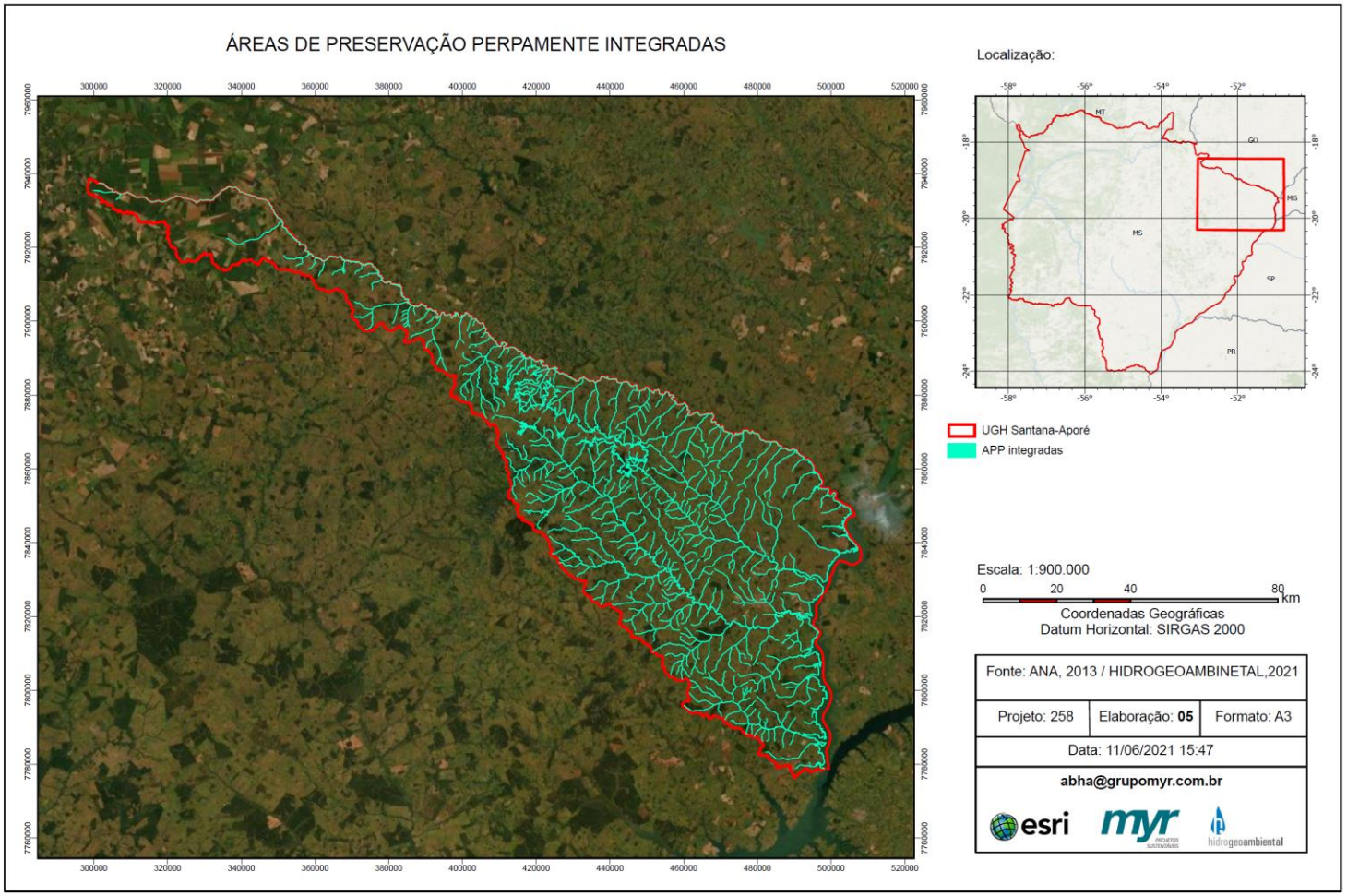


Figura 173 - Mapa de áreas de APP na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

5.3 ORGANIZAÇÃO FUNDIÁRIA

O INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária é uma autarquia federal, que possui como principal objetivo realizar o ordenamento fundiário nacional. Por meio da Lei 10.267 de 28 de agosto de 2001, regulamentada pelo Decreto 4.449 de 30 de outubro de 2002, exige que o proprietário realize o georreferenciamento do imóvel rural e cadastre o memorial descritivo das coordenadas no SNCI – Sistema Nacional de Cadastro Rural. Os prazos para cadastramento do georreferenciamento dos imóveis são progressivos de acordo com o tamanho da propriedade, sendo que as propriedades com maior área tiveram seus prazos para regularização anteriores aos prazos das propriedades com menor área. Atualmente, todas propriedades com área superior a 25 hectares devem realizar seu georreferenciamento.

A área das propriedades cadastradas no sistema corresponde a 82% do território total da UGH Santana-Aporé. São 2.357 imóveis cadastrados nos sistemas SNCI e SIGEF (Sistema de Gestão Fundiária). O módulo fiscal dos municípios da UGH equivale a 40 hectares.

Figura 174 - Distribuição de propriedades por tamanho em hectares no interior da UGH.

Fonte: INCRA, 2021.

De acordo com os dados levantados, a média de tamanho das propriedades da UGH é de 301,3 hectares, representada pela linha azul no gráfico acima; e a mediana, representada pela linha amarela, é de 144,1 hectares, o que se aproxima de 4 módulos fiscais (160 hectares).

Das 2.357 propriedades cadastradas no INCRA na UGH Santana - Aporé, 438 medem até 40 hectares; 740 entre 41 e 144 hectares; 490 entre 145 e 301 hectares; 484 entre 301 e 800 hectares; 147 medem entre 800 e 1.500 hectares; 47 propriedades medem entre 1500 e 3000 hectares/ 7 propriedades entre 3000 e 5000 hectares. Apenas 4 propriedades medem acima de 5.000 hectares sendo que a maior propriedade apresenta 12.128 hectares e está localizada em Chapadão do Sul, e grande parte de sua extensão localiza-se fora da UGH Santana - Aporé - Figura 175 (INCRA, 2021).

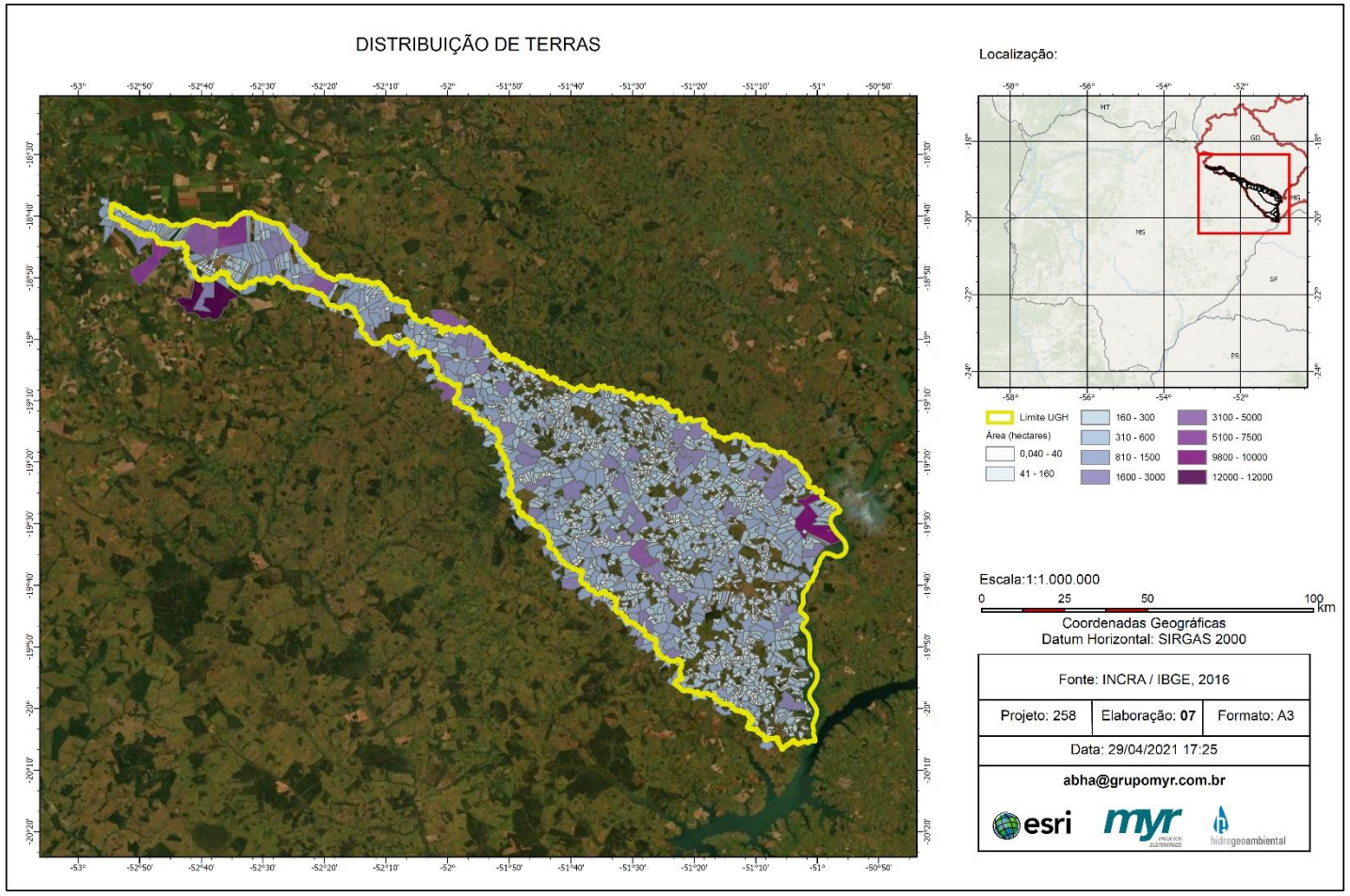


Figura 175 - Mapa de distribuição de terras.

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Não há comunidades tradicionais, ribeirinhas, quilombolas e indígenas na UGH Santana – Aporé, conforme consulta as bases de informações do INCRA, Fundação Palmares e Prefeituras. Existe um assentamento reconhecido pelo INCRA com cerca de 110 famílias – Assentamento Serra (Figura 176 e mapa da Figura 177).

Figura 176 - Vista do assentamento Serra (-19,43902, -51,79815).

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

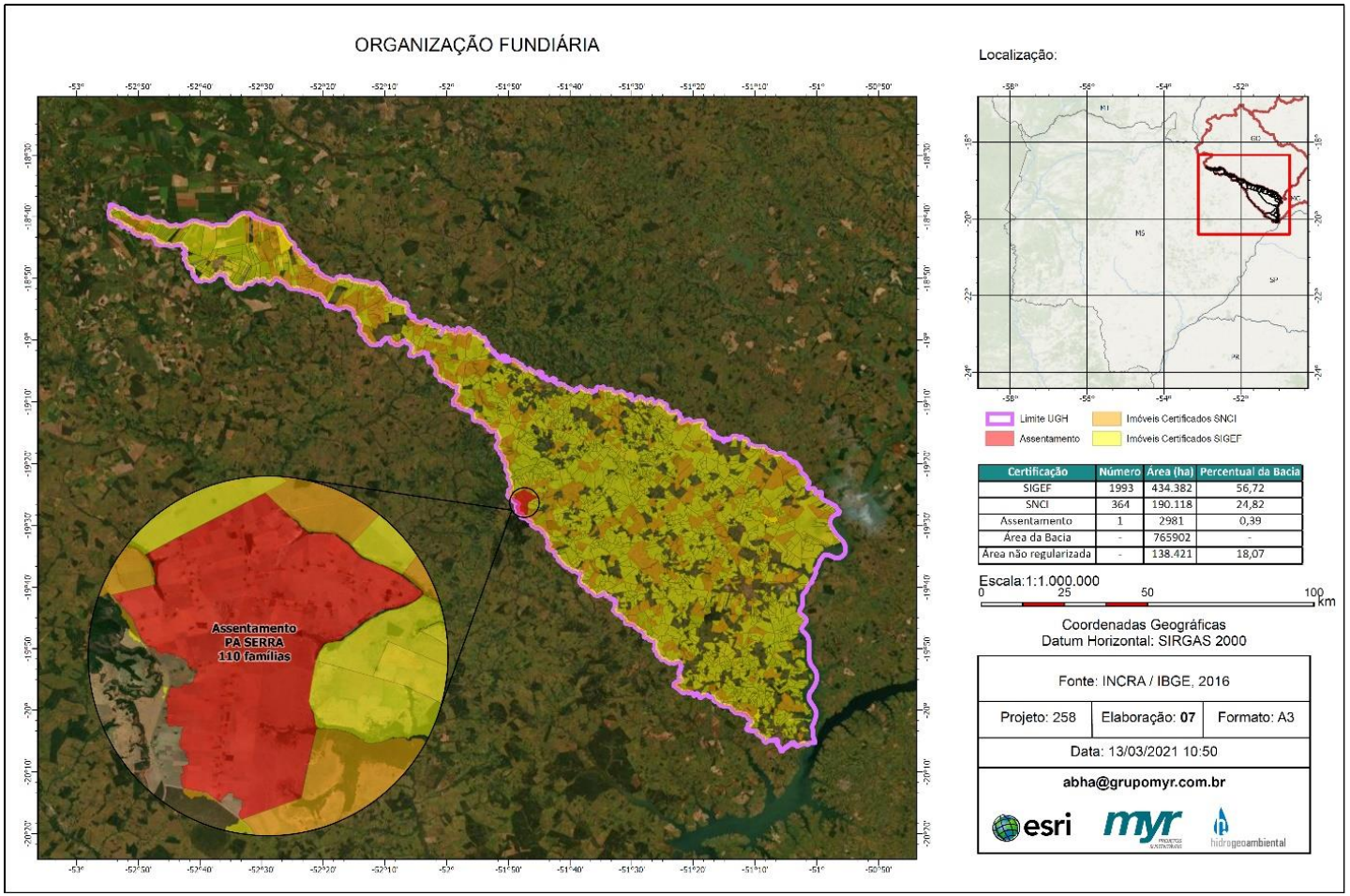


Figura 177 - Mapa de organização fundiária e localização do único assentamento presente na UGH.

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Segundo TALASKA & ETGES (2015), em seu artigo “Os Conceitos Normatizados pela Legislação e a Interpretação da Estrutura Agrária e Fundiária no Brasil”, a concentração de terras e a desigualdade no campo são aspectos históricos que estruturam a sociedade brasileira. Essa configuração de origina no processo de colonização e apropriação do território brasileiro por Portugal, a partir da instauração das capitanias hereditárias e do regime fundiário das sesmarias.

O Estatuto da Terra, por meio da Lei nº 4.504 de 30 de novembro de 1964, trouxe diversos conceitos, dentre ele a definição de *imóvel rural*: “prédio rústico, de área contínua, qualquer que seja a sua localização, que se destina à exploração extrativa agrícola, pecuária ou agroindustrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através de iniciativa privada” (BRASIL, Lei nº 4.504/1964, Art.4º, § 1º).

Sob a ótica desta definição, o Estatuto classifica os imóveis rurais como minifúndio, propriedade familiar e latifúndio (por dimensão e exploração), e evidenciou também a conceituação de empresa rural. Também trouxe a definição de módulo rural, o qual tem a finalidade de “estabelecer uma unidade de medida que exprima a interdependência entre a dimensão, a situação geográfica dos imóveis rurais e a forma e condições do seu aproveitamento econômico” (BRASIL, Lei nº 4.504/1964, Art.11º); que varia de município para município.

A *propriedade familiar* é definida como área de terra explorada economicamente, direta e pessoalmente pelo agricultor e sua família (eventualmente com a ajuda de terceiros), que absorva toda a força de trabalho e que promova o desenvolvimento socioeconômico do referido grupo familiar, numa área máxima fixada na região, o *módulo rural.*

O termo *empresa rural* foi outra definição do Estatuo, em seu Art. 4º: “o empreendimento de pessoa física ou jurídica, pública ou privada, que explore econômica e racionalmente imóvel rural, dentro de condição de rendimento econômico [...] da região em que se situe”. Essa definição pode ser entendida como todo empreendimento que explore atividades agrárias, a terra e a força de trabalho de

terceiros em uma unidade de produção mais ampla que a propriedade familiar, com o objetivo fundamental de lucro por meio da venda da produção.

A atividade produtiva dos municípios da UGH Santana-Aporé é de base agropecuária. O modelo de agronegócio aplicado tem como base fundamental o conceito definido em *empresa rural,* principalmente no município de Chapadão do Sul, onde o protagonismo do agronegócio é evidenciado como atividade econômica principal, e o município experimenta um crescimento econômico expressivo em relação aos demais, relacionado ao modelo corporativo de agronegócio aplicado evidenciado no tamanho médio de propriedades no município.

A partir do marco da Constituição Federal de 1988, o termo *imóvel rural* permaneceu semelhante: “prédio rústico de área contínua, qualquer que seja a sua localização, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial” (BRASIL, Lei nº 8.629/1993, Art.4º, Inciso I). Definiu-se *pequena propriedade* como sendo o imóvel rural com dimensão entre 1 e 4 módulos fiscais, e a *média propriedade* entre 4 e 15 módulos fiscais.

De acordo com as dimensões definidas para o módulo fiscal nos municípios da UGH Santana – Aporé (40 hectares), para a região a pequena propriedade possui dimensões entre 40 e 160 hectares (160 hectares é próximo à mediana de dimensões das propriedades da UGH: 144 hectares), sendo que há 1.250 propriedades nesta situação. Já a média propriedade tem dimensões entre 160 e 600 hectares, sendo 717 na UGH; grandes propriedades compõem o restante (390 de 2.357).

5.4 PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

O solo é um recurso natural, entre cujas funções está a nutrição da vegetação de origem natural e antrópica; a manutenção desses nutrientes garante a produtividade dos alimentos nas lavouras e a saúde dos ecossistemas.

A principal causa da degradação de terras agrícolas e da perda de solo é a erosão hídrica, por meio do desprendimento das partículas do solo que são levadas por meio da água da chuva ou irrigação. Além da consequente perda de produtividade agrícola, do ponto de vista de gestão de recursos hídricos, a erosão hídrica acaba por carrear

esses sedimentos que levados para a calha dos rios e demais corpos d´água, causando o assoreamento.

A perda de solo ocorre quando há um desequilíbrio no balanço entre a formação do solo (pedogênese) e a erosão. Os principais fatores que agravam os processos erosivos são: a precipitação (chuva), o tipo de solo, a declividade e o comprimento da encosta, a cobertura vegetal e as práticas de manejo. Nesse sentido, o manejo adequado da terra deve ser passo fundamental para conservação do solo.

Objetivando-se minimizar a erosão hídrica, práticas de controle visam à diminuição do escoamento superficial e consequente aumento da infiltração de água no solo, o que acarreta também em maior recarga de aquíferos.

O planejamento de conservação do solo parte, primeiramente, do uso adequado da terra de acordo com sua aptidão, capacidade de uso e produtividade econômica, de forma a otimizar o uso dos recursos naturais e garantir a preservação destes para as gerações futuras (EMBRAPA, 2012).

As práticas de conservação do solo podem ser dos seguintes tipos (EMBRAPA, 2012):

- Práticas de caráter edáfico: controle das queimadas, adubação verde, adubação química, orgânica e calagem;
- Práticas de Caráter Vegetativo: florestamento e reflorestamento, pastagem, plantas de cobertura, cultivo em contorno ou em curvas de nível, cultivo em faixas, cordões de vegetação permanente, barreiras vivas ou faixas de retenção, ceifa de plantas daninhas, alternância de capinas, cobertura morta, rotação de culturas, sistema de plantio direto.
- Práticas de caráter mecânico: terraceamento e barraginhas (conservação de recursos hídricos).

A Lei Nº 90, de 2 de junho de 1980 do Mato Grosso do Sul, que dispõe sobre as alterações do meio ambiente, estabelece normas de proteção ambiental e dá outras providências e considera sobre a proteção do solo em seus artigos 14 e 15:

> “Art. 14. A utilização do solo, para qualquer fim, será permitida, se não prejudicar a saúde ou de forma a não causar erosão ou poluição dos corpos d’água superficiais ou subterrâneos.
>
> Art. 15. Toda pessoa física ou jurídica que, no Estado de Mato Grosso do Sul, explorar o solo para qualquer fim, terá que adotar práticas conservacionistas, de forma a controlar, minimizar ou corrigir os efeitos da erosão.
>
> § 1º São consideradas práticas conservacionistas todas aquelas catalogadas de Normas Técnicas Especiais, recomendadas para a região Centro-Oeste e adotadas pela EMBRAPA e EMBRATEL, ou outras que venham a ser aprovadas ou desenvolvidas por órgãos oficiais do País.”

Também em seu Art. 15, dispõe sobre as condições para desmatamento e prevê as práticas conservacionistas para retenção da drenagem e plantio em nível.

> “§ 2º É obrigado em toda atividade de preparo de solo que antecede ao início ou reinício de atividades agrícolas, o enleiramento permanente, sempre cortando o sentido das águas.
>
> § 3º As leiras só poderão ser queimadas ou desfeitas, visando à implantação de práticas conservacionistas.
>
> § 4º Nas demais atividades que não impliquem em desmatamento, é obrigatório, no mínimo, o cultivo em nível.”

5.4.1 Práticas de conservação do solo aplicadas na UGH

Desde 2017, a AGRAER – Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural, órgão público do Estado do MS, numa parceria com o Ministério da Agricultura e Pecuária, desenvolve um trabalho de assistência técnica e extensão rural em recuperação de pastagens degradadas, junto a médios produtores rurais dos municípios Água Clara, Aparecida do Taboado, Camapuã, Campo Grande, Chapadão do Sul, Costa Rica, Dois Irmãos do Buriti, Inocência, Nova Alvorada do Sul, Paraíso das Águas, Paranaíba, Ribas do Rio Pardo, Rochedo, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia, Terenos e Três Lagoas. São cerca de 100 propriedades assistidas e orientadas sobre: correção da fertilidade, escolha da forrageira, divisão de pastos e manejo da pastagem.

O Projeto prevê a realização de capacitação de técnicos e a realização de dias de campo para a difusão de tecnologias aplicadas à reforma e recuperação de pastos degradados. Esse convênio será previsto para execução até o dezembro de 2021 (AGRAER, 2020).

Durante os levantamentos realizados em campo em 2021, ficou evidenciada a aplicação difusa de práticas de conservação do solo, principalmente de caráter mecânico como o terraceamento, tanto para áreas destinadas para agricultura, como para pecuária. Na região de Chapadão do Sul, as áreas destinadas à lavoura extensiva de soja praticam também a rotação de culturas, na maioria das vezes alternando entre soja, algodão, soja e milho e soja, milho (safrinha) e algodão, outras vezes sorgo. As Figuras a seguir apresentam alguns exemplos de práticas de conservação do solo vistas na UGH em campo.

Figura 178 - Pastagem degradada na região de Aparecida do Taboado (-20,04729, -51,03345)

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 179 - Terraceamento em uma encosta em Aparecida do Taboado (-20,04688, -51,03256)

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 180 - Plantio de reflorestamento (seringueira) em nível em Aparecida do Taboado (-20,0657, -51,07061).

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 181 - Terraceamento e barraginha após chuva na região de Paranaíba (-19,51997, -51,10891).

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 182 - Terraceamento em Cassilândia próximo ao Salto do Aporé (-19,11648, -51,70458)

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 183 - Terraceamento em Cassilândia próximo à Cachoeira do Socorro (-19,20177, -51,73258).

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

O último Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola, realizado em 2017, é a principal fonte estatística e territorial sobre a produção agropecuária no Brasil. Embora os dados estejam organizados por município, traz informações muito úteis, sendo possível analisar alguns aspectos relacionados a práticas de conservação em termos de números de propriedades e área em hectares, nas tipologias indicadas conforme exposto na Tabela 42.

Tabela 42 - Dados Censo Agropecuário 2017 - florestas e agroflorestas.

INDICADOR	Paranaíba	Aparecida do Taboado	Chapadão do Sul	Cassilândia	
MATAS OU FLORESTAS					
Naturais	1.077	770	3.242	1.382	hectares
	14	24	12	18	estabelecimentos
Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	82.551	31.773	36.738	55.140	hectares
	1.267	520	130	525	estabelecimentos
Florestas plantadas	6.526	18.542	5.139	3.108	hectares
	46	25	22	24	estabelecimentos
SISTEMAS AGROFLORESTAIS					
Área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastoreio por animais	776	686	X	X	hectares
	16	7	5	3	estabelecimentos

Fonte: IBGE, 2017 organizado Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Segundo informações do Censo Agropecuário, são dedicados mais de 206,2 mil hectares (mais de 2.000km^2) a florestas em áreas de preservação permanente ou reserva legal nas propriedades dos quatro municípios em que a bacia está contida. Também há mais de 33,3 mil hectares em florestas plantadas, em sua maioria eucalipto, seguido de seringais e madeiras nobres como teca da índia, cedro australiano e mogno africano.

Há 31 propriedades que praticam sistemas agroflorestais, as quais ocupam uma área de 1.402 hectares.

Tabela 43 – Dados Censo Agropecuário 2017 - tipos de cultivos.

INDICADOR	Paranaíba	Aparecida do Taboado	Chapadão do Sul	Cassilândia	
SISTEMAS AGROFLORESTAIS					
Área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastoreio por animais	16	7	5	3	estabelecimentos
	776	686	X	X	hectares
Sistema de preparo do solo					
CULTIVO CONVENCIONAL	212	97	53	111	estabelecimentos
CULTIVO MÍNIMO	217	230	36	122	estabelecimentos
PLANTIO DIRETO NA PALHA	14	-	82	27	estabelecimentos
	950	-	90.089	10.067	hectares

Fonte: IBGE, 2017, organizado Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

O plantio direto, ou plantio direto na palha, é um sistema em que o plantio é realizado sem que haja aração ou gradagem prévia do solo, e sem que haja a remoção da palha ou cobertura de solo deixada pela safra anterior. O plantio é realizado por plantadeiras que abrem um pequeno sulco de profundidades e largura suficientes para garantir boa cobertura e contato da semente com o solo. Nesse sistema, o solo não fica totalmente exposto, durante a fase de preparo, plantio e germinação. Dessa forma, evita-se a erosão hídrica, perda de umidade e carbono para a atmosfera e melhor fixação dos nutrientes, e é considerada uma prática conservacionista.

Pelos dados apresentados do Censo, em Chapadão do Sul, a maioria dos cultivos são realizados utilizando esse sistema de preparo do solo, o que representa uma área de mais de 90 mil hectares somente neste município (também aquela com maior número de estabelecimentos). Já nos outros municípios, embora os números sejam menores, a maioria pratica o cultivo mínimo em seguida do convencional. Em Aparecida do Taboado, nenhuma propriedade pratica o plantio direto.

Tabela 44 - Dados Censo Agropecuário 2017 - adubação e irrigação.

INDICADOR	Paranaíba	Aparecida do Taboado	Chapadão do Sul	Cassilândia	
Área irrigada	50	35	9	29	estabelecimentos
	630	1.548	168	3.419	hectares
Adubação					
FEZ ADUBAÇÃO	340	251	151	187	estabelecimentos
Química	252	138	103	121	estabelecimentos
Orgânica	40	39	16	21	estabelecimentos
Química e orgânica	48	74	32	45	estabelecimentos
NÃO FEZ ADUBAÇÃO	1.371	482	105	502	estabelecimentos
Agrotóxicos					
UTILIZOU	392	68	123	135	estabelecimentos
Usa, mas não precisou utilizar	72	4	2	23	estabelecimentos
NÃO UTILIZOU	1.319	665	133	554	estabelecimentos

Fonte: IBGE, 2017 organizado Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Sobre irrigação, os dados do Censo indicam 5.765 hectares irrigados nos quatro municípios, sendo: 3.419 hectares em Cassilândia (59,3%), em 29 propriedades; 1.548 hectares em Aparecida do Taboado (26,9%), em 35 propriedades; 630 hectares em Paranaíba (10,9%), em 50 propriedades; e apenas 168 hectares em Chapadão do Sul (2,9%), em 9 propriedades.

Sobre adubação, exceto em Chapadão do Sul, nos demais três municípios, a maioria dos estabelecimentos não fez adubação, segundo dados do Censo. Para aqueles que fizeram (929 em 3.389 estabelecimentos nos quatro municípios), aquela estritamente orgânica teve pouca representatividade (116 estabelecimentos), sendo que a maioria utiliza a adubação química (614 de 929 estabelecimentos).

Quanto ao uso de agrotóxicos (agroquímicos), a grande maioria das propriedades não os utilizou (2.671 de 3.389 estabelecimentos, ou 78,8%). Dos quatro municípios, o número de propriedades que utilizam e não utilizam pode ser considerado equivalente apenas em Chapadão do Sul (123 e 133, respectivamente).

Deve-se ressaltar que esses temas de irrigação e uso de insumos são de fundamental importância a um Plano de Recursos Hídricos. No entanto, não foram encontrados dados mais detalhados, no recorte por bacias/sub-bacias, seja sobre irrigação (localização, áreas, métodos, quantitativos de consumo de água, práticas de gerenciamento de uso racional da água etc.), seja de insumos (sejam fertilizantes, sejam agroquímicos). Tal conjunto de dados/informações é relevante tanto para aspectos quantitativos dos recursos hídricos (demandas/consumo, ações visando à diminuição de consumo, perdas etc.), quanto qualitativos (sobretudo insumos, por serem fontes potenciais de contaminação).

5.4.1.1 Chapadão do Sul – O caso do Pasto Ruim

O Pasto Ruim é um caso específico de erosão hídrica muito conhecido e expressivo em Chapadão do Sul e região, portanto, importante pauta para discursões do ponto de vista ambiental e dos recursos hídricos. Neste sentido, foram efetuadas consultas diversas, incluindo campo e uso de fotografias aéreas, além de relatos coletados na região, como da Fiscalização de Meio Ambiente da Prefeitura de Chapadão do Sul.

O córrego Pasto Ruim, segundo relatos, se formou em decorrência de uma erosão gerada por uma forte chuva no final da década de 1960. Nesse período, o município de Chapadão do Sul ainda não havia se emancipado e a região vivenciava grande expansão agrícola; tal processo de ocupação era financiado pelo estado, que incentivou agricultores a se estabelecerem no local. Tais práticas agrícolas, baseadas na monocultura e pecuária extensiva, degradaram a paisagem local, com supressão da cobertura de cerrado nativo e da estruturação do solo, induzindo ao aumento dos processos erosivos. Durante evento chuvoso extremo, relatos contam que enorme voçoroca se formou onde antes existia uma antiga estrada para Cassilândia, e ao atingir o nível freático, essa erosão formou um córrego.

O córrego Pasto Ruim recebe contribuição da área da microbacia em que a sede do município está inserida; esta sede está situada a montante do local que acredita ser sua nascente perene. O sistema de drenagem de águas pluviais da sede de Chapadão do Sul conduz as águas de chuva coletadas nas vias públicas até um canal que, em

seguida, ainda tem duas bacias de contenção de cheias, antes de avançar por drenagem (leito) que é hoje o curso do córrego, e este avançar até o deságue no rio Aporé. Nesta mesma cabeceira, a jusante das bacias de contenção de cheia, na margem direita, também se localiza o aterro sanitário municipal.

Em todo seu trajeto, esse córrego apresenta meandros com curvaturas pouco acentuadas, e sempre em um leito caracterizado pela presença de processos erosivos em intensa atividade. Foi realizada a análise de imagens áreas da década de 1980 em comparação com imagens aéreas atuais adquiridas na plataforma Google Earth, conforme apresentado a seguir.

Figura 184 - Imagem de satélite do córrego Pasto Ruim em Chapadão do Sul datada de 2021.

Fonte: Google Earth 2021.

Na comparação com a imagem de satélite datada do ano de 1985 (Figura 185), é possível perceber como as práticas de conservação aplicadas alteraram o aspecto degradativo em toda a extensão do córrego, e aos poucos é perceptível que a paisagem vem assumindo um aspecto regenerativo.

Figura 185 - Imagem de satélite do córrego Pasto Ruim em Chapadão do Sul datada de 1985.

Fonte: Google Earth, 2021.

A foz desse córrego no rio Aporé é evidenciada pelos bancos de areia formados (assoreamento), pela deposição do material carreado nesse processo erosivo, conforme imagem de satélite representada na Figura 186.

Figura 186 - Imagem de satélite evidenciando o processo de assoreamento na foz do pasto ruim no rio Aporé.

Fonte: Google Earth, 2021.

O MPE – Ministério Público Estadual firmou um TAC – Termo de Ajustamento de Conduta com os proprietários do entorno do córrego Pasto Ruim, prevendo intervenções de cunho conservacionista para sua recuperação ambiental. Embora não

se tenha tido acesso ao TAC, através de visita em campo, e uso de fotografias aéreas e sensoriamento remoto, percebe-se, comparando-se imagens de diferentes anos, práticas de caráter edáficico, vegetativo e mecânico.

As lavouras de soja dentro da bacia de contribuição do Pasto Ruim foram terraceadas. Há também a presença de linha de plantas perenes, no caso plantio de eucalipto e bambu. Na APP do córrego Pasto Ruim, está sendo realizada a revegatação com a utilização de espécies nativas, por meio de diferentes metodologias, como plantio convencional e nucleação.

Na Figura 187 é possível notar o terraceamento realizado na lavoura de soja, com linhas de plantas perenes, no caso o bambu e *eucaliptus* e o plantio de nativas na APP do córrego.

Figura 187 – Vista do córrego Pasto Ruim e arredores – 2021 (-18,78412, -52,55027)

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tais práticas também são percebidas na Figura 188 e na Figura 189.

Figura 188 - Vista do córrego Pasto Ruim e arredores – 2021 (-18,78412, -52,55027).

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Figura 189 - Vista do córrego Pasto Ruim e arredores – 2021.

Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021(-18,78412, -52,55027).

Na Figura 190, está apresentada uma fotografia aérea de uma área cerca de 2 km a jusante dos pontos representados nas fotografias anteriores.

Figura 190 - Porções de vegetação nativa e linhas de perenes às margens do córrego pasto ruim.
Fonte: Consórcio MYR - HIDROGEOAMBIENTAL, 2021 (-18.784974, -52.548427).

Embora haja mudança com viés positivo a partir das ações efetuadas, os processos de erosão e assoreamento ainda estão em atividade; e a microbacia do córrego Pasto Ruim é uma região muito sensível e de alta vulnerabilidade. Dessa maneira, frisa-se que é necessário manter ações de cunho de recuperação, planejamento e monitoramento, bem como aprimorá-las e integrar as técnicas empregadas.

Ainda sobre o caso do Pasto Ruim, o MP-MS disponibilizou em abril de 2021 informações sobre nascentes vistoriadas no âmbito do projeto Preservágua, indicando situação ambiental em cada uma. De 213 nascentes, em mais de 70 propriedades rurais, 20 foram consideradas degradadas; 17 preservadas, mas com recomendações de melhorias; 7 como não existentes; e as demais (grande maioria), como preservadas.

5.4.2 Considerações finais sobre as práticas de conservação

A região da UGH Santana-Aporé possui um histórico de ocupação da paisagem dominado pela pecuária extensiva e agricultura, marcada principalmente pelas lavouras de soja na região de Chapadão do Sul. As práticas extensivistas na agropecuária visam ao aumento da produção e otimização de processos, recursos e área cultivada, tendo como objetivo, aumentar a relação produção por hectare. Para garantir a sustentabilidade dessa produção, é fundamental que se preservem as condições agricultúraveis do solo. Nesse sentido, as práticas conservacionistas são aliadas ao produtor, de forma a trazer maior estabilidade de produção entre as safras, menor dependência de insumos (fertilizantes e agroquímicos), aumento da capacidade de retenção de umidade, diminuindo a necessidade de irrigação além dos benefícios ambientais já mencionados para a conservação do solo e água.

Com base nos dados secundários e na percepção do levantamento de campo, conclui-se que os produtores rurais têm aderência com as práticas conservacionistas, principalmente em relação à implementação de terraceamentos e barraginhas ou barragens secas. Foram verificados também práticas edáficas e vegetativas, como adubação orgânica, rotação de culturas, pastagens, linhas de perenes, reflorestamento e plantio direto na palha. Também foi percebido que essas iniciativas partem dos próprios produtores, tanto pecuaristas como agricultores, o que abre espaço para realização de propostas de práticas conservacionistas que se integrem entre as propriedades. Como, por exemplo, em relação às práticas que envolvam controle de drenagem ou recuperação de áreas degradadas (em microbacias ou trechos destas), que precisem estar integradas de um ponto de vista hidrológico.

Em relação ao córrego Pasto Ruim, sugere-se um estudo mais aprofundado, para melhor entendimento das intervenções hidráulicas e de retificações já efetuadas; determinação de características hidrológicas; produção, transporte e deposição de sedimentos, quer dentro da microbacia, quer a jusante, no rio Aporé, de forma a determinar e mensurar de forma mais detalhada (e quantitativamente) os impactos negativos, bem como melhor dimensionamento das ações de recuperação e conservação previstas no TAC.

Em relação às iniciativas estaduais, no Estado do Mato Grosso do Sul existe um dos projetos pioneiros do programa Manancial Vivo, instituído pelo Decreto Municipal N°. 11.303, de 02 de setembro de 2010. O programa Manancial Vivo é ligado ao programa Produtor de Água da ANA, é uma experiência-piloto de PSA - Pagamentos por Serviços Ambientais realizada nas Áreas de Proteção Ambiental do Guariroba e Lajeado localizadas no município de Campo Grande.

Do ponto de vista nacional, recentemente foi sancionada a Lei 14.119 de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). A nova lei simboliza um marco nacional para a definição do termo serviços ambientais e para a regulamentação da possibilidade dos produtores rurais receberem benefícios para realização de práticas que promovam a manutenção dos recursos naturais, podendo assim ser entendidas como práticas conservacionistas. Há ainda legislação estadual na temática de PSA, como será comentado no Capítulo 6.3.6.

Frente às ações já executadas na bacia, os produtores rurais que realizam práticas conservacionistas seriam potencialmente elegíveis para uma possível implantação de um projeto de PSA na região, o que traria maior integração, incentivo, monitoramento e efetividade para as práticas já implementadas. Um possível programa de PSA também abriria espaço para implementação de outras práticas e para incentivar ainda mais a aderência de produtores que ainda não realizam práticas conservacionistas em suas terras.

5.5 LEVANTAMENTOS DO POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO E ASSOCIADOS

5.5.1 Conceitos da Fragilidade Ambiental – FAP e FAE

Adaptada França et al. (2019), a metodologia proposta para este trabalho se baseou na técnica de avaliação por multicritérios por meio do software ArcGIS e do método de hierarquização para tomadas de decisões conhecido como AHP - Analytic Hierarchy Process ou Processo Analítico de Hierarquia. Pautou-se na definição de dois conceitos chave para tomada de decisões que levam em consideração aspectos

de meio físico: a Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) e a Fragilidade Ambiental Emergente (FAE). Segundo Valle et al. (2016), a FAP representa fatores intrínsecos à paisagem, enquanto a FAE considera ainda a cobertura da terra e intervenções antrópicas. Neste contexto, para os resultados deste trabalho, adotou a FAE.

A análise conjunta dos eixos que compõem a FAP é possível através do geoprocessamento, com o uso da sobreposição de mapas, realizando uma análise de multicritérios, com compilação e integração das principais características físicas da área estudada. Assim, foram utilizados os atributos da geologia (litologia), geomorfologia (unidades de mapeamento do 3º táxon e declividade), pedologia, clima (pluviosidade) - definidos como fatores condicionantes das características que determinas a dinâmica natural superficial, ou seja, a fragilidade ambiental inerente ao meio físico. Os dados básicos necessários foram extraídos dos mapas e relatórios temáticos consolidados para esse trabalho.

Para a geração do mapa de FAE, executou-se a álgebra da FAP com a carta de uso e ocupação do terreno também produzida neste diagnóstico. O estudo dessas variáveis possibilita a definição das classes de fragilidade naturalmente potenciais à erosão e movimentação dos solos, que, quando sujeitos a ações antropogênicas, poderão apresentar-se em condições de instabilidade ambiental (Figura 191).

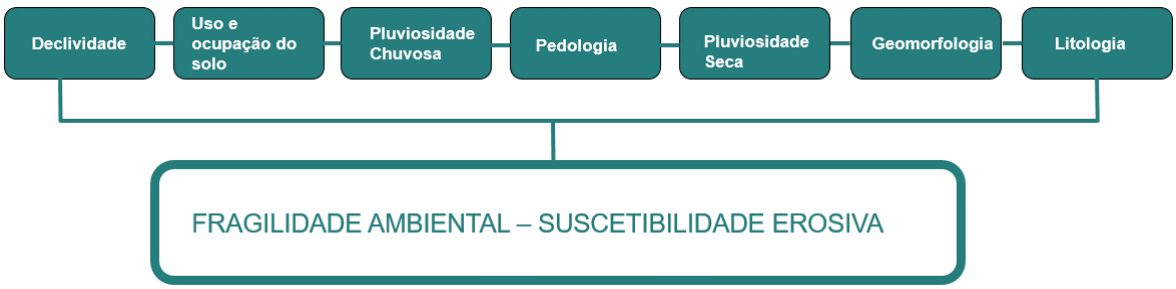


Figura 191 - ESQUEMA METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DO MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE EROSIVA.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

Para cada um desses parâmetros foram estabelecidas classes de fragilidade, conforme o estudo individual de suas características, isto é, foram atribuídos pesos

de 1 a 5 por variável, representando nomeadamente as categorias: 1 (Muito Baixa), 2 (Baixa), 3 (Média), 4 (Alta) e 5 (Muito Alta), tal como enquadrados na caracterização e descrição apresentadas na Tabela 45. Assim como o mapa final de FAP, que apresenta a mesma categorização após a álgebra dos mapas referentes aos múltiplos critérios.

Tabela 45 - Pesos atribuídos para realização do mapeamento de fragilidade ambiental de meio físico.

Classificação	Nota
Muito Alto	5
Alto	4
Médio	3
Baixo	2
Muito Baixo	1

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

5.5.2 Fragilidade Ambiental – atributos e mapa resultante

- **Litologia**

Para a atribuição de notas referentes a cada classe litológica, seguiu-se a metodologia proposta por ROSS (1994), que atribui valores baseados na vulnerabilidade denudacional das rochas, grau de coesão das rochas e de susceptibilidade ao intemperismo físico e químico - Tabela 46, que, por sua vez, foram definidos de acordo com o que propõe Theodoroviz e Theodoroviz (2010).

Tabela 46 - Atributos e pesos para litologia

LITOLOGIA	
Peso	**Unidade litológicas**
1	Formação Marilia
2	Formação Cachoeirinha
3	Formação Botucatu; Formação Serra Geral
4	Formação Santo Anastácio
5	Formação Vale do Rio do Peixe

Fonte: ROSS, 1994.

- **Unidades geomorfológicas (3º táxon)**

Conforme apontado no diagnóstico de geomorfologia, o relevo da UGH Santana-Aporé apresenta forte condicionamento litoetrutural, sendo resultado da erosão diferencial, em que a resistência das rochas define a variação altimétrica regional. Neste sentido, considerando a sua vulnerabilidade natural à processos erosivos, conforme define Theodoroviz e Theodoroviz (2010) obteve-se as seguintes variações de pesos apresentadas na Tabela 47.

Tabela 47 - Atributos e pesos para geomorfologia

PEDOLOGIA	
Peso	**Unidade pedológicas**
1	Chapadas e Platôs
2	Planaltos
3	Colinas amplas e suaves
4	Tabuleiros
5	Colinas dissecas e morros baixos

Fonte: Theodoroviz & Theodoroviz (2010).

- **Declividade**

Plano de informação de declividade do terreno foi elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) extraído da imagem de radar Alos Palsar com resolução de 12m. As classes de declividade seguiram recomendação da EMBRAPA (1979), que divide terrenos em categorias. As categorias e variação dos pesos foram baseados no que preconiza ROOS (1994) e associadas as classes apresentadas na Tabela 48.

Tabela 48 - Atributos e pesos para declividade

DECLIVIDADE		
Peso	**Declividde (%)**	**Relevo**
1	0-3	Plano
2	3-8	Suave ondulado
3	8–20	Ondulado
4	20–45	Forte ondulado
5	maior que 45	Montanhoso/Escarpado

Fonte: EMBRAPA (1979).

- **Pedologia**

Para o Plano de informação classes de solo foi utilizado dados do Mapa de Solos de do Brasil (1:250.000) (IBGE) e quanto às classes dos solos, foi aplicada a nomenclatura da EMBRAPA (2013). Adotou-se a classificação de Ross (1994), que hierarquiza em cinco categorias para classes de fragilidade nas quais são considerados: textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade dos horizontes superficiais e subsuperficiais (Tabela 49).

Tabela 49 - Atributos e pesos para pedologia

PEDOLOGIA	
Peso	**Unidade pedológicas**
1	LVd; LVdf; LVw; LVwf; LVAd
2	GM; GX
3	RL
4	RQ
5	PVA

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021, com base em ROSS (1994), EMBRAPA (2013) e IBGE (2019).

- **Precipitação**

A base de dados utilizados para pluviosidade foi gerada a partir de dados disponíveis no Banco de dados Meteorológicos disponibilizado pelo INMET. Os dados são uma série histórica de 2011 a 2019 na forma de isoietas de precipitação médias anuais. Realizou-se a espacialização dos dados climáticos por meio da conversão de linhas de isoietas em pontos de referência pluviométrica, que posteriormente foram espacializados pelo método Inverse Distance Weighted – IDW (Tabela 50 e Tabela 51).

Tabela 50 - Atributos e pesos para pluviosidade (período seco)

Precipitação (mm) – período seco	
Peso	**Classe**
1	37,5 – 41,05
2	41,05 – 43,35
3	43,52 – 45,91
4	45,91 – 48,58
5	48,58 – 53,38

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

Tabela 51 – Atributos e pesos para pluviosidade (período chuvoso)

Precipitação (mm) – período chuvoso	
Peso	**Classe**
1	139,0 – 159,0
2	161,4 – 181,0
3	181,0 – 191,0
4	192,3 – 215,7
5	219,6 – 259,4

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

- **Uso e Ocupação do Solo**

Para o parâmetro do grau de proteção dos solos em função da cobertura vegetal e tipos de uso e ocupação foram estabelecidas as seguintes hierarquizações (Tabela 52).

Tabela 52 - Atributos e pesos para uso, ocupação do solo e cobertura vegetal.

Uso, ocupação do solo e cobertura vegetal	
Peso	**Classe**
1	Corpo d'água
2	Formação campestre; silvicultura
3	Formação florestal; Urbanização
4	Lavoura temporária
5	Pastagem

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

Após a qualificação das variáveis ambientais em gradientes de restrição, diferentes pesos são atribuídos ao eixo ambiental correlacionado à variável. Para este estudo, foram adotados os seguintes pesos para as variáveis: Litologia – 5%; Geomorfologia – 5%; Pluviosidade (período seco) – 5%; Pedologia – 10%; Pluviosidade (período chuvoso) – 20%; Uso e Ocupação do solo – 25% e Declividade (relevo) – 30%; somadas essas variáveis correspondem a 100% do potencial erosivo local.

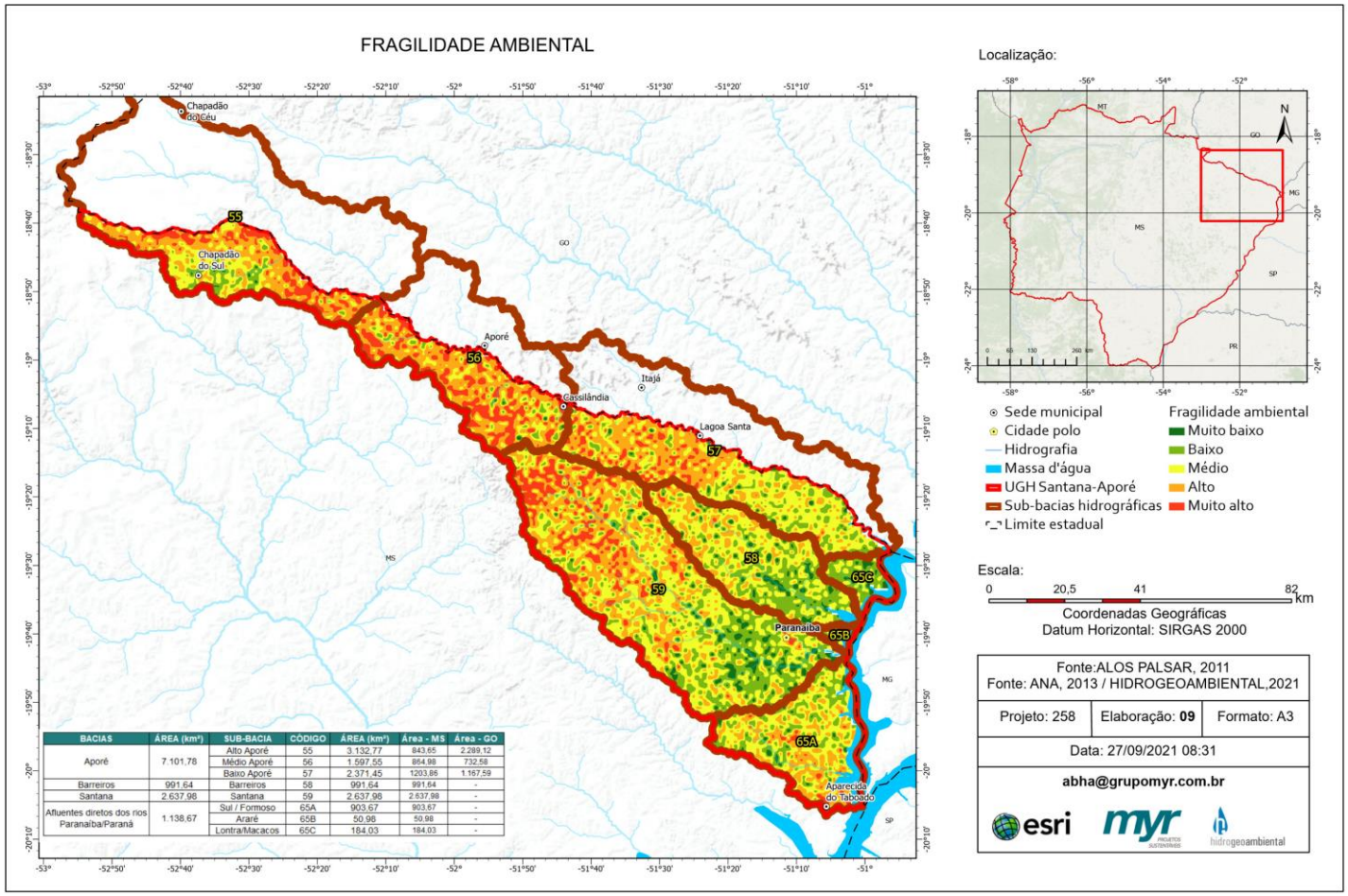
Equação 1 – Equação para elaboração do mapeamento de fragilidade ambiental emergente ou suscetibilidade erosiva.

$$\boldsymbol{FAE} = [(\boldsymbol{declividade} * \mathbf{0,30}) + (\boldsymbol{uso, ocupação\ e\ cobertura\ vegetal} * \mathbf{0,25}) + (\boldsymbol{chuvoso} * \mathbf{0,20}) + (\boldsymbol{solo} * \mathbf{0,10}) + (\boldsymbol{seco} * \mathbf{0,05}) + (\boldsymbol{geomorfologia} * \mathbf{0,05}) + (\boldsymbol{s}) + (\boldsymbol{lito} * \mathbf{0,05})]$$

A seguir, estão caracterizados os diferentes graus de susceptibilidade à erosão utilizados neste estudo:

- ✓ **Muito baixo (MB)** - terras não suscetíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solos de relevo plano ou quase plano (0 a 3% de declive), e com boa permeabilidade.
- ✓ **Baixo** (**B**) - terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão. Geralmente, possuem boas propriedades físicas, variando os declives de 3 a 8%. Práticas conservacionistas simples podem prevenir processos erosivos.
- ✓ **Médio** (**M**) - terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado, com declive de 8 a 13%. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização.
- ✓ **Alto (A) -** terras que apresentam forte suscetibilidade à erosão. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente de 13 a 20%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo de suas condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.
- ✓ **Muito Alto (MA) -** terras com suscetibilidade maior que a do grau forte, tendo o seu uso agrícola muito restrito. Ocorrem em relevo forte ondulado, com declives entre 13 a 20%. Na maioria dos casos o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômica.

Os resultados do mapeamento da Fragilidade Ambiental Emergente (FAE) resultantes são apresentados no mapa da Figura 192.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 192 - Mapa de Fragilidade Ambiental Emergente (FAE) da UGH Santana-Aporé.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

5.5.3 Levantamentos da EMBRAPA – Erodibilidade de Solos; Susceptibilidade e Vulnerabilidade à Erosão Hídrica

A EMBRAPA (2020) apresenta mapas de erodibilidade de solos; susceptibilidade e vulnerabilidade à erosão hídrica.

O Mapa de Erodibilidade expressa a capacidade do solo de resistir à erosão provocada pela água a partir de características intrínsecas, como a composição granulométrica, estrutura, conteúdo de carbono orgânico na camada superficial, permeabilidade, profundidade efetiva do solo e a presença ou ausência de camada compactada e pedregosidade. Não considera fatores extrínsecos aos solos, como condições climáticas, relevo e cobertura vegetal. Corresponde ao fator K da Equação Universal de Perda de Solo (USLE – Universal Soil Loss Equation - Wischmeier) (WISCHMEIER & SMITH, 1978; RENARD et al., 1997). Os níveis de erodibilidade são representados em cinco classes nominais de intensidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta (EMBRAPA, 2020).

A Figura a seguir apresenta o mapa de erodibilidade dos solos para a UGH Santana-Aporé e arredores. É predominantemente média a baixa. Nas áreas de maior declividade, notadamente nos limites entre as sub-bacias do Médio/Baixo Aporé e Santana (alto curso), é muito ata a alta.

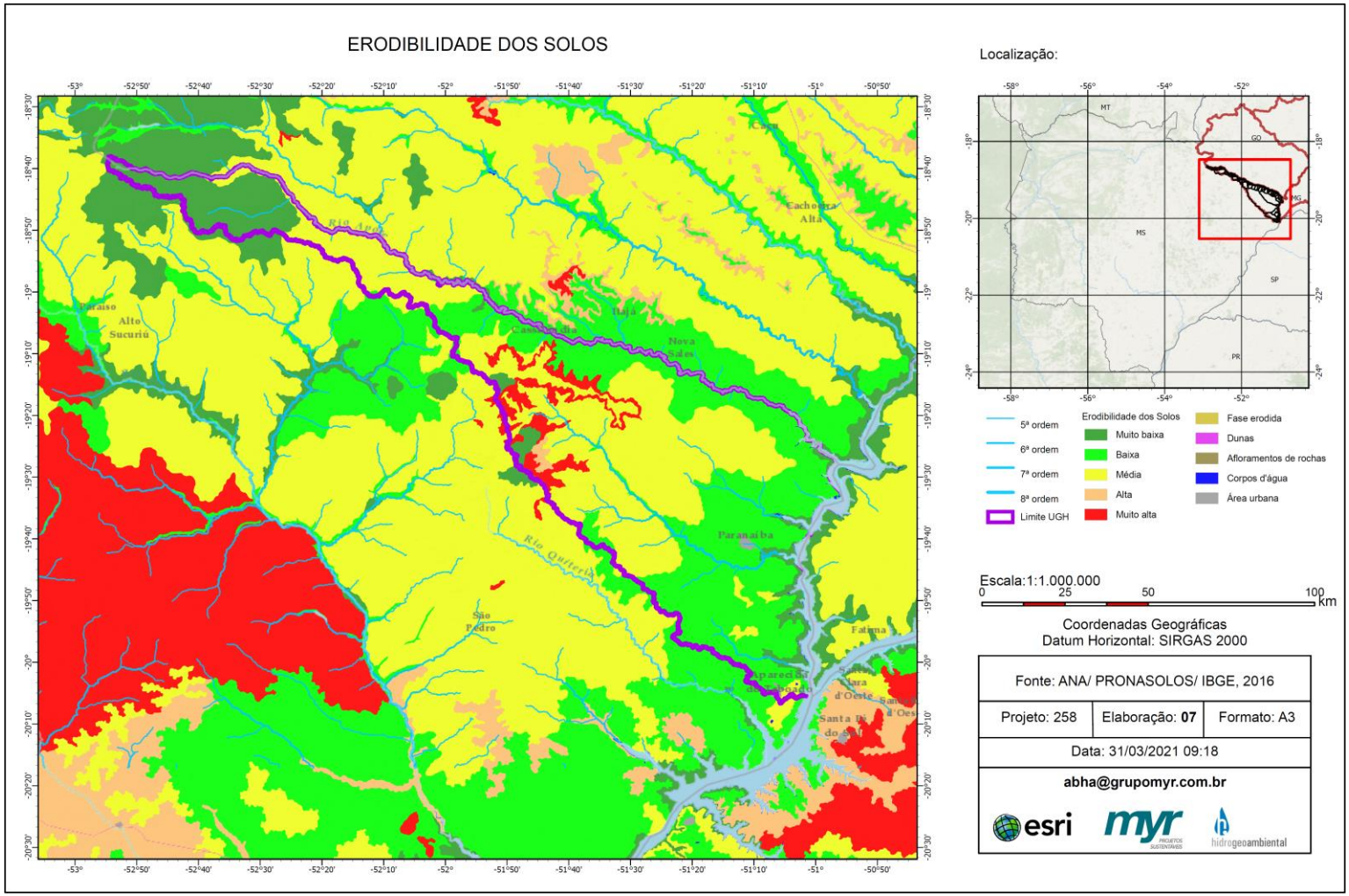


Figura 193 - MAPA DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS – UGH Santana-Aporé e arredores.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

O Mapa da Susceptibilidade dos solos à erosão hídrica, elaborado também pela EMBRAPA, expressa a sensibilidade dos solos à erosão hídrica em sua ambiência, ou seja, considerando a situação topográfica e as condições climáticas às quais se encontram.

Os dados de entrada: a) erodibilidade dos solos do Brasil (item anterior); b) erosividade da chuva do Brasil, baseada nas estimativas anuais do Fator R a partir dos dados mensais de precipitação da rede de Zoneamento Agrícola do Risco Climático (ZARC) e da CPRM, utilizando-se 3.659 estações pluviométricas (Figura 194); e c) classes de declividade (SRTM com 30 m de resolução espacial). Os níveis de susceptibilidade são representados em cinco classes nominais de intensidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta (EMBRAPA, 2020).

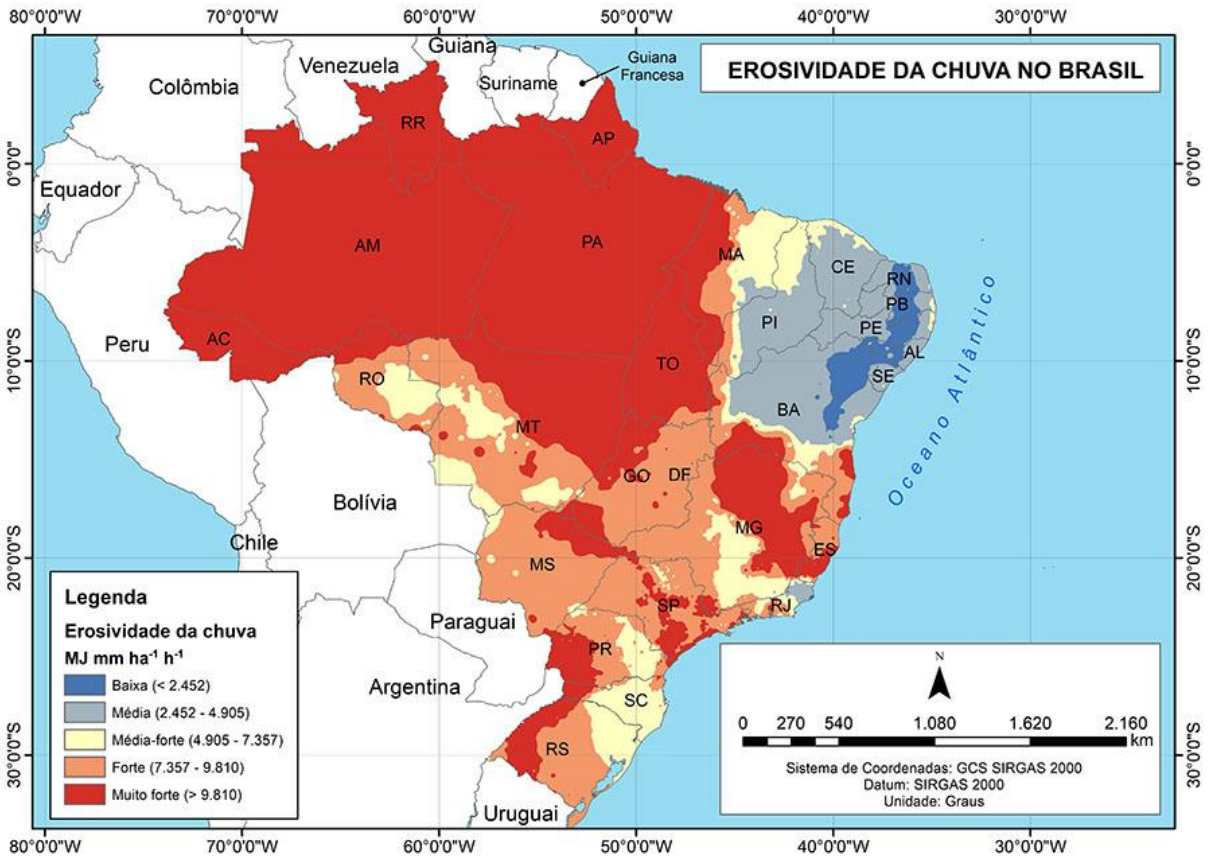


Figura 194 – Mapa de Erosividade da chuva no Brasil.

Fonte: EMBRAPA (2020).

A Figura seguinte apresenta o mapa de Susceptibilidade dos solos à erosão hídrica para a UGH Santana-Aporé e arredores. O comportamento é semelhante ao mapa de erodibilidade, sendo a susceptibilidade predominantemente média a baixa. Nas áreas de maior declividade, notadamente nos limites entre as sub-bacias do Médio/Baixo Aporé e Santana (alto curso), é muito ata a alta.

Já a Vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica, nesta concepção da EMBRAPA, mostra o grau de vulnerabilidade aos processos erosivos considerando o nível de exposição em função da cobertura vegetal natural ou do uso agropecuário. Os dados de entrada são: a) mapa da suscetibilidade dos solos (item anterior); e b) mapa de uso e cobertura, com uso da plataforma MapBiomas (https://plataforma.mapbiomas.org). Os níveis de vulnerabilidade são representados em cinco classes nominais de intensidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta (EMBRAPA, 2020).

O último mapa do presente capítulo trata da Vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica para a UGH Santana-Aporé e arredores, sendo predominantemente moderada a baixa. Nas áreas de maior declividade, notadamente nos limites entre as sub-bacias do Médio/Baixo Aporé e Santana (alto curso), é muito ata a alta; o mesmo na área de Chapadão do Sul.

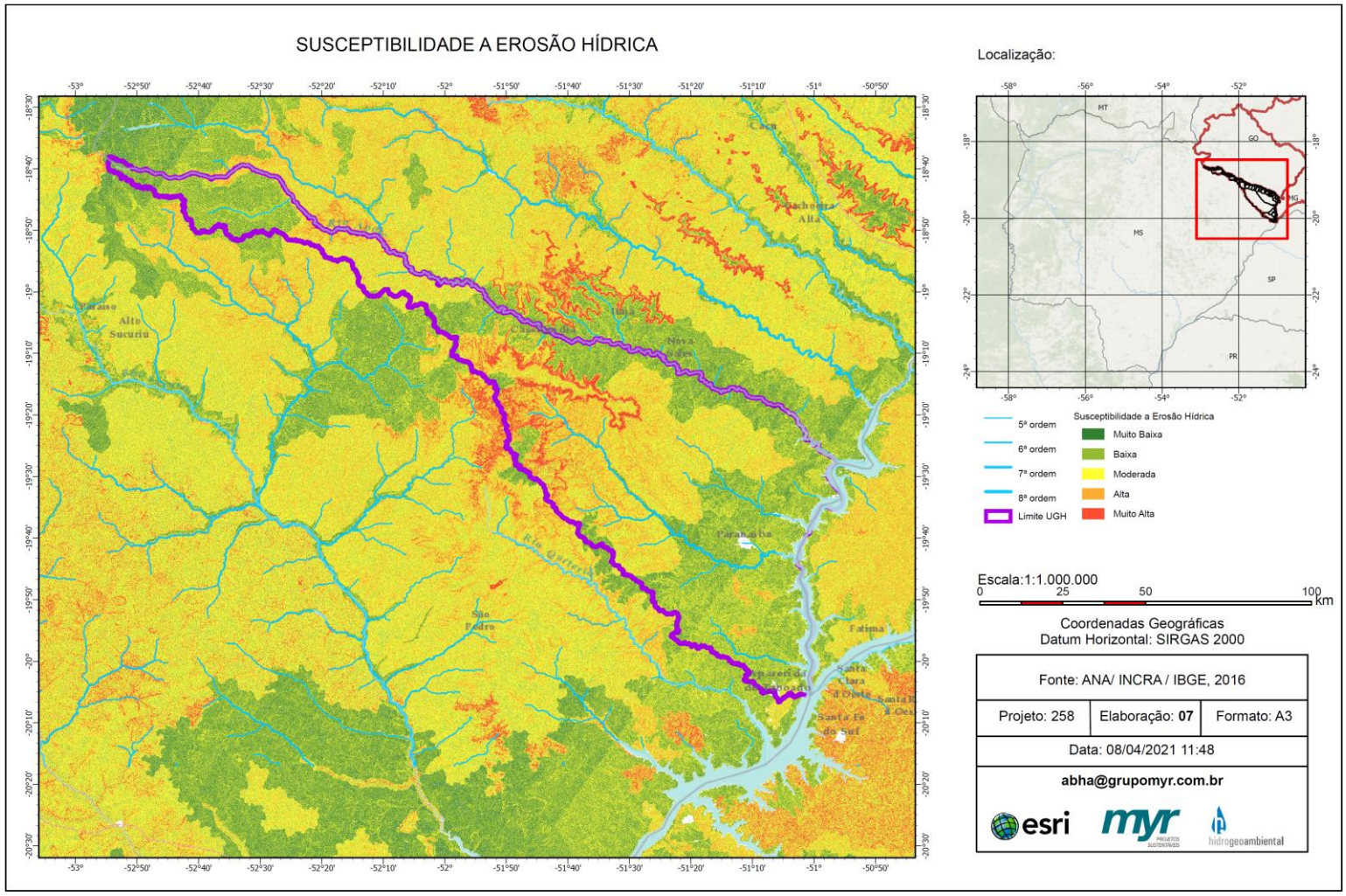


Figura 195 - MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO HÍDRICA

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

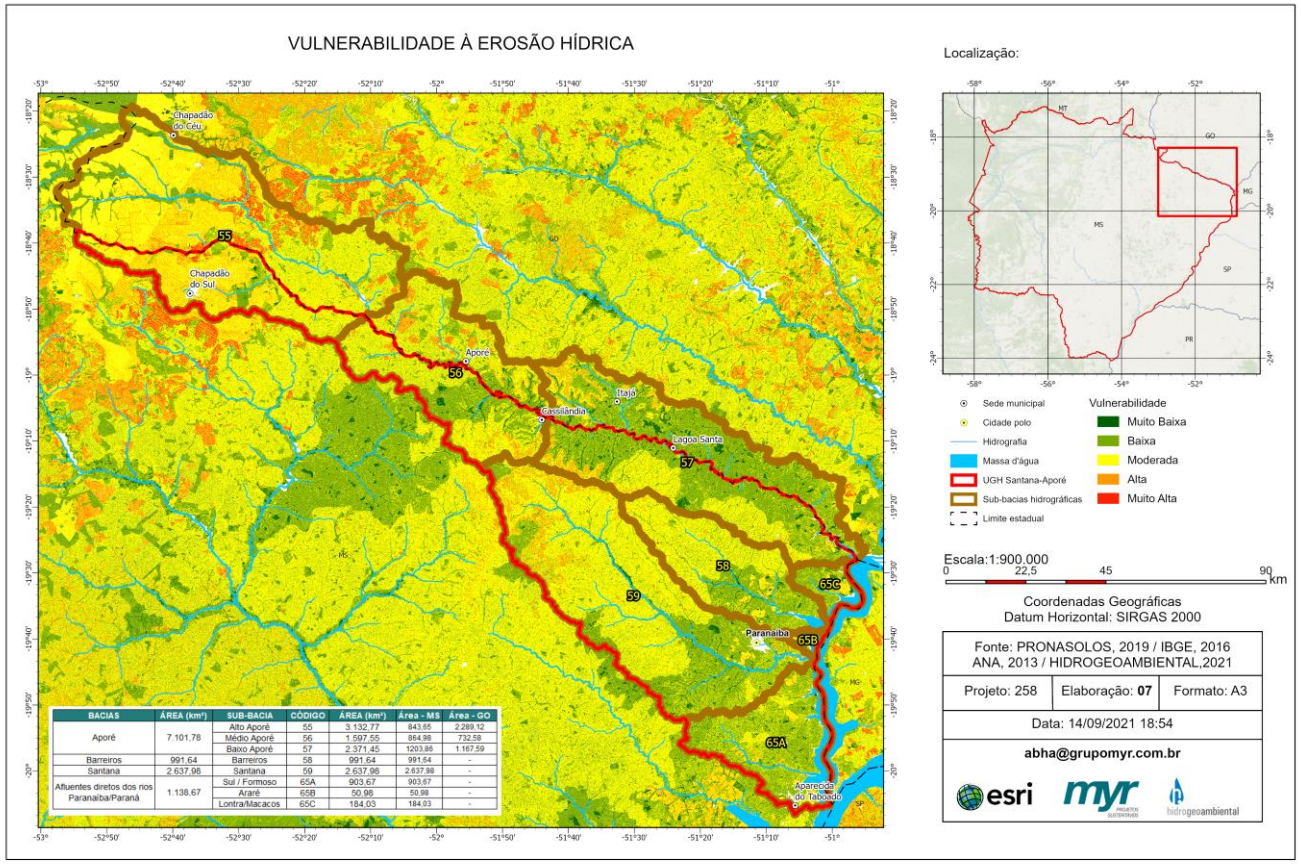


Figura 196 - MAPA DE VULNERABILIDADE À EROSÃO HÍDRICA

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021

5.6 APTIDÃO AGRÍCOLA

Os solos da UGH Santana–Aporé são derivados de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e conglomeráticos com características físico-químicas bastante diferencias de região por região, por vezes, de local para local. Predominam sedimentos que se alteram para solos de baixa fertilidade natural, ricos em alumínio caracterizados como solo ácidos. Existe um alta incidência de manchas de solos arenosos bastante friáveis, naturalmente erosivos, de muita baixa fertilidade natural, excessivamente permeáveis, de baixa capacidade de retenção de água e minerais (exceto gleissolos e plintossolos). Respondem mal à adubação e perdem água rapidamente.

Na UGH Santana – Aporé, foram identificadas algumas classes principais de aptidão agrícola: aptidão regular para lavoura, que ocupa a maior parte da UGH; aptidão para pastagem plantada (sobretudo nas áreas de planaltos e arredores, nos limites Médio/Baixo Aporé e alto Santana); inaptidão para agricultura (sobretudo áreas de grande declividade, nos arredores dos planaltos); e aptidão boa para lavoura (principalmente pequenas manchas nas bacias dos rios Formoso, Santana e Barreiros) (Figura 197).

Na sequência, é descrita a aptidão agrícola para cada classe de solo encontrada na UGH Santana–Aporé.

- ✓ *Latossolo Vermelho distrófico:*

Os latossolos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. São profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. Apesar do alto potencial para agropecuária, parte de sua área deve ser mantida com reserva para proteção da biodiversidade desses ambientes.

- ✓ *Latossolo Vermelho Amarelo distrófico:*

Os latossolos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, estão situados em relevo plano a suave-ondulado,

com declividade que raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. São profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. Apesar do alto potencial para agropecuária, parte de sua área deve ser mantida com reserva para proteção da biodiversidade desses ambientes.

- ✓ *Argissolo Vermelho Amarelo distrófico:*

Quando a fertilidade natural é elevada e não há pedregosidade, sua aptidão é boa para agricultura. São particularmente indicados para situações em que não é possível grandes aplicações de capital para o melhoramento e a conservação do solo e das lavouras, o que é mais comum em áreas de agricultura familiar. Os intermediários para latossolos apresentam aptidão para uso mais intensivo, mesmo contendo baixa fertilidade natural, uma vez que são profundos. Essa limitação pode ser corrigida, desde que ocorram em áreas de relevo suavizado. Culturas perenes também são uma alternativa para esses solos, principalmente, os mais profundos.

- ✓ *Gleissolo háplico:*

Apresentam sérias limitações ao uso agrícola, principalmente, em relação à deficiência de oxigênio (pelo excesso de água), à baixa fertilidade e ao impedimento à mecanização. Por estarem em locais úmidos, conservadores de água, não se recomenda sua utilização para atividades agrícolas, principalmente, nas áreas que ainda estão intactas e nas nascentes dos cursos d'água. O ambiente onde se encontram os solos glei é muito importante do ponto de vista conservação do recurso água.

- ✓ *Neossolo litólico:*

Em áreas mais planas, os Neossolos, principalmente os de maior fertilidade natural (eutróficos) e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Os solos de baixa fertilidade natural (distróficos) e mais ácidos são mais dependentes do uso de adubação e de calagem para correção da acidez. Já em ambientes de relevos mais declivosos, os Neossolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à restrição a mecanização e à forte suscetibilidade aos processos erosivos.

- ✓ *Neossolo quartzarênico:*

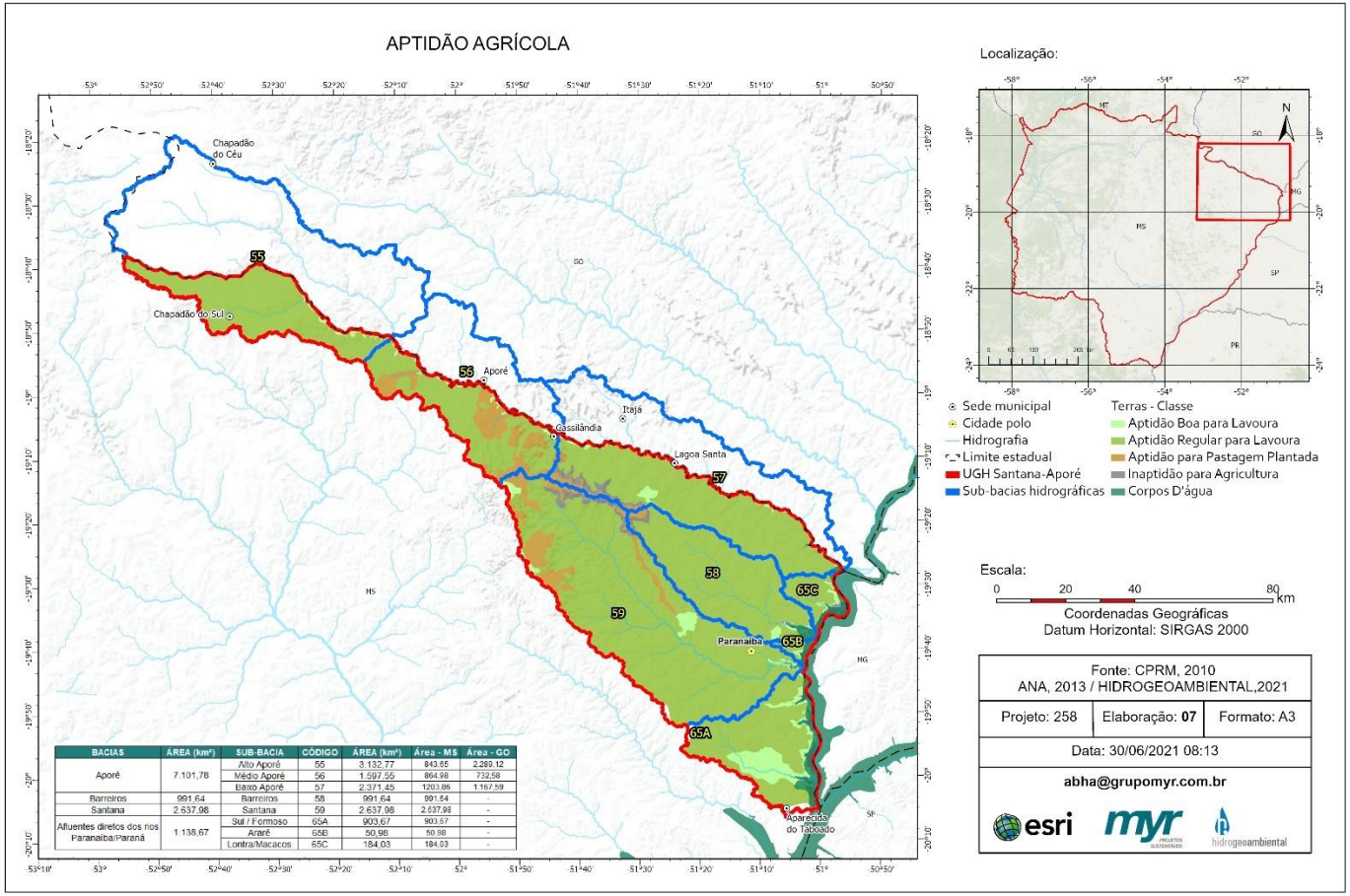
Os neossolos quartzarênicos são consideradas solos de baixa aptidão agrícola. O uso contínuo de culturas anuais pode levá-las rapidamente à degradação. Práticas de manejo que mantenham ou aumentem os teores de matéria orgânica podem reduzir esse problema. Culturas perenes, plantadas em áreas de neossolo quartzarênico, requerem manejo adequado e cuidados intensivos no controle da erosão, da adubação (principalmente com N e K) e da irrigação, esta última, visando à economia de água. Caso contrário, há o depauperamento da lavoura, acarretando baixas produtividades.

- ✓ *Cambissolo háplico:*

Em áreas mais planas, os Cambissolos, principalmente os de maior fertilidade natural, argila de atividade baixa e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Já em ambientes de relevos mais declivosos, os Cambissolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos.

- ✓ *Plintossolo háplico:*

Apresentam potencial agrícola, relacionado principalmente em relevo plano ou suave ondulado. Os concrecionários podem ser utilizados para produção de material para construção da base de estradas. As principais limitações desta classe de solo para o uso agrícola estão relacionadas à baixa fertilidade natural, acidez elevada e drenagem.



BACIAS	ÁREA (km²)	SUB-BACIA	CÓDIGO	ÁREA (km²)	Área - MS	Área - GO
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	3.132,77	843,65	2.289,12
		Médio Aporé	56	1.597,55	864,98	732,58
		Baixo Aporé	57	2.371,45	1203,86	1.167,59
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	991,64	-
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	2.637,98	-
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	903,67	-
		Araré	65B	50,98	50,98	-
		Lontra/Macacos	65C	184,03	184,03	-

Figura 197 - Mapa de aptidão agrícola da UHG Santana – Aporé.

Fonte: Consórcio MYR – Hidrogeoambiental, 2021.

Levando em consideração da distribuição das classes de aptidão agrícola por bacias hidrográficas tem-se, na Tabela 48:

Tabela 53 - Unidades de aptidão agrícola por sub bacias hidrográficas pertencentes a UGH Santana-Aporé.

Sub bacias da UGH Santana - Aporé	Classes de Aptidão	Área (km²)
Afluentes diretos do rio Paranaíba	Terras com Aptidão Boa para Lavoura	218,9
	Terra com Aptidão Regular para Lavoura	769,2
	Terras Inaptas para Atividades Agrícolas	115,8
	Corpos D'água	0,1
Aporé	Terras com Aptidão Boa para Lavoura	123,7
	Terra com Aptidão Regular para Lavoura	2316,0
	Terras Inaptas para Atividades Agrícolas	52,3
	Terras Aptas para Pastagem Plantada	299,4
Barreiros	Terra com Aptidão Regular para Lavoura	924,1
	Terras com Aptidão Boa para Lavoura	18,0
	Terras Inaptas para Atividades Agrícolas	23,2
	Terras Aptas para Pastagem Plantada	27,0
Santana	Terra com Aptidão Regular para Lavoura	2248,8
	Terras com Aptidão Boa para Lavoura	44,7
	Terras Inaptas para Atividades Agrícolas	51,8
	Terras Aptas para Pastagem Plantada	251,9
TOTAL		7484,9

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAER. **Agraer, com apoio do Mapa, transfere técnicas de recuperação de pastagens em MS.** 21 de julho de 2020. Disponível em: < https://www.agraer.ms.gov.br/agraer-com-apoio-do-mapa-transfere-tecnicas-de-recuperacao-de-pastagens-em-ms/>. Acesso em: março de 2021.

ANDERSON, J. R. et al. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos.** Tradução de Harold Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 78 p. (Série Paulo de Assis Ribeiro, n. 9).

BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. ***The land use database: a knowledge-based software program for structured storage and retrieval of userdefined land use data sets: user's reference manual.*** Enschede, The Netherlands: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation: Food and Agriculture Organization: United Nations Environment Programme: Wageningen University, 1996. 41 p.

BOSSARD, M.; FERANEC, J.; OTAHEL, J. (Org.). ***Corine land cover technical guide: addendum 2000***. Copenhagen: European Environment Agency, 2000. (Technical report, n. 40). Project manager: Chris Steenmans; European Environment Agency. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/tech40add>.

BRASIL. (1850). Lei n° 601, de 18 de Setembro de 1850.Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L0601-1850.htm.

BRASIL. (1964). Lei nº 4.504, de 30 de Novembro de 1964. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em http://www.incra.gov.br/portal/arquivos/legislacao/0159200529.pdf

BRASIL. (1988). Constituição Federal de 1988. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm

BRASIL. (1993). Lei nº 8.629, de 25 de Fevereiro de 1993. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8629.htm Acesso em: 18 ago. 2013.

BRASIL. (1994). Resolução n° 2.101, de 24 ago. 1994. Brasília: Banco Central do Brasil. Disponível em: https://www3.bcb.gov.br/normativo/detalharNormativo.do?N=094162449&method=detalharNormativo

BRASIL. (1996). Decreto n° 1.946, de 28 de Junho de 1996. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1946.htm

BRASIL. (2006). Lei n° 11.326, de 24 de Julho de 2006. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004- 2006/2006/lei/l11326.htm Acesso em: 18 ago. 2013.

BRASIL. Decreto 4.449 de 30 de outubro de 2002. Regulamenta a Lei no 10.267, de 28 de agosto de 2001, que altera dispositivos das Leis nos. 4.947, de 6 de abril de 1966; 5.868, de 12 de dezembro de 1972; 6.015, de 31 de dezembro de 1973; 6.739, de 5 de dezembro de 1979; e 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4449.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%204.449%2C%20DE%2030%20DE%20OUTUBRO%20DE%202002.&text=Regulamenta%20a%20Lei%20no,das%20Leis%20nos.> Acesso em março de 2021.

BRASIL. **Lei 10.267 de 28 de agosto de 2001.** Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10267.htm#:~:text=LEI%20No%2010.267%2C%20DE%2028%20DE%20AGOSTO%20DE%202001.&text=Altera%20dispositivos%20das%20Leis%20n,1996%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias.> Acesso em março de 2021.

BRASIL. **Lei nº 14119 de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de

1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Disponível em: < http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14119.htm>. Acesso em: março. 2021.

CAMPO GRANDE. **Decreto Municipal N°. 11.303, de 02 de setembro de 2010.** Altera dispositivo do Decreto N°. 7.884/1999 e dá outras providências.

CASAS., S.L.; SEGURA, L.F.J.; AGOSSTINHO, A.A.; PEREZ, C.M. 2016. Potamodromous migrations in the Magdalena River basin: bimodal reproductive patterns in neotropical rivers. Journal of Fish Biology doi:10.1111/jfb.12941

DPI - Divisão de Processamento de Imagens. **Spring > Português > Manuais > Tutorial de Geoprocessamento > Classificação de Imagens.** INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2006. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html. Acesso em: jan, 2021.

EITEN, G. 1992. ***Natural Brazilian vegetation types and their causes***. Anais da Academia Brasileira de Ciências 64(1):35-65.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Circular Técnica 133, Técnicas de Conservação de àgua e Solo.** EMBRAPA Agrobiologia. Campina Grande, PB. 2012. Disponível em: < https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/928493/1/CIRTEC133tamanhografica2.pdf> Acesso em: março 2021.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Circular Técnica 133, Técnicas de Conservação de àgua e Solo.** EMBRAPA Agrobiologia. Campina Grande, PB. 2012. Disponível em: < https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/928493/1/CIRTEC133tamanhografica2.pdf> Acesso em: março 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS / SEPLAN. IN 002/2020. SIEG - Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. <Disponível em: www.sieg.go.gov.br>

HENRY, R. Estrutura especial e temporal do ambiente físico e químico a análise de alguns processos ecológicos na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP) e na sua bacia hidrográfica. 1990. 242 f. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1990.

HOEINGHAUS, D.J., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. et al. (2009) Effects of river impoundment on ecosystem ser- vices of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. Conservation Biology 23, 1222-1231.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia a Estatística. 2000. Sinopse preliminar do censo demográfico. IBGE, Rio de Janeiro. 450p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra.** Manuais técnicos de geociências, número 7, 3°edição. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf. Acesso em: jan, 2021.

IBGE Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/> . Acesso em março de 2021.

IBGE– **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola, 2017.** Disponível em: < https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/> Acesso em fevereiro 2021.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro. 92 p. 1992.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservação do Cerrado. Belo Horizonte: Megadiversidade, v.1, pp. 147-155, 2005.

MAPBIOMAS. **Plataforma: uso e cobertura do solo.** Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/. Acesso em: jan, 2021.

MAPBIOMAS. **Visão Geral da Metodologia.** Disponível em: https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia. Acesso em: fev, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. PORTARIA MMA Nº 445, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014.

MIRANDA, ACL, BAZZOLI, N., RIZZO, E. et al. Ovarian follicle atresia in two teleost species: a histological and ultrastructural study. Tissue & Cell. 1999, vol. 31, no. 5, p. 480-488.

PIVELLO, V.R, BARBIERI, R.F, RUGGIERO, P.G.C & OLIVEIRA-FILHO, F. 1998. **Análise da variação fisionômica na ARIE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro-SP) em relação às características pedológicas locais.** In IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S.Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p. 7-29.

RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. 1997. ***The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity.*** Annals of Botany 80: 223–230.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In Cerrado: ambiente e flora (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.) Embrapa/CPAC, Brasília, p.89-166.

TALASKA, A. e ETGES, V. 2015. Os Conceitos Normatizados pela Legislação e a interpretação da Estrutura Agrária e Fundiária no Brasil. Mundo Agrário 16 de dezembro de 2015. Disponível em: https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/download/MAv16n33a10/7149/. Acessado em maio de 2021.

TANNUS, J.L.S. & ASSIS, M.A. 2004. **Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil.** Revista Brasileira de Botânica 27(3): 489-506.

TANNUS, João Luis Sanches. **Estudo da Vegetação dos Campos Úmidos de Cerrado: Aspectos Florísticos e Ecológicos.** Rio Claro, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100640/tannus_jls_dr_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em: mar, 2021.

TUPINAMBÁS, T.H.; CORTES, R.M.V.; HUGHES, S.J.; VARANDAS, S.G.; CALLISTO, M. 2015. Macroinvertebrate responses to distinct hydrological patterns in a tropical regulated river. ECOHYDROLOGY Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/eco.1649.

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Flora campestre: Campo úmido e/ou alagável.** Rio Grande do Sul**,** 2020**.** Disponível em: https://www.ufrgs.br/floracampestre/campo-umido-e-ou-alagavel/. Acesso em: mar, 2021.

6 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

6.1 BASE LEGAL

Foi realizado o levantamento, listagem e categorização da legislação federal, estadual e municipal vinculada às Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, bem como às temáticas de meio ambiente, política urbana e saneamento básico com relação aos aspectos que se referem a conteúdos que devem ser objeto de análise.

Além de basear as análises contidas neste Capítulo que cuida dos aspectos legais e institucionais, o levantamento e sistematização da legislação serve como mecanismo de pesquisa legislativa destinada a subsidiar de um modo geral a elaboração deste diagnóstico, bem como dos demais produtos a serem elaborados durante o processo de atualização e revisão do PARH Santana- Aporé.

O anexo 9.3 apresenta, em forma de tabelas, as legislações federal, estadual e municipal, respectivamente, as quais foram organizadas a partir da seguinte categorização:

- abrangência (Federal, Estadual ou Municipal);
- no caso de abrangência municipal, indicação de qual município, entre os quatro de interesse (Aparecida do Taboado, Cassilândia, Chapadão do Sul, Paranaíba);
- órgão ou instância competente (autoridade que editou o ato normativo);

- Espécie do ato normativo (lei complementar, lei, decreto, resolução ou deliberação);
- número do ato normativo e seu ano de publicação;
- data de publicação do ato normativo;
- Ementa (síntese temática);
- tema (recursos hídricos; meio ambiente; política urbana; saneamento básico).

6.1.1 Nível Federal

A principal norma de referência, que norteia o presente processo de atualização e revisão do PARH Santana- Aporé, é a Lei Federal nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Nos termos dos artigos 1º, 2º e 3º, a Política Nacional de Recursos Hídricos possui os seguintes fundamentos, objetivos e diretrizes gerais de ação:

- **Fundamentos:**
  - a água é um bem de domínio público;
  - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
  - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
  - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
  - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
  - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

- **Objetivos:**

- assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

- **Diretrizes gerais de ação:**
  - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
  - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
  - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
  - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
  - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
  - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Em relação à legislação federal, são complementares as leis que estruturam as políticas de meio ambiente e de saneamento básico, tendo em vista suas interfaces com a Política Nacional de Recursos Hídricos prevista na Lei Federal nº 9.443/1997.

No campo do meio ambiente é relevante mencionar as seguintes:

- **Lei nº 6.938/1981**, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e seus princípios, objetivos e mecanismos de formulação e aplicação; cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), incluindo-se a criação do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente; institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, bem como outros instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, como o zoneamento ambiental, o

licenciamento ambiental, a avaliação de impacto ambiental e o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

- **Lei nº 9.985/2000**, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação, as quais são definidas como *"espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção",* nos termos do seu art. 2º, I;
- **Lei nº 12.334/2010,** que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais; cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000;
- **Lei Complementar nº 140/2011**, que fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora, tratando-se de norma federal de delimita as competências de cada ente federativo em relação ao licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que geram impacto ambiental e a sua fiscalização, entre outros temas;
- **Lei nº 12.651/2012**, que institui o Código Florestal, dispondo sobre a proteção da vegetação nativa, mediante delimitação das áreas de preservação permanente (APPs) e das reservas legais, disciplinando também os seus respectivos regimes de proteção, como também cria o cadastro ambiental rural (CAR);
- **Lei nº 14.119/2021**, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

Já em relação ao saneamento básico, a Lei 11.455/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, bem como cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, sendo que, recentemente, foi objeto de consideráveis alterações por meio da Lei nº 10.026/2020, conhecida como "Novo marco legal do saneamento".

Além de atualizar o marco legal do saneamento básico previsto na Lei nº 11.455/2007, a Lei nº 10.026/2020 alterou a Lei nº 9.984/2000 para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.

Esse conjunto de normas federais sobre saneamento define os princípios, diretrizes e o escopo da política de saneamento básico, bem como estabelece regras gerais para o planejamento, prestação, regulação, fiscalização e controle social do saneamento básico, definido como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

- **abastecimento de água potável:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;
- **esgotamento sanitário:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;
- **limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;

- **drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (art. 3º, I, da Lei 11.455/2007 com redação dada pela Lei nº 10.026/2020.

Os dados completos referentes à legislação federal que foi objeto de levantamento para o desenvolvimento deste Diagnóstico estão contidos na tabela do Anexo 10.1 – Levantamento da Legislação Federal, sendo que abrangem:

- Leis e Decretos referentes ao Sistema Nacional de Recursos Hídricos e aos seus instrumentos, além de algumas normativas relacionadas ao meio ambiente e ao saneamento básico;
- Resoluções da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);
- Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH);
- Resoluções Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) referentes aos recursos hídricos;
- Deliberações do CBH Paranaíba;
- Portarias do Ministério da Saúde referentes à qualidade da água e padrões de potabilidade

Ao longo deste Capítulo e dos demais Capítulos que integram o presente Diagnóstico, os conteúdos da legislação federal sistematizada no Anexo 10.1 são abordados na medida do que for pertinente a cada aspecto analisado.

Tendo em vista sua relevância para o presente processo de revisão e atualização do PARH Santana-Aporé, destaca-se, desde já, as seguintes normativas aprovadas pelo CNRH e pelo CONAMA, sem prejuízo de abordagens e análises específicas realizadas na medida que cada tema é abordado nas demais partes deste Diagnóstico:

- **Normativas do CNRH:**

- **Resolução CNRH nº 32/2003,** que institui Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, nos termos dos Anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos;
- **Resolução CNRH nº 91/2008**, que fixa procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos;
- **Resolução CNRH nº 92/2008**, que estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro;
- **Resolução CNRH nº 107/2010**, que estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas;
- **Resolução CNRH nº 126/2011**, que estabelece diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- **Resolução CNRH nº 145/2012**, que estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências;
- **Resolução CNRH nº 153/2013**, que estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território brasileiro;
- **Resolução CNRH nº 202/2018**, que estabelece diretrizes para a gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos que contemplem a articulação entre a União, os Estados e o Distrito Federal com vistas ao fortalecimento dessa gestão, sendo aplicável as disposições dessa Resolução aos aquíferos livres e rios perenes onde exista conectividade direta entre águas superficiais e subterrâneas.

- **Normativas do CONAMA:**

- **Resolução CONAMA nº 357/2005**, que estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- **Resolução CONAMA nº 430/2011**, que dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução no 357/2005;
- **Resolução CONAMA nº 396/2008**, que estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas;
- **Resolução CONAMA nº 420/2009**, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas; alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013 (altera o prazo do art. 8º, e acrescenta novo parágrafo).

Por fim, no âmbito federal tem relevância a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 05/2017, que faz consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, sendo que como parte das normas relacionadas à vigilância em saúde, estabelece normas sobre qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Para tanto, o art. 129 da mencionada Portaria de Consolidação inclui o Anexo XX que dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e o art. 130 inclui o Anexo XXI que aprova as normas e padrões sobre fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. No caso do Anexo XX, o seu conteúdo acabou de passar por processo de revisão, dando origem à Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, que aprovou nova redação para o mencionado Anexo XX.

6.1.2 Nível Estadual

No âmbito estadual, a principal norma de referência na temática dos recursos hídricos é a Lei nº 2406/2002, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

De acordo com o parágrafo único do art. 3º *"o uso prioritário dos recursos hídricos é para o consumo humano e a dessedentação de animais"*.

Já os artigos 2º a 4º definem as seguintes finalidades, princípios e diretrizes básicas da a Política Estadual de Recursos Hídricos:

- **Finalidades:**
  - assegurar, em todo o território do Estado, a necessária disponibilidade de água, para os atuais usuários e gerações futuras, em padrões de qualidade e quantidade adequados aos respectivos usos;
  - promover a compatibilização entre os múltiplos e competitivos usos dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
  - promover a prevenção e defesa contra os eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública ou prejuízos econômicos ou sociais;
  - incentivar a preservação, conservação e melhoria quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos;
- **Princípios:**
  - a água é um recurso natural limitado, bem de domínio público e dotado de valor econômico;
  - todos os tipos de usuários terão acesso aos recursos hídricos, devendo a prioridade de uso observar critérios sociais, ambientais e econômicos;
  - adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de implementação da Política Estadual dos Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;

- a gestão dos recursos hídricos do Estado será descentralizada e deverá contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da comunidade;

- **Diretrizes básicas:**
  - a gestão dos recursos hídricos do Estado deve proporcionar o uso múltiplo das águas, observando-se os aspectos de quantidade e qualidade adequadas às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das regiões;
  - a integração da gestão das bacias hidrográficas com todos os processos do ciclo hidrólogo, águas superficiais e subterrâneas em seus aspectos de qualidade e quantidade;
  - a compatibilização da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental realizada em conformidade com o ZEE/MS; (redação dada pela Lei nº 3.839, de 28 de dezembro de 2009, art. 20)
  - a articulação do planejamento dos recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regionais, estadual e nacional;
  - a articulação e integração especial com órgãos ou entidades regionais, nacionais e internacionais;
  - o estabelecimento de rateio dos custos das obras e aproveitamentos múltiplos, de interesse coletivo ou comum, entre os beneficiários;
  - a articulação da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo.

O art. 5º da Lei nº 2406/2002 estabelece ainda, como diretriz básica para implementação da Política Estadual dos Recursos Hídricos, que o Estado articulará com a União, outros Estados vizinhos e Municípios, atuação para o aproveitamento e controle dos recursos hídricos em seu território, inclusive para fins de geração de energia elétrica, levando em conta, principalmente:

- a utilização múltipla dos recursos hídricos, especialmente para fins de abastecimento urbano, irrigação, navegação, aquicultura, turismo, recreação, esportes e lazer;
- o controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas;

- a proteção da flora e fauna aquáticas e do meio ambiente.

Em relação à legislação estadual, são complementares as leis que estruturam a política de meio ambiente no Estado do Maro Grosso do Sul, tendo em vista suas interfaces com a Política Nacional de Recursos Hídricos prevista na Lei Federal nº 9.443/1997. Portanto, devem ser consideradas as seguintes leis:

- **Lei nº 5.235/2018**, que dispõe sobre a Política Estadual de Preservação dos Serviços Ambientais, cria o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PESA), e estabelece um Sistema de Gestão deste Programa;
- **Lei nº 3.183/2006,** que dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado, definidas como águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo, susceptíveis de extração e utilização pelo homem;
- **Decreto nº 13.990/2014**, que regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de domínio do Estado de MS
- **Lei nº 2.257/2001,** que dispõe sobre as diretrizes do licenciamento ambiental estadual, estabelece os prazos para a emissão de Licenças e Autorizações Ambientais.

Os dados completos referentes à legislação estadual objeto de levantamento para o desenvolvimento deste diagnóstico estão contidos na tabela do Anexo 10.2 – Levantamento da Legislação Estadual, sendo que abrangem:

- Leis e Decretos referentes ao Sistema Estadual de Recursos Hídricos e aos seus instrumentos, além de algumas normativas relacionadas ao meio ambiente;
- Resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul (CERH);
- Resoluções da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar do Mato Grosso do Sul - SEMAGRO/MS (ou de Secretarias anteriores à SEMAGRO, com outras

denominações e que eram responsáveis pela política estadual de recursos hídricos);

- Resoluções do Conselho Estadual de Controle Ambiental do Mato Grosso do Sul (CECA-MS), referentes aos recursos hídricos;
- Deliberações do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé (CBH Santana e Aporé).

Ao longo deste Capítulo e também dos demais Capítulos que integram o presente Diagnóstico, os conteúdos da legislação estadual sistematizada no Anexo 10.2 são abordados na medida do que for pertinente a cada aspecto analisado.

Tendo em vista sua relevância para o presente processo de revisão e atualização do PARH Santana-Aporé, destaca-se, desde já, as seguintes normativas aprovadas pelo CERH-MS; CECA-MS e SEMAGRO-MS (ou de Secretarias anteriores à SEMAGRO, com outras denominações e que eram responsáveis pela política estadual de recursos hídricos), sem prejuízo de abordagens e análises específicas realizadas na medida que cada tema é abordado nas demais partes deste Diagnóstico:

- **Resolução CERH-MS nº 52/2018**, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas superficiais em consonância com diretrizes estabelecidas na Deliberação CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012;
- **Resolução CERH-MS nº 40/2016**, que estabelece critérios de uso de recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes (com ajustes pela Resolução **CERH-MS nº 54/2020**);
- **Resolução CERH-MS nº 32/2016**, que aprova a criação e instalação do Comitê de Bacia Hidrográfica Santana-Aporé;
- **Resolução CERH-MS nº 25/2015**, que estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos, tendo sido alterada pela Resolução nº 29/2015;
- **Resolução CECA-MS nº 36/2012**, que define classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais do MS, define as condições e padrões de lançamento de efluentes para o Estado observadas as disposições da Resolução CONAMA 357/2005;

- **Resolução SEMADE (atual SEMAGRO) nº 21/2015**), que estabelece normas e procedimentos para a Outorga de Uso dos Recursos Hídricos;
- **Resolução SEMAC (atual SEMAGRO) nº 21/2014**, que estabelece procedimentos para a regularização de uso dos Recursos Hídricos Subterrâneos;
- **Resolução SEMAC (atual SEMAGRO) nº 05/2012**, que dispõe sobre os procedimentos para o cadastramento de usuários dos recursos hídricos de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul.

6.1.3 Nível Municipal

De acordo com a Lei Federal nº 9.433/2007, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme seu art. 31, cabe aos Poderes Executivos dos municípios promoverem *"a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos."*

Isso porque, tendo em vista as atribuições dos municípios em relação a tais áreas, para a implementação das políticas nacional e estaduais de recurso hídricos, é imprescindível que as respectivas políticas municipais estejam integradas, o que inclui a sua convergência com os Planos de Recursos Hídricos.

Por essa razão, em relação aos quatro municípios integrantes da UGH Santana-Aporé, foram realizados levantamentos para aferição dos seguintes indicadores:

- existência de plano diretor;
- existência de normas de parcelamento, ocupação e uso do solo, sendo que tais normas podem ser parte do plano diretor ou estarem dispostos em legislação específica e complementar ao plano diretor;
- existência de legislação que crie a política municipal de meio ambiente;
- existência de unidade(s) de conservação municipal(is), e, se existir, do respectivo plano de manejo;

- existência e funcionamento de conselho de meio ambiente;
- existência de Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), contemplando os quatro componentes, ou seja, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo das águas pluviais e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos;
- existência de Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que pode estar integrado ao PMSB ou em instrumento de planejamento específico.

Os dados completos referentes à legislação que institui as mencionadas políticas municipais ou que aprovam os mencionados instrumentos de planejamento estão contidos, por Município, na tabela do 9.3.3 – Levantamento da Legislação Municipal.

Além disso, conteúdos presentes em tal legislação municipal são analisados ao longo deste Diagnóstico, especialmente, nos itens dedicados à análise das unidades de conservação, dos aspectos relativos ao uso e ocupação do solo e da situação em relação ao saneamento básico.

A Tabela 54 apresenta uma consolidação sintética da situação atual de cada município em relação à legislação e instrumentos de planejamento nas áreas das políticas urbana, ambiental e de saneamento básico.

Tabela 54 - Situação dos Municípios em relação à legislação e instrumentos de planejamento nas áreas das políticas urbana, ambiental e de saneamento básico

Instrumentos legais e de planejamento		Aparecida do Taboado		Cassilândia		Chapadão do Sul		Paranaíba	
Política Urbana	**Plano diretor**	Sim	2015	Sim	2006	Sim	2013	Sim	2006
	Normas de parcelamento, uso e ocupação do solo	Sim	1987	Sim	2006	Sim	2015 e 2016	Sim	2006
Política de Meio Ambiente	**Política de Meio Ambiente**	Não		Sim	2019	Sim	2017	Sim	2013
	Unidades de Conservação (e Plano de Manejo)	Não (Plano Diretor define a criação da APA Fluvial, que ainda não ocorreu		APA Sub-Bacia do Aporé	Possui Plano de Manejo	APA Bacia Aporé e Sucuriú	Possui Plano de Manejo	APA Sub-bacia Aporé Santana APA Sub-bacia do Paranaíba	Não possuem Plano de Manejo
	Conselho de Meio Ambiente em funcionamento	Não		Sim	2019	Sim	2017	Sim	2017
Política de Saneamento Básico	**Plano de Saneamento Básico aprovado**	Não (em processo de elaboração)		Sim	2018	Sim	2014	Sim	2018
	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos aprovado	Não		Sim	2018	Sim	2014	Sim	2017

Dos quatro municípios, Aparecida do Taboado é o que se encontra em maior defasagem em relação à legislação e instrumentos de planejamento nas três áreas analisadas, já que possui somente instrumentos ligados à política urbana.

Quanto ao Plano Diretor, foi aprovado em 2015 e contém normas sobre o zoneamento, como também parte das normas de parcelamento, uso e ocupação do solo. A Lei de Parcelamento do Solo Urbano é de 1987. O Plano Diretor vigente prevê a necessidade de sua revisão, o que ainda não ocorreu.

O Plano Diretor vigente também indica a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Fluvial, conforme parágrafo primeiro do artigo 23. Define também, no art. 77, prazo de 180 dias para sua efetiva criação e elaboração do respectivo Plano de Manejo, mas, até o momento, tais comandos legais não foram implementados. De acordo com o art. 21, e seu § 1º, os limites da APA Fluvial são coincidentes com os da Macrozona Ambiental 1 (MA 1), que abrange a planície de inundação dos Rios Paranaíba e Paraná, conforme delimitação constante do Anexo VI do Plano Diretor.

O Plano Diretor do Município de Aparecida do Taboado (Lei Complementar nº 65/2015), no art. 23, indica a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Fluvial, com limites coincidentes com a Macrozona Ambiental 1 (MA 1), que abrange a planície de inundação dos Rios Paranaíba e Paraná, conforme delimitação constante do Anexo VI do Plano Diretor. Tal APA ainda não foi efetivamente criada e não possui plano de manejo. Os parágrafos 1º a 3º do mencionado art. 23 defini diretrizes e ações a serem observadas pelo Executivo Municipal, abrangendo tanto a elaboração do Plano de Manejo, quanto ações a serem executadas, conforme a seguir apresentado:

- O Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental - APA Fluvial - será elaborado com a observância das normas da legislação federal pertinente e das seguintes diretrizes gerais:

- proibição de qualquer construção ou estrutura que possa obstruir a livre circulação da água;
- sujeição a licenciamento das atividades de desmatamento, movimentação de terra, e das que alterem as condições ambientais ou interfiram com os recursos hídricos;
- permissão de atividades agrícolas mediante Estudo de Impacto Ambiental – quando for o caso – desde que não prejudiquem a drenagem e não contaminem os recursos hídricos;
- manutenção das atividades pecuárias, com práticas adequadas e estímulo às atividades agroindustriais de reflorestamento e de turismo rural;
- estímulo às atividades de recreação, lazer e de ecoturismo;
- urbanização das áreas já ocupadas, dotando-as de rede de drenagem pluvial, sistema de esgotamento sanitário e de coleta de lixo;

- Nas áreas que tenham sido objeto de extração mineral, será exigido Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, nos termos da legislação federal pertinente;
- O Poder Executivo Municipal deverá promover as seguintes ações, na APA Fluvial, de forma a permitir o cumprimento de seus objetivos:
  - supressão dos 22 (vinte e dois) canais de conexão da planície de inundação com a calha do rio Paranaíba;
  - aprofundamento das cotas das atuais lagoas - antigos leitos do rio Paranaíba – e abertura de canais entre as lagoas;
  - construção de quatro drenos dotados de válvulas reguladoras de refluxo e acionamento automático para saídas;
  - passagem seca, sob a rodovia BR 267 (em Três Lagoas), possibilitando a conexão com a parte próxima ao Rio Quitéria.

Em relação ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Aparecida do Taboado, em 13 de julho de 2020, ocorreu audiência pública para sua apresentação, que foi conduzida pela Prefeitura Municipal e a Empresa Asolo Engenharia e Consultoria. Segundo informações coletadas junto à Prefeitura, tal Plano ainda não foi aprovado, por precisar passar por adequações.

O Município de Cassilândia contempla todos os indicadores que foram objeto do levantamento. Nos campos do meio ambiente e saneamento básico, a legislação e os instrumentos de planejamento foram aprovados ou revistos. O Conselho de Meio Ambiente, além de criado, está em funcionamento, e a APA da Sub-Bacia do Aporé, além de criada, foi regulamentada por seu Plano de Manejo, publicado em maio de 2016.

Em relação à política urbana, o Plano Diretor de Cassilândia encontra-se bastante desatualizado, uma vez que aprovado em 2006, o que coloca o município em descumprimento do Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257/2001, que estabelece em seu art. 40, que o Plano Diretor deve ser revisto pelo menos a cada 10 anos.

O Município de Chapadão do Sul contempla todos os indicadores que foram objeto do levantamento. Nos campos da política urbana, do meio ambiente e do saneamento básico, a legislação e os instrumentos de planejamento foram aprovados ou revistos. O conselho de meio ambiente além de criado, está em funcionamento, e a APA da Bacia do Rio Aporé e do Rio Sucuriú, além de criada, foi regulamentada por seu Plano de Manejo, publicado em março de 2020.

Em relação à política urbana, o plano diretor encontra-se dentro do prazo máximo de revisão exigido pelo Estatuto da Cidade, pois foi aprovado em 2013. Além disso, as Leis de Uso e Ocupação do Solo e de Parcelamento do Solo Urbano passaram por atualização e revisão geral em 2015 e 2016, de modo a se adequarem ao Plano Diretor de 2013.

O Município de Paranaíba, nos campos do meio ambiente e saneamento básico, a legislação e os instrumentos de planejamento foram aprovados ou revistos. O Conselho de Meio Ambiente, além de criado, está em funcionamento. Já as APAs da Sub-Bacia do Aporé Santana e da Sub-Bacia do Paranaíba foram criadas, mas não possuem os respectivos Planos de Manejo.

Em relação ao Saneamento Básico, o Plano Municipal de Saneamento Básico contempla somente os serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. O Plano de Gestão Integrada dos

Resíduos Sólidos contempla os serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Não existe instrumento de planejamento municipal em relação aos serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Por fim, quanto à política urbana, o Plano Diretor de Paranaíba encontra-se bastante desatualizado, uma vez que aprovado em 2006, o que coloca o Município em descumprimento do Estatuto da Cidade, que, conforme já mencionado anteriormente, estabelece prazo de revisão máximo a cada 10 anos.

Não se identificou a existência de estudos ou normas municipais específicas que tratem da temática de mananciais nos quatro municípios. Apesar disso, é possível verificar que há ações dos municípios em torno desse tema, as quais se revelam por meio da criação de unidades de conservação municipais com foco nas áreas de bacias, sub-bacias e rios. Além disso, em termos mais genéricos tal temática aparece tanto nos Planos Diretores, quanto nas leis municipais que cuidam da Política de Meio Ambiente na forma de diretrizes e objetivos que definem comandos voltados à proteção e recuperação dos recursos naturais. No zoneamento contido nos Planos Diretores ou em normas de parcelamento, uso e ocupação do solo, a temática fica evidenciada também por meio da criação de zonas voltadas à proteção ambiental em áreas onde se localizam mananciais.

6.2 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

6.2.1 Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos Nível Federal

A Lei Federal nº 9433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e definiu os seus objetivos e composição, respectivamente, nos artigos 32 e 33, conforme o seguinte conteúdo:

- **Objetivos do SINGREH:**

- coordenar a gestão integrada das águas;
- arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

- **Composição do SINGREH:**
  - Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
  - Agência Nacional de Águas;
  - Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
  - Comitês de Bacia Hidrográfica;
  - órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
  - Agências de Água.

Considerando a mencionada composição, em relação à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, por se tratar de bacia federal, que abrange rios de domínio da União, a respectiva Política de Recursos Hídricos é conduzida no âmbito de arranjo institucional federal, sendo relevante destacar que na área objeto deste diagnóstico os rios de dominialidade federal são o Paranaíba e o Aporé.

Segundo a legislação e contrato de gestão vigentes, o arranjo institucional da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba envolve as instituições, órgãos e instâncias identificados na Figura 198.

Figura 198 - Sistema Federal de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba

Fonte: ANA, 2020, adaptado por MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A seguir, todos os componentes indicados na Figura 198 serão individualmente abordados de modo a identificar seu marco legal e estrutura institucional atuais.

6.2.1.1 Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) foi criado pela Lei Federal nº 9.433/1997, sendo que o art. 34 estabelece sua composição nos seguintes termos:

- representantes do Poder Público:
  - representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos, sendo que o número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá exceder à metade mais um do total dos seus membros;
  - representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- representantes dos usuários dos recursos hídricos;
- representantes das organizações civis de recursos hídricos.

Já o artigo 35, que passou por alterações realizadas pelas Leis Federais nº 9.984/2000 e 12.334/2010, define as seguintes competências para o CNRH:

- promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;
- arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;
- deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;
- estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;
- acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso;
- zelar pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB
- estabelecer diretrizes para implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
- apreciar o Relatório de Segurança de Barragens, fazendo, se necessário, recomendações para melhoria da segurança das obras, bem como encaminhá-lo ao Congresso Nacional.

A nova organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios estabelecida pela Medida Provisória nº 870/2019, que posteriormente foi convertida na Lei Federal nº 13.844/2019, modificou a responsabilidade pela gestão do CNRH no âmbito do Executivo Federal ao alterar o art. 36 da Lei Federal nº 9.433/1997, retirando a atribuição do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e transferindo-a para o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), nos termos da seguinte redação:

> Art. 36. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos será gerido por:
>
> I - 1 (um) Presidente, que será o Ministro de Estado do Desenvolvimento Regional; (Redação dada pela Lei nº 13.844, de 2019)
> II - 1 (um) Secretário-Executivo, que será o titular do órgão integrante da estrutura do Ministério do Desenvolvimento Regional responsável pela gestão dos recursos hídricos. (Redação dada pela Lei nº 13.844, de 2019)

Além disso, também em 2019, foi definido novo regulamento para o CNRH, mediante a publicação do Decreto Federal nº 10.000/2019, que revogou o regulamento anterior, previsto no Decreto nº 4613/2003.

A função de Presidente do CNRH passou a ser exercida pelo MDR e a de Secretário-Executivo pelo Secretário da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH). Já o Departamento de Recursos Hídricos e de Revitalização de Bacias Hidrográficas passou a exercer as atribuições de Secretaria Executiva do CNRH, nos termos dos artigos 3º, § 3º, 4º e 5º do Decreto Federal nº 10.000/2019.

O novo regulamento trouxe mudanças em relação ao número de membros do CNRH e à representatividade de parte dos segmentos. A Tabela 55 apresenta um comparativo entre a composição atual, prevista Decreto nº 10.000/2019, e a anterior do CNRH, prevista no revogado Decreto nº 4.613/2003.

Tabela 55 – Composição do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH

Composição		Número de membros por segmento			Representatividade do segmento em relação ao todo	
		Anterior Decreto 4.613/2003	Atual Decreto 10.000/2019	Percentual de Redução	Anterior Decreto 4.613/2003	Atual Decreto 10.000/2019
Poder Público	Governo Federal	29	19	34%	50,9%	51,4%
	Conselhos estaduais e distrital de recursos hídricos	10	09	10%	17,5%	24,3%
	Poder Público	**39**	**28**	**28,2%**	**68,4%**	**75,7%**
Setores usuários de recursos hídricos		**12**	**06**	**50%**	**21,1%**	**16,2%**
Organizações da sociedade civil de recursos hídricos		**06**	**03**	**50%**	**11,5%**	**8,1%**
Total		**57**	**37**	**35%**	**100%**	**100%**

Fonte: BRASIL, 2013, 2019.

Conforme se vê, houve uma redução no total de membros do CNRH (de 35%), sendo que proporcionalmente a redução dos setores da sociedade civil (usuários e organizações) foi a mais significativa (pela metade). Da mesma forma, em termos de representatividade de cada segmento em relação ao total de membros do Conselho, os setores da sociedade civil perderam espaço no Conselho em relação aos segmentos do Poder Público (ficando em 24,3% e 75,7%, respectivamente), sendo que o Federal teve sua representatividade praticamente mantida e o Estadual aumentada.

6.2.1.2 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (CBH Paranaíba)

O CBH Paranaíba foi criado pelo Decreto Federal nº 16/2002 e instalado em 2008. Segundo o art. 1º do mencionado Decreto trata-se de *"órgão colegiado, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito da respectiva bacia hidrográfica, vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Resolução CNRH nº 5/2000"*

Sua área de atuação é a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, que abrange os Estados de Minas Gerais (MG), Goiás (GO), Distrito Federal (DF) e Mato Grosso do Sul (MS).

O art. 3º do mencionado Decreto indica que o funcionamento do CBH Paranaíba é estabelecido em seu Regimento Interno, que deve ser elaborado em conformidade com as disposição da Lei Federal nº 9.433/1997 e da Resolução CNRH nº 5/2000, que institui os critérios gerais para funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas integrantes do SINGREH.

O Regimento Interno vigente do CBH Paranaíba é estabelecido pela Deliberação nº 49/2015, alterada pela nº 75/2017. A Tabela 56 apresenta a atual composição do CBH Paranaíba, definida no art. 5º do Regimento Interno, sendo 31% do poder público, 40% de usuários e 29% de entidades civis. O Mato Grosso do Sul tem um representante do poder público (estadual) e um da sociedade civil (entidades civis).

Tabela 56 - Composição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (CBH Paranaíba)

Composição (Deliberação 49/2015)		Número de membros por segmento	Representatividade do segmento em relação ao todo
Poder Público	União	2	4%
	Estados e Distrito Federal (1 MG, 1 GO, 1 MS, 2 DF)	5	11%
	Municípios (3 MG e 4 GO)	7	16%

	Subtotal	**14**		**31%**
Usuários de recursos hídricos	abastecimento urbano e lançamento de efluentes (1 MG, 2 GO e 1 DF)	4	**18**	**40%**
	indústria e mineração (1 MG e 2 GO)	3		
	irrigação e uso agropecuário (2 MG, 2 GO e 1 DF)	5		
	setor de hidroeletricidade(2 MG e 1 GO)	3		
	setores de pesca, turismo, lazer e outros usos não consultivos (1 MG e 1 GO)	2		
	setor hidroviário (1 GO)	1		
Entidades civis de recursos hídricos - atuação na bacia	organizações técnicas e de ensino e pesquisa da área de recursos hídricos (2 MG, 2 GO, 1 DF e 1 MS)	6	**13**	**29%**
	ONGs com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos (3 MG, 2 GO, 1 DF)	7		
TOTAL		**45**		**100%**

Fonte: BRASIL, 2015.

As competências do CBH Paranaíba estão definidas no art. 4º da Deliberação nº 49/2015, em conformidade com o art. 38 da Lei Federal 9.433/1997, abrangendo as seguintes:

- promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- aprovar o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica, respeitando e integrando as diretrizes e as orientações contidas nos planos nacional e estaduais de recursos hídricos, compatibilizando de forma articulada e integrada, com os

planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas afluentes ao rio Paranaíba, quando existentes;

- acompanhar a execução do plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos os quantitativos das acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, de forma integrada com os quantitativos definidos no âmbito das políticas estaduais e distrital de recursos hídricos;
- estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados, em articulação com os critérios definidos no âmbito das políticas estaduais e distrital de recursos hídricos;
- estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;
- solicitar ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos a criação de sua Agência de Águas ou delegação de competência a uma das entidades previstas na legislação de recursos hídricos.
- deliberar sobre a proposta orçamentária da Agência de Águas, conforme previsto no art. 43 da Lei nº 9.433 de 1997;
- fomentar e apoiar iniciativas de educação ambiental em consonância com Lei nº 9.765, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, bem como sua regulamentação; e
- aprovar o seu Regimento Interno.

6.2.1.3 Departamento de Recursos Hídricos e de Revitalização de Bacias Hidrográficas da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH) do Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR)

A nova organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios estabelecida pela Medida Provisória nº 870/2019, que posteriormente foi convertida na Lei Federal nº 13.844/2019, transferiu as Políticas Nacionais de Recursos Hídricos e de Segurança Hídrica da área de competência do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), conforme art. 27, IV e V. Por consequência, o CNRH passou a integrar a estrutura básica do MDR, saindo do MMA, o que se encontra previsto no art. 30, IV, da mencionada Lei Federal.

A regulamentação da Lei Federal nº 13.844/2019 em relação à organização administrativa do MDR foi estabelecida pelo Decreto Federal nº 10.290/2020. Para a execução das competências relativas à Política Nacional de Recursos Hídricos e à Política Nacional de Segurança Hídrica, foi criada, na estrutura do MDR, a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), que nos termos do art. 2º, II, “b”, do mencionado Decreto é composta pelos seguintes Departamentos:

- Departamento de Obras Hídricas e Apoio a Estudos sobre Segurança Hídrica;
- Departamento de Projetos Estratégicos; e
- Departamento de Recursos Hídricos e de Revitalização de Bacias Hidrográficas.

A SNSH possui as seguintes competências, nos termos do art. 18 do Decreto Federal nº 10.290/2020:

- orientar e supervisionar a formulação e a implementação de planos, programas e projetos de aproveitamento de recursos hídricos;
- apoiar a construção, a operação, a manutenção e a recuperação de obras de infraestrutura hídrica, incluídas as obras que estejam em consonância com a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), os planos e os programas

regionais de desenvolvimento ou as estratégias de integração das economias regionais;

- coordenar a formulação, a revisão, a implementação, o monitoramento e a avaliação da Política Nacional de Segurança Hídrica, da Política Nacional de Recursos Hídricos e de seus instrumentos;
- propor instrumentos para concessão de empreendimentos de infraestrutura hídrica e parcerias para sua implementação;
- participar da formulação da PNDR e da PNDU;
- coordenar os projetos de cooperação técnica firmados com organismos internacionais, em seu âmbito de atuação;
- formular políticas, planos e normas e definir estratégias sobre gestão integrada de recursos hídricos, incluídas as águas fronteiriças e transfronteiriças;
- coordenar a elaboração e a revisão de planos, programas e projetos nacionais referentes a águas subterrâneas e monitorar o desenvolvimento de suas ações, de acordo com o princípio da gestão integrada dos recursos hídricos;
- exercer a função de Secretaria-Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- elaborar e implementar estudos, planos, programas, projetos e ações relacionados a eventos hidrológicos críticos, tais como secas e inundações;
- propor a formulação de políticas, normas e diretrizes e a definição de estratégias para a implementação de programas e projetos em temas relacionados com a revitalização de bacias hidrográficas e o acesso à água;
- integrar e articular as ações do Ministério relacionadas à revitalização de bacias hidrográficas e ao acesso à água;
- apoiar os Estados na formulação e na implementação de programas, de projetos e de ações relacionadas à revitalização de bacias hidrográficas e ao acesso à água;
- coordenar a implementação de ações:
    - de acesso à água, por meio de tecnologias ambientalmente sustentáveis; e
    - relacionadas à revitalização de bacias hidrográficas; e

- supervisionar a elaboração e as alterações do plano plurianual, do plano estratégico e dos orçamentos anuais da Secretaria.

Em relação à estrutura interna da SNSH, o Departamento de Recursos Hídricos e de Revitalização de Bacias Hidrográficas se destaca quanto às atribuições como órgão gestor da Política Nacional de Recursos Hídricos. Nos termos do art. 21 do Decreto Federal nº 10.290/2020 suas competências são as seguintes:

- coordenar, apoiar e monitorar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos do disposto na Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, na Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e em seus regulamentos;
- coordenar a elaboração e a atualização do Plano Nacional de Recursos Hídricos e monitorar a sua implementação;
- apoiar os Estados e o Distrito Federal na implementação das políticas de recursos hídricos e os seus sistemas de gerenciamento;
- apoiar tecnicamente a constituição e o funcionamento dos comitês de bacias hidrográficas;
- coordenar, apoiar e monitorar a implementação e o funcionamento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH;
- propor diretrizes para o gerenciamento dos recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços;
- elaborar planos, programas e projetos relacionados a recursos hídricos, incluídas as águas subterrâneas;
- exercer a função de Secretaria-Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- articular a gestão dos recursos hídricos com a gestão do uso do solo;
- integrar a gestão das bacias hidrográficas com a gestão dos sistemas estuarinos e das zonas costeiras;
- propor, apoiar e implementar estudos, planos, projetos e ações referentes à revitalização de bacias hidrográficas;

- elaborar políticas, normas e diretrizes e definir estratégias para a implementação de programas e de projetos em temas relacionados com a revitalização de bacias hidrográficas e o acesso à água;
- integrar e articular as ações do Ministério relacionadas à revitalização de bacias hidrográficas e ao acesso à água;
- apoiar os Estados e o Distrito Federal na formulação e na implementação de programas, projetos e ações relacionados à revitalização de bacias hidrográficas e ao acesso à água;
- coordenar a implementação de ações de acesso à água, por meio de tecnologias ambientalmente sustentáveis; e
- coordenar a implementação de ações relacionadas à revitalização de bacias hidrográficas.

6.2.1.4 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) foi criada pela Lei Federal 9.984/2000. Com a aprovação da Lei Federal nº 12.344/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, passou a exercer atribuições relacionadas a tal Política. Além disso, recentemente, com a aprovação da Lei Federal 14.026/2020, conhecida como “Novo Marco Legal do Saneamento Básico”, passou a ser responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

A ANA é entidade federal de implementação da PNRS, integrante do SINGREH. Ou seja, tem como responsabilidades disciplinar e supervisionar a implementação dos instrumentos da PNRS, bem como aplicar os seguintes instrumentos em relação à área de competência da União:

- outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União e fiscalizar o seu uso;
- implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União;

- organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Atualmente a ANA possui as seguintes competências, nos termos do art. 4º da Federal Lei nº 9984/2000, alterado pelas Lei Federais acima mencionadas:

- supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;
- disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, observado o disposto nos arts. 5º, 6º, 7º e 8º;
- fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;
- elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, na forma do inciso VI do art. 38 da Lei nº 9.433, de 1997;
- estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
- implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União;
- arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma do disposto no art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997;
- planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;
- promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de

alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos;

- definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
- promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias;
- organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;
- estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos;
- prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;
- propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos.
- participar da elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e supervisionar a sua implementação.
- regular e fiscalizar, quando envolverem corpos d'água de domínio da União, a prestação dos serviços públicos de irrigação, se em regime de concessão, e adução de água bruta, cabendo-lhe, inclusive, a disciplina, em caráter normativo, da prestação desses serviços, bem como a fixação de padrões de eficiência e o estabelecimento de tarifa, quando cabíveis, e a gestão e auditagem de todos os aspectos dos respectivos contratos de concessão, quando existentes.
- organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
- promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens;
- coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens e encaminhá-lo, anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de forma consolidada

- declarar a situação crítica de escassez quantitativa ou qualitativa de recursos hídricos nos corpos hídricos que impacte o atendimento aos usos múltiplos localizados em rios de domínio da União, por prazo determinado, com base em estudos e dados de monitoramento, observados os critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, quando houver; e
- estabelecer e fiscalizar o cumprimento de regras de uso da água, a fim de assegurar os usos múltiplos durante a vigência da declaração de situação crítica de escassez de recursos hídricos a que se refere o inciso XXIII do caput deste artigo.

A ANA poderá, nos termos do § 4º do art. 4º da Federal Lei nº 9984/2000, delegar ou atribuir a agências de águas ou de bacia hidrográfica a execução de atividades de sua competência, mediante a celebração de contratos de gestão, que devem observar a Lei Federal nº 10.881/2004, que dispõe sobre os contratos de gestão entre a ANA e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União. Conforme detalhado a seguir, tal opção é a adotada atualmente em relação à gestão dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba tendo em vista atuação da ABHA Gestão de Águas.

6.2.1.5 Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas – ABHA Gestão de Águas

Criada em 2002, a ABHA Gestão de Águas (Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas), à época Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, iniciou suas atividades atrelada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, MG. Tornou-se entidade equiparada à agência de bacia em 2007, por meio da Deliberação nº 55/2007 do CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. Ao longo do tempo, foi agregando mais funções, sendo que atualmente exerce: a gestão do CBH-Paranaíba, a partir de 2012; a gestão do CBH Grande, a partir de 2016; e o apoio às atividades do CBH Paranapanema, a partir de 2017 (ABHA, 2020a,b).

A estrutura da ABHA Gestão de Águas é composta por: entidades associadas, diretoria executiva, conselho de administração, conselho fiscal, corpo funcional (ABHA, 2020a,b).

Especificamente em relação à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, a ABHA Gestão de Águas, em 2011, recebeu delegação de competências do CNRH para desempenhar as funções inerentes à Agência de Água, por meio da Resolução nº 134/2011. Em 2018, a Resolução CNRH nº 201/2018 prorrogou tal delegação por mais 5 anos, até 31 de dezembro de 2023. Os dois atos mencionados foram expedidos pelo CNRH mediante indicação aprovada pelo CBH Paranaíba, por meio da aprovação das Deliberações nº 25/2011 e nº 96/2018.

Para a implementação das funções transferidas à ABHA Gestão de Águas, foi firmado com a ANA, inicialmente, o Contrato de Gestão nº 06/2012, que envolveu sete termos aditivos, permanecendo vigente até 31 de dezembro de 2020. Já em 21 de dezembro de 2020, foi firmado o Contrato de Gestão nº 35/2020 com vigência de 01 de janeiro de 2021 a 31 de dezembro de 2025.

Conforme previsto no Contrato Gestão nº 35/2020, a ABHA Gestão de Águas tem como como atribuições:

- apoio administrativo, técnico e financeiro ao CBH Paranaíba;
- administração financeira dos valores repassados à ABHA Gestão de Águas pela ANA, a partir dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- apoio à implementação do Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

6.2.2 Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Nível Estadual

A Lei nº 2406/2002, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul, criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com a seguinte finalidade, conforme previsto sem seu art. 28:

> promover a execução da Política Estadual dos Recursos Hídricos e a formulação, atualização e aplicação do Plano Estadual dos Recursos Hídricos, congregando órgãos estaduais, municipais e a sociedade civil, devendo atender aos princípios constantes da Constituição do Estado de Mato Grosso do Sul; da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 e legislações decorrentes e complementares, bem como desta Lei (MATO GROSSO DO SUL, 2002)

Já o art. 29 da mencionada Lei, estabeleceu a composição do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nos seguintes termos:

- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH);
- Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Cultura e Turismo e a Secretaria de Estado da Produção (atual Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO);
- Agências de Água.

Considerando a mencionada composição, em relação aos cursos d´água de domínio do Estado do Mato Grosso do Sul localizados na área de estudo, como o Rio Santana a respectiva Política de Recursos Hídricos é conduzida no âmbito de arranjo institucional estadual.

Segundo a legislação vigente, o arranjo institucional da Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé envolve as duas instâncias colegiadas, o órgão e a instituição identificados na Figura 199.

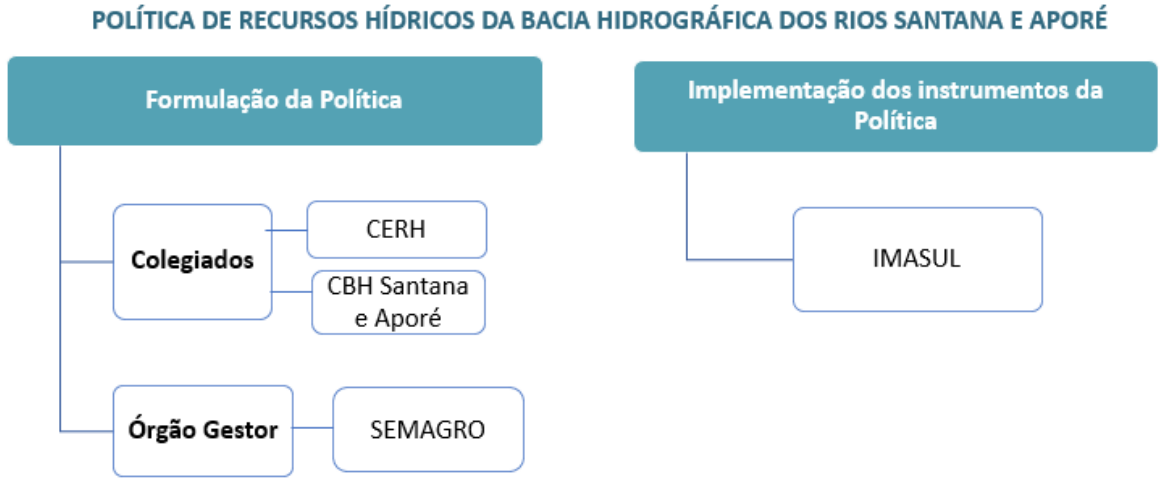


Figura 199 - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé

Fonte: ANA, 2020, adaptado por MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021

Como se vê, embora a Política Estadual de Recursos Hídricos preveja a possibilidade de atuação de Agências de Águas como instituições integrantes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, não há Agência de Águas atuando como entidade delegatária de atribuições referentes à gestão de recursos hídricos da responsabilidade do Estado do Mato Grosso do Sul, o que abrange os rios de domínio estadual e as águas subterrâneas. Por isso, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, o IMASUL executa diretamente a implementação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Relevante esclarecer que a ABHA-Gestão de Águas tem atuação na área na UGH Santana-Aporé, objeto deste Diagnóstico, em decorrência das atribuições que lhe foram delegadas e que são vinculadas ao Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos em nível federal, conforme exposto no item 6.2.1.5.

A seguir, todos os componentes indicados na Figura 4 serão individualmente abordados de modo a identificar seu marco legal e estrutura institucional atuais.

6.2.2.1 Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul – CERH-MS

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul (CERH-MS) foi criado pela Lei nº 2.406/2002, sendo disciplinado pelos artigos 30 a 33, os quais sofreram alterações pela Lei nº 2.995/2005.

Nos termos do art. 30, trata-se de órgão de instância superior do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, sendo que, atualmente, sua estrutura e funcionamento são regulamentados pelo Decreto nº 15.079/2018, que reorganiza tal Conselho.

O art. 3º do citado Decreto define a atual composição do CERH-MS, que totaliza 25 membros distribuídos em 3 segmentos (32% - poder público; 32% - organizações civis; 36% - usuários), conforme detalhado na Tabela 57.

Tabela 57 - Composição Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/MS)

Composição Decreto 15.079/2018		Número de membros por segmento		Representatividade em relação ao todo
Poder Público Estadual	SEMAGRO	1	8	32%
	IMASUL	1		
	AGRAER	1		
	SEINFRA	1		
	SES	1		
	FUNDTUR	1		
	Ministério Público do Estado de MS	1		
	Assembleia Legislativa	1		
Setores de organizações civis dos recursos hídricos legalmente constituídos	Consórcios e de associações intermunicipais de bacias hidrográficas	2	8	32%
	Organizações técnicas de ensino e pesquisa, com interesse e atuação comprovados na área de recursos hídricos – mínimo 2 anos de existência legal;	2		

	ONGs com objetivos e atuação comprovados na área de recursos hídricos - mínimo 2 anos de existência legal	2		
	Comitê de Bacia Hidrográfica de Rios da União, em cujo território o Estado de MS esteja inserido	1		
	Comitê de Bacia Hidrográfica de rio de domínio estadual	1		
Entidades legalmente constituídas dos usuários de recursos hídricos	Agricultura familiar	1	9	36%
	Prestação de Serviço Público de água e Esgoto	1		
	Geração Hidroenergética	1		
	Hidroviário	1		
	Indústria	1		
	Agropecuário	1		
	Pesca E Aquicultura	1		
	Irrigante	1		
	Turismo, Esporte E Lazer	1		
TOTAL			**25**	**100%**

Fonte: MATO GROSSO DO SUL, 2018.

Por fim, o artigo 33 da Lei nº 2.406/2002 define as seguintes competências para o CERH-MS:

- exercer funções normativas, deliberativas e consultivas pertinentes à formulação, à implantação e ao acompanhamento da política dos recursos hídricos no Estado;
- promover a articulação do planejamento dos recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional e dos setores usuários;
- aprovar os critérios de prioridades dos investimentos financeiros relacionados com os recursos hídricos e acompanhar sua aplicação;
- arbitrar e decidir sobre conflitos entre os Comitês das Bacias Hidrográficas;
- aprovar o Plano Estadual dos recursos hídricos, na forma estabelecida por esta Lei;

- opinar na celebração de convênios, acordo e contratos com entidades públicas ou privadas, nacionais ou internacionais, para o desenvolvimento do setor;
- estabelecer as normas e os critérios para outorga, cobrança pelo uso da água e o rateio dos custos entre os beneficiários das obras e aproveitamento múltiplo ou interesse comum;
- atuar como instância recursal nas decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacias Hidrográficas e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;
- analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e a Política Estadual dos Recursos Hídricos;
- deliberar sobre projetos de aproveitamento dos recursos hídricos que extrapolem o âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica no território de Mato Grosso do Sul;
- acompanhar a execução do Plano Estadual dos Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- constituir câmaras, equipes ou grupos técnicos para assessorá-lo nos trabalhos;
- deliberar sobre os relatórios técnicos da situação dos recursos hídricos do Estado;
- deliberar sobre a aplicação dos recursos do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos;
- aprovar a criação de Agências de Águas, a partir de propostas de respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas;
- representar o Governo do Estado no Conselho Nacional dos Recursos Hídricos e perante órgãos e entidades federais que tenham interesses relacionados aos recursos hídricos de Mato Grosso do Sul;
- exercer outras ações, atividades e funções estabelecidas em lei ou regulamento compatíveis com a gestão integrada dos recursos hídricos.

6.2.2.2 Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé – CBH Santana e Aporé

A criação e o funcionamento dos Comitê de Bacia Hidrográfica no Mato Grosso do Sul devem atender às disposições da Lei nº 2.406/2002. Segundo o seu art. 34, "*os Comitês de Bacias Hidrográficas são órgãos deliberativos e normativos no âmbito das bacias hidrográficas e serão instituídos em rios de domínio do Estado, por meio de Resolução do CERH, mediante indicação das comunidades locais da bacia respectiva.*"

O Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé (CBH Santana e Aporé) teve sua criação aprovada pela Resolução do CERH-MS nº 32, de 15 de março de 2016, portanto, há 5 anos. Sua área de atuação abrange, conforme art. 1º da mencionada Resolução, as UPGs Santana e Aporé definidas no PERH-MS, aprovado pela Resolução do CERH-MS nº 32/2016.

As UPGs são Unidades de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul. De acordo com o Quadro 1 do PERH-MS, a UPG Santana abrange os municípios de Aparecida do Taboado e Paranaíba e a UPG Aporé os municípios de Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba (MATO GROSSO DO SUL, 2010).

Importante destacar que a divisão de UPGs proposta pelo PERH-MS não coincide exatamente com a divisão de UGHs (Unidades de Gestão Hídrica) proposta no PRH-Paranaíba (Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba), do qual o PARH Santana-Aporé (Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Santana-Aporé), objeto deste diagnóstico, é parte integrante.

Ao se sobrepor essas duas divisões constata-se que a UGH Santana-Aporé prevista no PRH-Paranaíba e que constitui a área objeto do PARH Santana-Aporé abrange, na divisão do PERH-MS, as UPGs Santana e Aporé, como também parte da UPG Quitéria referente ao Rio Formoso e trecho no extremo sul.

O art. 2º da Resolução do CERH-MS nº 32/2016 define a composição do CBH Santana-Aporé, que totaliza 21 membros (1/3 do poder público; 1/3 de usuários; e 1/3 de organizações da sociedade civil), distribuídos de acordo com o detalhamento contido na Tabela 58.

Tabela 58 - Composição Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé (CBH Santana e Aporé)

Composição Resolução CERH-MS nº 32/2016		Número de membros por segmento	Representatividade em relação ao todo
Poder Público	Estado, sendo obrigatória uma vaga para o órgão gestor estadual de recursos hídricos.	3	14,3%
	Municípios, situados no todo ou em parte, na área de atuação do CBH Santana e Aporé.	4	19%
	Subtotal	**7**	**33,33**
Usuários de recursos hídricos da Bacia	saneamento básico	**7**	**33,3%**
	indústria		
	agricultura familiar		
	hidroviário ou turismo e lazer		
	pesca e aquicultura		
	geração hidroenergética		
	agropecuária ou irrigante		
Organizações da Sociedade Civil com atuação em recursos hídricos na Bacia	consórcios e de associações intermunicipais de bacias hidrográficas	7	33,3%
	organizações de ensino e pesquisa, com atuação comprovados em recursos hídricos		
	ONGs com objetivo, interesse e atuação comprovados na área de recursos hídricos		
TOTAL		**21**	**100%**

Fonte: MATO GROSSO DO SUL, 2016.

As competências dos Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Mato Grosso do Sul estão definidas no art. 35 da Lei nº 2.406/2002, abrangendo as seguintes:

- propor planos, programas e projetos para utilização dos recursos hídricos da respectiva bacia hidrográfica;
- decidir conflitos entre usuários, atuando como primeira instância de decisão;
- deliberar sobre formalização de projetos de aproveitamento dos recursos hídricos;
- promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- aprovar o Plano dos recursos hídricos da bacia e acompanhar a sua execução;
- propor ao Conselho Estadual dos Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamento de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, de acordo com o domínio destes;
- estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
- estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum e coletivo;
- aprovar o orçamento anual da Agência de Águas, na área de sua atuação e com observância da legislação e das normas aplicáveis;
- aprovar a criação de Subcomitês de Bacias Hidrográficas de sua área de atuação, a partir de proposta de usuário e de entidades civis, podendo ainda, quando julgar conveniente e indispensável, constituir unidades especializadas de trabalho ou de serviços, bem como câmaras técnicas cujas atribuições, composição e funcionamento serão definidas em ato de criação;
- estimular a formação de consórcios intermunicipais e de associações de usuários na área de atuação da bacia, bem como prestigiar ações e atividades de instituições de ensino e pesquisa e de organizações não-governamentais que atuem em defesa do meio ambiente e dos recursos hídricos na bacia;
- sugerir a celebração de convênios, acordos e contratos com órgãos e entidades públicas ou privadas nacionais ou internacionais;
- contribuir com sugestões e alternativas para a aplicação de parcela regional dos recursos arrecadados pelo Fundo Estadual dos Recursos Hídricos;

- exercer outras ações, atividades e funções estabelecidas em lei, regulamento e decisão do Conselho Estadual dos recursos hídricos compatíveis com a gestão integrada dos recursos hídricos.

6.2.2.3 Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar - SEMAGRO

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar – SEMAGRO – foi criada pela Lei nº 4.982/2017, mediante alterações na Lei nº 4.640/2014, que reorganiza a Estrutura Básica do Poder Executivo do Estado de Mato Grosso do Sul.

Trata-se do órgão da Administração Pública Direta integrante do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul responsável pela formulação da respetiva Política. Tanto o CERH-MS, quanto o Fundo Estadual de Recursos Hídricos estão vinculados à SEMAGRO, que tem como competências exercer a presidência do Conselho, bem como administrar o Fundo, com base em Plano de Aplicação dos Recursos aprovado pelo Conselho.

Conforme previsto na Resolução da SEMAGRO nº 663/2018, que aprova o seu Regimento Interno, as atribuições relacionadas à formulação da Política Estadual de Recursos Hídricos são desempenhadas pela Superintendência de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia, Produção e Agricultura Familiar (SUMAPRO), sendo que a sua área de atuação abrange as seguintes competências relacionadas diretamente aos recursos hídricos, nos termos do art. 24, II e XXXI, do Regimento Interno:

- propor, orientar, formular e acompanhar programas e projetos, visando à implementação das políticas públicas relacionadas ao Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Ciência e Tecnologia, Produção e Agricultura Familiar;
- executar as atividades de suporte para a atuação orgânico-funcional dos Conselhos Estaduais das áreas de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Ciência e

Tecnologia, Produção e Agricultura Familiar do Estado bem como de sua Secretaria-Executiva e dos entes que os auxiliem.

Tais competências são desdobradas nas atribuições da Coordenadoria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (COMAR) que integra a estrutura da SUMAPRO, com destaque para as seguintes competências relacionadas diretamente aos recursos hídricos, nos termos do art. 23, I, III a VII e XII, do Regimento Interno da SEMAGRO:

- formular, aperfeiçoar, coordenar e supervisionar a execução das políticas setoriais e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente e recursos hídricos;
- contribuir para a integração interinstitucional entre as diferentes esferas do Poder Público, com vistas à melhoria e ao compartilhamento da gestão ambiental;
- formular, propor e acompanhar a execução, inclusive dos mecanismos operacionais pertinentes, de programas e projetos ambientais destinados a promover o desenvolvimento sustentável e o aproveitamento das potencialidades dos recursos ambientais do Estado, bem como estimular programas, projetos e ações que otimizem a utilização sustentável dos recursos naturais;
- coordenar a elaboração e as revisões do Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- coordenar a implantação dos instrumentos da Política de Recursos Hídricos no âmbito do Estado;
- coordenar a implantação dos planos, programas e projetos de recursos hídricos e estimular a criação e a manutenção de comitês de bacias hidrográficas;
- promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

6.2.2.4 Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul - IMASUL

O Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul - IMASUL - é uma autarquia estadual, atualmente vinculada à SEMAGRO e responsável pela implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul.

O IMASUL exerce a função de secretaria executiva do CERH-MS, sendo que atualmente, tem sua estrutura básica e competências detalhadas pelo Decreto nº 12.725/2009, destacando-se as seguintes competências, nos termos do art. 3º, VII a XI e XV:

- dar condições efetivas para o funcionamento da Secretaria-Executiva do Conselho Estadual de Controle Ambiental (CECA) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH);
- coordenar e executar programas, projetos e atividades, diretamente ou mediante convênio com órgãos ou entidades voltados à proteção, à manutenção, à recuperação e aos usos dos recursos naturais do meio urbano e rural;
- implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos e propor normas de estabelecimento de padrões de controle da qualidade das águas;
- coordenar, gerir e implementar os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos e propor normas a ela pertinentes;
- formular, coordenar, orientar e supervisionar a execução das políticas e das diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, recursos hídricos, recursos florestais e faunísticos.

No âmbito de sua estrutura interna, a Diretoria de Fiscalização, por meio da Gerência de Recursos Hídricos, e a Diretoria de Desenvolvimento, por meio da Gerência de Desenvolvimento e Modernização, são as responsáveis pela execução das mencionadas competências. Conforme artigos 16, I a V, e 18, I, VII e X do Decreto nº 12.725/2009, destacam-se as seguintes atribuições das mencionadas Gerências:

- Gerência de Recursos Hídricos:
    - executar os programas, projetos e ações inerentes à gestão e à consolidação da Política Estadual de Recursos Hídricos e de seus instrumentos;
    - realizar, em conjunto com a Gerência de Controle e Fiscalização, a fiscalização e o monitoramento da quantidade, qualidade e uso das águas de domínio do Estado;
    - promover ações para autorização de uso das águas e para reserva de disponibilidade hídrica;

- propor medidas de melhoria contínua para a gestão dos recursos hídricos;
- assessorar o Diretor de Licenciamento no desempenho das suas atribuições e executar programas, projetos e ações por ele determinados.

- Gerência de Desenvolvimento e Modernização:
  - desenvolver medidas de formulação, aperfeiçoamento, coordenação e supervisão da execução das políticas setoriais e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente e recursos hídricos;
  - desenvolver planos, programas e projetos de recursos hídricos, inclusive de estímulo à criação e à manutenção de comitês de bacias hidrográficas;
  - propor normas e procedimentos destinados à atualização e à melhoria da gestão administrativa, ambiental, de recursos hídricos e florestais no âmbito do IMASUL.

6.2.3 Órgãos Públicos Municipais relacionados com a gestão dos recursos hídricos

Segundo o art. 33, IV, da Lei Federal nº 9433/1997, os órgãos dos poderes públicos municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Considerando a repartição de competências previstas na Constituição Federal de 1988, no âmbito dos municípios não são instituídos sistemas municipais de gerenciamento de recursos hídricos, uma vez que as águas presentes no território brasileiro são de domínio da União ou das unidades da federação (Estados e o Distrito Federal), nos termos dos seguintes dispositivos constitucionais:

- art. 20, III, que inclui como domínio da União os *"lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais"*; e

- art. 26, I, que inclui como domínio do Estado ou do Distrito Federalas *“demais águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.”*

Entretanto, os municípios integram os Sistemas Federal e Estadual mediante suas representações nos órgãos colegiados, tanto nos conselhos de recursos hídricos, como nos comitês de bacia hidrográfica criados pela União e pelos Estados, como também suas competências relacionadas ao saneamento básico, política urbana e política ambiental possuem diversas interfaces com os recursos hídricos. Inclusive, o art. 31 da Lei Federal nº 9433/1997 estabelece que “*na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.”*

Por essa razão, a Figura 200 - Órgãos Públicos Municipais relacionados com a gestão de recursos hídricosFigura 200 apresenta os órgãos públicos da estrutura administrativa dos municípios abrangidos pela Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos, bem como indica aqueles que possuem conselho municipal de meio ambiente. Destaque-se que as informações contidas na Figura 5 foram obtidas a partir dos sites e do envio de questionários às Prefeituras Municipais, bem como da análise da legislação municipal levantada conforme item 6.1.3 e contida no Anexo 9.3 deste Produto.

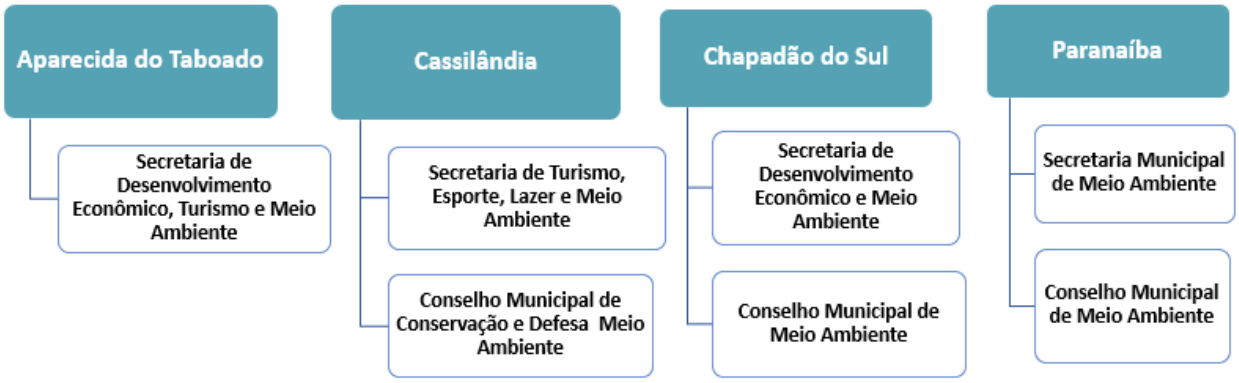


Figura 200 - Órgãos Públicos Municipais relacionados com a gestão de recursos hídricos

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Verifica-se que em todos os municípios há órgão da administração pública direta com atribuições relacionadas à gestão ambiental. Em Aparecida do Taboado, no entanto, não há conselho de meio ambiente. O Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente de Cassilândia foi criado 1989 e reestruturado pela Lei nº 2176/2019, mas não se obteve informação sobre sua instalação e funcionamento. Os Conselho Municipais de Meio Ambiente de Chapadão do Sul e de Paranaíba, reestruturados, respectivamente, pela Lei nº 1.166/2017 e pela Lei Complementar nº 100/2017, encontram instalados e em funcionamento.

6.3 SÍNTESE DA SITUAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

A Lei Federal nº 9433/1997 estabelece, em seu art. 5º, os seguintes instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- planos de recursos hídricos;
- enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- cobrança pelo uso de recursos hídricos;

- sistema de informações sobre recursos hídricos.

O mencionado artigo cita ainda compensação à municípios, mas esse instrumento foi vetado quando do processo de aprovação da Lei Federal nº 9433/1997, nos termos do seu art. 24. Logo, tal instrumento não está apto a produzir efeitos.

Na mesma linha, a Lei Estadual nº 2406/2002 estabelece, em seu art. 6º, os seguintes instrumentos da Política Estadual dos Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul:

- plano estadual dos recursos hídricos;
- enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- outorga de direito de uso dos recursos hídricos;
- cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- sistema estadual de informações dos recursos hídricos.

O Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica (UGH) Santana-Aporé (PARH Santana-Aporé) prevê entre os programas integrantes do Componente 1 denominado Gestão de Recursos Hídricos, o Programa 1.B, denominado Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, que tem como objetivo geral *"promover o fortalecimento da gestão dos recursos hídricos por meio da aplicação dos instrumentos previstos em lei, como outorga, enquadramento, fiscalização, sistemas de informação e cobrança*." (ANA, 2013).

Tal Programa é composto pelos seguintes subprogramas:

- 1.B – Programa Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos:
  - 1.B.1 - Implementação e Consolidação da Outorga Superficial e Subterrânea;
  - 1.B.2 - Implementação do Programa de Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais;
  - 1.B.3 - Implementação da Cobrança e do Arranjo Institucional;
  - 1.B.4 - Fiscalização dos Usuários de Recursos Hídricos;
  - 1.B.5 - Implementação e Articulação dos Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos (ANA, 2013,81).

A seguir é apresentada a situação atual dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos no âmbito das Bacias Hidrográficas do Parnaíba e do Santana e Aporé, em termos de marco legal e arranjo institucional vigentes.

6.3.1 Planos de Recursos Hídricos

De acordo com a Lei Federal nº 9433/1997, os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, devendo ser elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País, observadas as disposições dos artigos 6º a 8º.

Quanto aos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica, a Resolução do CNRH nº 145/2012 estabelece diretrizes para sua elaboração. Segundo o seu art. 2º tais Plano "*são instrumentos de gestão de recursos hídricos de longo prazo, previstos na Lei n° 9.433, de 1997, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, que visam fundamentar e orientar a implementação das Políticas Nacional, Estaduais e Distrital de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito das respectivas bacias hidrográficas*."

Ainda de acordo com a mencionada Resolução, a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica, deverá considerar as seguintes disposições, nos termos dos arts. 7º e 8º, respectivamente:

- as diretrizes do Plano Nacional, o(s) Plano(s) Estadual(is) de Recursos Hídricos e outros Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica existentes na sua área de abrangência;
- os demais planos, programas, projetos e estudos existentes relacionados à gestão ambiental, aos setores usuários, ao desenvolvimento regional, ao uso do solo, à gestão dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, incidentes na área de abrangência das respectivas bacias hidrográficas.

Além disso, o art. 9º fixa regras para compatibilização das condições de enxutório definidas em Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica do Rio Principal com os Planos das suas Sub-bacias Hidrográficas, conforme as seguintes disposições:

> Art. 9º - As condições de exutório definidas no Plano de Recursos Hídricos de uma Sub-Bacia Hidrográfica deverão estar compatibilizadas com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Principal.
>
> § 1º Na inexistência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Principal, as condições de exutório serão definidas por seu Comitê de Bacia Hidrográfica em articulação com o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica.
>
> § 2º Caso não existam o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Principal e o seu respectivo Plano de Recursos Hídricos, a proposta de compatibilização das condições do exutório da SubBacia Hidrográfica deverá ser definida em articulação com as entidades gestoras envolvidas.

A seguir serão apresentados Planos de Recursos Hídricos que possuem incidência sobre a área da UGH Santana-Aporé, quais sejam:

- Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul – PERH-MS;
- Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – PRH-Paranaíba, que se desdobra no Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Santana-Aporé (objeto da presente revisão e atualização).

6.3.1.1 Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH – foi aprovado em 30 de janeiro de 2006, por meio da Resolução do CNRH nº 58/2006, prevendo horizonte de planejamento até 2020, com revisões a cada 4 anos.

A 2ª revisão, realizada entre 2015 e 2016, definiu as Prioridades, Ações e Metas para o último ciclo de implementação, ou seja, de 2016 a 2020. Em 11 de setembro de 2020, foi publicada a Resolução do CNRH nº 2016/2020, que prorroga, até 31 de dezembro de 2021, a vigência do PNRH e respectivas prioridades e metas estabelecidas para o ciclo 2016-2020.

O PNRH é constituído por 13 Programas, os quais são ao todo formados por 30 subprogramas nos seguintes componentes:

- Desenvolvimento da GIRH - Gestão Integrada Dos Recursos Hídricos - no Brasil;
- Articulação Intersetorial, Inter e Intra-Institucional da GIRH;
- Programas Regionais De Recursos Hídricos;
- Gerenciamento da Implementação do PNRH.

Para cada um dos subprogramas são previstos indicadores de monitoramento e avaliação específicos.

6.3.1.2 Plano Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul – PERH-MS

O Plano Estadual de Recurso Hídricos do Estado de Mato Grosso do Sul (PERH-MS) foi aprovado em 11 de novembro de 2009, por meio da Resolução do CERH-MS nº 11/2009, com horizonte de planejamento até 2025.

Para a definição das propostas contidas no PERH-MS, foram definidas as Unidades de Planejamento e Gerenciamento de Mato Grosso do Sul (UPGs) que correspondem a cada uma das sub-bacias hidrográficas adotadas pelo Estado de Mato Grosso do Sul.

Para tanto, definiu-se 6 UPGs na Região Hidrográfica do Paraguai e outras 9 na Região Hidrográfica do Paraná, que incluem as UPGs Santana e Aporé. A primeira abrange os Municípios de Aparecida do Taboado e Paranaíba e a segunda os Municípios de Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba (MATO GROSSO DO SUL, 2010).

Conforme exposto anteriormente, a divisão de UPGs proposta pelo PERH-MS não coincide exatamente com a divisão de UGHs proposta no PRH-Paranaíba, do qual o PARH Santana-Aporé é parte integrante. Isso porque, a UGH Santana-Aporé abrange, na divisão do PERH-MS, as UPGs Santana e Aporé, como também parte da UPG Quitéria referente ao Rio Formoso e trecho no extremo sul.

O PERH-MS prevê a elaboração de planos de recursos hídricos para as UPGs propostas, mas não existem ainda planos para as UPGs Santana, Aporé e Quitéria. Até o momento, o Estado do Mato Grosso do Sul, por meio do IMASUL, elaborou dois planos: o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, finalizado em 2016, e o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema, finalizado em 2015 (MATO GROSSO SUL, 2021).

O PERH-MS propõe 16 Programas que foram agrupados em três componentes que visam a orientar: (1) o desenvolvimento e o fortalecimento político institucional; (2) o planejamento e a gestão dos recursos hídricos; e (3) a conservação do solo, da água e dos ecossistemas.

Diferentemente do PNRH, no PERH-MS não são previstos indicadores específicos para cada programa. Mas, dentre os Programas previstos está um Programa denominado Implementação e monitoramento do PERH-MS, que contêm o descritivo, indicando uma lista geral de indicadores: “além do acompanhamento da realização de cronograma de execução, por meio da apresentação de relatórios das etapas concluídas, os indicadores a serem avaliados deverão incluir itens específicos relativos aos objetivos e metas a serem alcançadas pelos Programas.” (MATO GROSSO SUL, 2010).

6.3.1.3 Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – PRH Paranaíba

O Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – PRH-Paranaíba, foi aprovado em 04 de junho de 2013, por meio da Resolução do CBH Paranaíba nº 38/2013, com horizonte de

planejamento de 20 anos, que foi dividido em 4 etapas, quais sejam: 2014-2018; 2019-2023; 2024-2028; 2029-2033.

O PRH-Paranaíba é desdobrado em Planos de Ação de Recursos Hídricos (PARH) para cada uma das 10 unidades de gestão hídrica (UGHs) em que é dividida a Bacia, entre os quais, o Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Santana-Aporé (ANA, 2013a), objeto deste processo de revisão e atualização.

O foco dos PARHs é apresentar os resultados produzidos no PRH-Paranaíba de forma desagregada para a região das UGHs, fornecendo produtos com maior detalhamento para os diferentes setores da Bacia (ANA,2013b)

O PRH-Paranaíba tem como finalidade orientar o CBH Paranaíba, os CBHs de bacias de rios afluentes, os órgãos gestores de recursos hídricos do DF, MG, GO e MS e demais componentes do SINGREH na gestão efetiva dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (ANA, 2013a).

Isso porque as responsabilidades dos diversos atores relacionadas ao gerenciamento dos recursos hídricos são, por sua natureza, compartilhadas em várias dimensões. Por isso, os esforços devem ser orientados na direção de estratégias de ação articuladas e da adoção de parcerias para sua execução.

Por essa razão, inclusive, o presente processo de revisão e atualização do PARH-Santana-Aporé é acompanhado pela ABHA e, também, pelo o IMASUL e o CBH Santana-Aporé, embora seja formalmente vinculado ao arranjo federal de gerenciamento dos recursos hídricos da Bacia do Rio Paranaíba, com execução aprovada pelo CBH-Paranaíba e contratada pela ABHA Gestão de Águas, entidade delegatária das funções de agência de bacia por ato do CNRH.

As intervenções na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba previstas do PRH-Paranaíba estão estruturadas em 03 Componentes, 15 Programas e 41 Subprogramas, agrupados tematicamente da seguinte forma:

- **Componente 1 – Gestão de Recursos Hídricos:** constituído por 07 Programas e 27 Subprogramas que envolvem ações não estruturais voltadas para gestão, conservação e uso sustentável dos recursos hídricos;
- **Componente 2 – Saneamento Ambiental**: constituído por 01 Programa e 05 Subprogramas que envolvem ações estruturais, ou seja, as obras necessárias para a melhoria do saneamento;
- **Componente 3 – Bases de Gestão**: constituído por 07 Programas e 09 Subprogramas voltados para ampliação do conhecimento sobre os recursos hídricos para subsidiar a melhoria tanto da gestão como da infraestrutura hídrica. (ANA, 2013a)

Para cada subprograma é previsto um detalhamento de ações específicas organizados em fichas contendo as seguintes informações:

- **Título**: Apresenta o nome e o código do subprograma;
- **Justificativa**: Apresenta os elementos do Diagnóstico e Prognóstico que justificam a proposta do programa/subprograma;
- **Objetivo**: Descreve o subprograma, apresentando seu objetivo;
- **Procedimentos**: Detalham as ações a serem implementadas;
- **Metas**: Apresenta a forma de quantificação dos resultados das ações;
- **Indicadores**: Apresenta os indicadores de acompanhamento das metas;
- **Orçamento**: Apresenta os custos previstos para execução das ações;
- **Fontes de Recursos**: Apresenta a relações de potenciais fontes de recursos para implementação dos subprogramas/ações;
- **Abrangência Espacial**: Determina em quais Unidades de Gestão Hídrica (UGH) os subprogramas previstos deverão ser implementados.

Do total de 41 subprogramas previstos no PRH-Paranaíba conforme acima citado, apenas 4 não se aplicam à UGH Santana-Aporé e, logo, não integram o PARH-Santana-Aporé, quais sejam: 1.D.1 - Ampliação da Rede Pluviométrica, 1.D.4 - Estruturação e Implementação do Monitoramento Orientado para Gestão; 1.E.3 - Articulação e Compatibilização de Ações com Municípios para Proteção de Mananciais de

Abastecimento Público; e 3.A.2 Caracterização Hidrogeologia em Áreas de Uso Intensivo de Água (ANA, 2013b).

6.3.2 Outorga dos Direitos dos Recursos Hídricos e Fiscalização dos Usuários de Recursos Hídricos

As normas gerais relativas à outorga dos direitos dos recursos hídricos estão previstas nos artigos 11 a 18 da Lei Federal nº 9433/1997. Segundo o art. 11, "*o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água"*.

A outorga é efetivada por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal

De forma complementar, os arts. 29, II, e 30, I, estabelecem que cabe aos Poderes Executivos Federal e Estaduais *"outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, e regulamentar e fiscalizar os usos, na sua esfera de competência",* ou seja, em relação às águas sob o domínio de cada ente federativo.

Nos termos art. 14 e seu § 1º, da mencionada Lei Federal, o Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal a competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União. Para o exercício dessa faculdade pela ANA devem ser aplicadas as disposições da Resolução da ANA nº 436/2013, que estabelece os *"procedimentos e diretrizes gerais para delegar competência aos Estados e ao Distrito Federal para emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União."*

As delegações propriamente ditas são realizadas pela ANA caso a caso, mediante a publicação de resolução que delega a competência, especificando o ente da federação (Estado ou Distrito Federal) e a abrangência (todo o território do Estado ou bacias

específicas), e define os critérios e procedimentos para a Outorga do Direito de Uso de Recursos Hídricos, que deverão ser aplicados pelo ente que recebeu a delegação.

A partir da análise da Portaria nº 287/2020, que contém a Listagem completa dos atos normativos inferiores a decreto vigentes no âmbito da ANA, é possível verificar as delegações de competências que se encontram vigente, sendo elas:

- Delegação ao Distrito Federal da competência para a emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União localizados em seu território (Resolução nº 77, de 22 de março de 2010);
- Delega competência ao Estado do Ceará e define os critérios e procedimentos para a emissão de outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União localizados em seu território (Resolução nº 1.047, de 28 de julho de 2014);

Em 2004, por meio da Resolução nº 429, de 4 de agosto de 2004, a ANA delegou aos Estados de Minas Gerais e São Paulo a competência para outorga em recursos hídricos de domínio da União localizados nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Entretanto, tal delegação foi revogada pela Resolução nº 1.225, de 14 de outubro de 2013.

Já o art. 12 da Lei Federal 9.433/1997 estabelece que estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- extração de água de aqüífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água. (Grifos nossos)

Relevante observar que a menção ao lançamento em corpo de água de esgotos, **“**tratados ou não**”,** contida no acima citado art. 12 da Lei Federal nº 9.433/1997, deve ser interpretada de forma sistemática à luz das disposições da Lei Federal nº 11.455/2007, e alterações posteriores, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, sendo, portanto, posterior à lei federal de recursos hídricos. Isso porque, segundo o marco legal do saneamento básico, todos os esgotos sanitários devem ser objeto de tratamento e destinação final ambientalmente adequada, o que se verifica pela definição de esgotamento sanitário contida no art. 3º, I, “b”, conforme os seguintes termos:

> Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei, considera-se:
>
> I - saneamento básico: conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:
>
> [...]
>
> b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao **tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reúso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente**. [...] (Grifos nossos).

Por sua vez, o § 1º do citado artigo 12, define as seguintes hipóteses de uso dos recursos hídricos, que independem de outorga pelo Poder Público:

- o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;
- as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
- as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

Tais hipóteses devem ser regulamentadas pelo arranjo institucional de cada Bacia Hidrográfica, sendo que o art. 38 da Lei Federal nº 9433/1997 estabelece como competência dos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação, propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes.

O CNRH possui a competência de *"estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso",* nos termos do art. 35, inciso X, da Lei Federal nº 9433/1997. No exercício dessa competência, o CNRH aprovou as seguintes Resoluções, cujas normas devem ser seguidas por todos os Comitês de Bacia Hidrográfica e Conselhos de Recursos Hídricos:

- Resolução CNRH nº 16/2001, que dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- Resolução CNRH nº 141/2012, que estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências;
- Resolução CNRH nº 184/2016, que estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, lançamentos de efluentes em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão, considerados insignificantes, os quais independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Conforme exposto a seguir, a outorga de direitos dos recursos hídricos e respectiva fiscalização dos usuários são aplicados pela União e pelo Estado do Mato Grosso do Sul, existindo regulamentação para os processos administrativos de concessão das autorizações e de sua fiscalização, bem como sistemas de informações eletrônicos para cadastramento dos usuários e processamento dos pedidos.

Nos termos já expostos anteriormente, ao se abordar os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos no âmbito federal e estadual, conforme previsto na Constituição Federal de 1988, tem-se a seguinte distribuição de competências:

- União, por meio da ANA, caberá a outorga, e respectiva fiscalização, em relação aos recursos hídricos de domínio da União, ou seja, *"lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um*

Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais" (art. 20, III);

- Estado do Mato Grosso Sul, por meio do IMASUL, caberá o exercício das mencionadas competências em relação aos recursos hídricos de domínio estadual, ou seja, "*demais águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União."* (art. 26, I).

No caso da área objeto deste diagnóstico, que é integrante da Bacia Hidrográfico do Rio Paranaíba, em relação as águas superficiais, são de domínio federal os Rios Paranaíba e Aporé e de domínio estadual o Rio Santana, entre outros. Já as águas subterrâneas sã exclusivamente de domínio estadual.

6.3.2.1 Outorga de direito de uso da água e fiscalização dos usuários em corpos hídricos da União

A ANA, nos termos art. 4º, IV e V da Lei Federal nº 9984/2000, é a responsável pela outorga, por intermédio de autorização, do direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, e pela fiscalização dos usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União, abrangendo, portanto, a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

Atualmente, as solicitações de outorga são processadas por meio Sistema Federal de Regulação de Uso de Recursos Hídricos – REGLA, que é parte do SNIRH. Trata-se de ferramenta que permite que os pedidos de regularização sejam realizados online e, na maior parte das finalidades, sem a necessidade de envio de documentos em papel (ANA, 2015).

Observadas as normas gerais contidas nos arts. 11 a 18 da Lei Federal nº 9433/1997, bem como os critérios gerais previstos nas Resoluções do CNRH elencadas no item 6.3.2, os critérios, diretrizes e procedimentos complementares e específicos, aplicáveis à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba em relação à outorga de direito de recursos hídricos e à fiscalização dos usuários, estão previstos nos seguintes atos normativos federais:

- Artigos 5º a 8º da Lei Federal nº 9.984/2000, que cria a ANA;
- Resolução do CNRH nº 183/2016, que aprova os critérios para estabelecimento de acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, considerados insignificantes, nos corpos d'água de domínio da União da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba;
- Deliberação do CBH Paranaíba nº 61/2016, que dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União e propõe as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão na bacia hidrográfica do rio Paranaíba;
- Resolução ANA nº 1.940/2017, que dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga e revoga a Resolução nº 1.175/2013;
- Resolução ANA nº 1.938/2017, que dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos;
- Resolução ANA nº 1.941/2017, que estabelece obrigações e regras para as outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos;
- Resolução ANA nº 24/2020, que estabelece procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos e da segurança de barragens objeto de outorga em corpos d'água de domínio da União pela ANA.

Conforme citado acima, o § 1º do art. 12 da Lei Federal nº 9433/1997 prevê a dispensa de outorga para usos considerados insignificantes, sendo que na Bacia Hidrográfica do

Rio Paranaíba tal dispositivo legal é regulamentado por meio da mencionada Resolução do CNRH nº 183/2016, sendo que o seu artigo 1º remete à aplicação da Deliberação nº do CBH Paranaíba nº 61/2016, que, da mesma forma, é citada acima.

O art. 2º de tal Deliberação dispõe que "*ficam estabelecidas as acumulações, derivações, captações e lançamentos de efluentes em corpos d'água de domínio da União considerados de pouca expressão e que independem de outorga previstas na Resolução ANA nº 1.175/2013, ou outra que a substituir.*"

A ANA, em 30 de outubro de 2017, aprovou a Resolução nº 1.940/2017, acima citada. que revogou a mencionada Resolução nº 1.175/2013. Logo, atualmente, os usos considerados insignificantes em relação ao Paranaíba e, com isso, não sujeitos à outorga, são definidos a partir da aplicação dos critérios previstos na Resolução da ANA nº 1.940/2017.

6.3.2.2 Outorga de direito de uso da água em corpos hídricos superficiais e subterrâneos de domíniodo Estado de MS

O IMASUL, nos termos art. 3º, III, do seu regulamento, fixado pelo Decreto nº 12.725/2009, é o responsável por coordenar, gerir e implementar os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos no Mato Grosso do Sul, abrangendo, portanto, os Rios Santana e Aporé.

Conforme previsto no regulamento do IMASUL acima mencionado, por meio da Diretoria de Licenciamento, que abrange entre outras, as Gerências de Recursos Hídricos e de Controle e Fiscalização, são recebidos e apreciados os pedidos de outorga de direito de uso da água em corpos hídricos sob o domínio do Estado de Mato Grosso do Sul, bem como é realizada a fiscalização e o monitoramento da quantidade, qualidade e uso da água de tais corpos hídricos.

Atualmente, as solicitações de outorga são processadas por meio do SIRIEMA (Sistema Imasul de Registros e Informações Estratégicas do Meio Ambiente), que é integrado pelo Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH). Trata-se de ferramenta que permite que os pedidos sejam processados de forma totalmente on-line, não sendo necessária a presença física do usuário de recursos hídricos ao IMASUL em nenhuma etapa do processo (MATO GROSSO SUL, 2021).

Observadas as normas gerais contidas nos arts. 11 a 18 da Lei Federal nº 9433/1997, bem como os critérios gerais previstos nas Resoluções do CNRH elencadas no item 6.3.2, os critérios, diretrizes e procedimentos complementares e específicos, aplicáveis à Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé em relação à outorga de direito de recursos hídricos e à fiscalização dos usuários, estão previstos nos seguintes atos normativos estaduais:

- Decreto nº 13.990/2014, que regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de domínio do Estado de MS;
- Resolução do CERH/MS nº 25/2015, alterada pela Resolução nº 29/2015, que estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- Resolução do CERH/MS nº 40/2016, que estabelece critérios de uso de recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes;
- Resolução do CERH/MS nº 44/2017, que estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o setor de saneamento;
- Resolução do CERH/MS 39/2016, que dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica em corpos hídricos de domínio do Estado;
- Resolução da SEMAC (atual SEMAGRO) nº 21/2014, que estabelece procedimentos para a regularização de uso dos Recursos Hídricos Subterrâneos e dá providências;

- Resolução da SEMADE (atual SEMAGRO) nº 21/2015, que estabelece normas e procedimentos para a Outorga de Uso dos Recursos Hídricos, e dá outras providências;
- Resolução da SEMADE (atual SEMAGRO) nº 05/2012, que dispõe sobre os procedimentos para o cadastramento de usuários dos recursos hídricos de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul.

6.3.3 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

As normas gerais relativas à outorga dos direitos dos recursos hídricos estão previstas nos artigos 19 a 22 da Lei Federal nº 9433/1997, sendo que, segundo o art. 20 “serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga”.

Já o art. 19 prevê que a cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

- reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- incentivar a racionalização do uso da água;
- obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

O CNRH possui a competência de *“estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso”,* nos termos do art. 35, X, da da Lei Federal nº 9433/1997. No exercício de tal competência, o CNRH aprovou as seguintes Resoluções, cujas normas devem ser seguidas por todos os Comitês de Bacia Hidrográfica e Conselhos de Recursos Hídricos:

- Resolução do CNRH nº 48/2005, que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- Resolução do CNRH nº 70/2007, que estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o CNRH e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando definir as prioridades de aplicação dos recursos

provenientes da cobrança pelo uso da água, alterada pela Resolução CNRH nº 97/2008 e Resolução CNRH nº 195/2018;

- Resolução do CNRH nº 90/2008, que estabelece as prioridades para aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso de recursos hídricos, referidos no inc. II do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648/1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei nº 9.984/2000.

De acordo com o art. 38, VI, da Lei Federal nº 9433/1997, compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação, *"estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados".*

Conforme exposto a seguir, a cobrança pelos usos dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paranaíba é aplicada pela União desde 2017. Já em relação à Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé, a cobrança ainda não foi implementada.

Relevante observar que os recursos oriundos da cobrança federal realizada pela ANA financiam o processo de revisão do PARH Santana-Aporé, do qual este diagnóstico é parte integrante. Isso porque, conforme já exposto acima, no 6.3.1.3, o PARH Santana-Aporé é parte integrante do PRH-Paranaíba, que se refere à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, a qual é gerenciada no âmbito federal por envolver cursos d´água de domínio da União.

6.3.3.1 Cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União

A ANA, nos termos art. 4º, IX, da Lei Federal nº 9984/2000, é a responsável por arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma do disposto no art. 22 da Lei no 9.433/1997, abrangendo, portanto, a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

A ABHA Gestão de Águas, como entidade delegatária das funções de agência de águas na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, é a responsável pela administração dos recursos obtidos com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos realizada pela ANA no âmbito de

tal Bacia, conforme previsto no Contrato de Gestão nº 35/2000 mencionado no item 6.2.1.5.

Observadas as normas gerais contidas nos arts. 19 a 22 da Lei Federal nº 9433/1997, bem como os critérios gerais previstos nas Resoluções do CNRH elencadas no item 6.3.3, os critérios, diretrizes e procedimentos complementares e específicos, aplicáveis à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba em relação à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, estão previstos nos seguintes atos normativos federais:

- Resolução CNRH nº 185/2016, que aprova os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba;
- Deliberação CBH Paranaíba nº 61/ 2016, que dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, propõe as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão na bacia hidrográfica do rio Paranaíba e dá outras providências;
- Deliberação CBH Paranaíba nº 115/2020, que dispõe sobre a atualização dos mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na bacia hidrográfica do rio Paranaíba e dá outras providências;
- Resolução ANA nº 308/2007, que dispõe sobre os procedimentos para arrecadação das receitas oriundas da cobrança pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União;
- Resolução ANA nº 124/2019, que dispõe sobre os procedimentos operacionais para a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União.

6.3.3.2 Cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado do MS

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos está prevista na Lei Estadual nº 2.406/2002 como instrumento da Política Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul,

sendo que tal norma dispõe sobre diretrizes que devem ser atendidas para a instituição da cobrança efetivamente.

Até o momento, não há cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual regulamentada e implementada no Mato Grosso do Sul, tanto em relação aos recursos hídricos superficiais, ou seja, os que se localizam no território do Estado excluídos aqueles de domínio da União, quanto aos subterrâneos, ou seja, todos aqueles localizados no território do Estado.

Consequentemente, com exceção das diretrizes contidas na Lei Estadual nº 2.406/2002 não há qualquer outro ato normativo vigente em relação ao tema, considerando-se tanto o Executivo Estadual, quanto o CERH e os Comitês de Bacia Hidrográfica existentes no âmbito do Estado, incluindo-se, com isso, o CBH-Santana-Aporé.

Apesar de não terem aplicabilidade diante da ausência de regulamentação, a seguir, serão apresentadas as diretrizes previstas na mencionada Lei Estadual, as quais devem ser observadas quando da regulamentação e implementação do instrumento nas bacias hidrográficas de âmbito estadual

Os objetivos que devem nortear a aplicação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos estão previstos no art. 19, quais sejam:

- reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- incentivar a racionalização do uso da água;
- disciplinar a localização dos usuários, visando à conservação dos recursos hídricos de acordo com sua classe de uso preponderante;
- incentivar a melhoria dos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos mananciais;
- obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos dos recursos hídricos;
- promover a melhoria do gerenciamento das áreas onde foram arrecadados.

Já o art. 20 estabelece que *"a cobrança pelo uso dos recursos hídricos deverá ser implantada por bacia hidrográfica, a partir de proposta dos correspondentes comitês, cujos valores serão definidos, ouvidos os comitês locais, pelo Conselho Estadual dos Recursos Hídricos."*

Segundo o art. 21, estão sujeitos à cobrança todos aqueles que utilizam os recursos hídricos, sendo que os seus parágrafos 1º a 4º estabelecem as seguintes regras para concessão de isenções relacionadas ao uso de recursos hídricos para o atendimento às necessidades domésticas:

- a utilização dos recursos hídricos destinados às necessidades domésticas de propriedades e de pequenos núcleos habitacionais, distribuídos no meio rural, estará isenta de cobrança quando independer de outorga de direito de uso, conforme legislação específica;
- os responsáveis pelos serviços públicos de distribuição de água não repassarão a parcela relativa à cobrança pelo volume captado dos recursos hídricos aos usuários finais enquadrados por estes serviços, como objeto de tarifa social;
- serão enquadrados na tarifa social todos os usuários domésticos, mediante cadastro efetuado pelo serviço público de distribuição de água e critérios por estes definidos;
- até a implantação da tarifa social pelo serviço público de abastecimento de água não serão repassadas parcelas relativas à cobrança aos usuários finais que recebem por rede, até 20 m³ (vinte metros cúbicos) por mês.

O artigo 22 definir diretrizes para a aplicação dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, os quais deverão ser aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e ser utilizados:

- no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos dos recursos hídricos;

- no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, limitada a 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado.

Os artigos 20, § 1º, 23 e parágrafos 1º a 3º, e 24 da Lei Estadual nº 2.406/2002, vigentes até fevereiro de 2021, definiam uma série isenções de cobrança de outorga, mediante a definição de usos de recursos hídricos considerados insignificantes, conforme abaixo transcrito:

> Art. 20. [...]
>
> § 1º São considerados insignificantes e serão isentos da cobrança pelo direito de uso da água as capacitações e derivações empregadas em processo produtivo agropecuário, assim como os usos destinados à subsistência familiar rural ou urbana, mantida, em todos os casos, entretanto, a obrigatoriedade de cadastramento no órgão outorgante.
>
> [...]
>
> Art. 23. As agroindústrias que dispuserem de sistema próprio de captação, tratamento e reciclagem de água, com projetos aprovados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Cultura e Turismo, serão isentas da cobrança
>
> pelo direito de uso da água.
>
> § 1º Para fazer jus à isenção, as agroindústrias deverão comprovar, ao órgão estadual competente, por meio de projeto técnico detalhado, a existência do sistema de que trata o *caput* deste artigo.
>
> § 2º Os beneficiários da isenção ficarão obrigados a manter os equipamentos de tratamento de reciclagem de água em perfeitas condições de funcionamento,
>
> atendendo, inclusive, às determinações das autoridades competentes para alterar o projeto, quando for o caso.
>
> § 3º Verificando-se, a qualquer tempo, que a agroindústria infringiu quaisquer das condições sob as quais lhe foi conferida a isenção, o benefício será imediatamente cancelado, cobrando-se-lhe as taxas pelo uso da água, sem prejuízo da aplicação das demais penalidades cabíveis pela infração das leis que protegem o meio ambiente.
>
> Art. 24. Os produtores rurais que mantiverem sistema de irrigação de lavouras estarão isentos da cobrança pelo direito do uso da água, desde que comprovado o aumento da produtividade agrícola do beneficiário e a não poluição da água.

A Procuradoria-Geral da República ajuizou a Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) nº 5.025, que foi julgada procedente pelo Supremo Tribunal Federal (STF) em 08 de fevereiro de 2021, declarando-se a inconstitucionalidade dos dispositivos legais acima transcritos, em síntese pelos seguintes fundamentos:

- o art. 22, inciso IV, da Constituição de 1988, que fixa a competência privativa da União para dispor sobre águas, deve ser interpretado à luz do art. 21, inciso XIX, que reserva ao campo de atribuições do ente federal a instituição do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição dos critérios de outorga dos direitos de uso desses recursos;
- a Lei nº 2.406/02 do Estado de Mato Grosso do Sul, além de tratar de matéria da competência privativa da União – definição dos critérios de outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos – contraria o disposto na Lei federal nº 9.433/97 – a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – ao isentar de cobrança o uso da água em atividades agropecuárias, agroindustriais e rurais, sob as condições que define.

De acordo com os fundamentos expostos na mencionada decisão, a Lei Federal 9.433/1997, em seu art. 20, definiu que haverá cobrança pela utilização de recursos hídricos que estejam sujeitos ao procedimento de outorga de direitos. Ou seja, a cobrança deve ser instituída em relação a todas as hipóteses previstas no art. 12.

Como medida excepcional, o § 1º do art. 12 da Lei Federal 9.433/1997 apresenta atividades utilizadoras de recursos hídricos que independem da outorga de direitos pelo Poder Público, quais sejam: (a) o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural; (b) as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; e (c) as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes. Por inferência, tais atividades também dispensam a cobrança pela sua utilização.

Ainda segundo o STF, deve-se considerar que o legislador federal apenas dispensou do regime de outorga de direitos atividades que não apresentam potencial poluidor ou que possuem baixo impacto ambiental quando da utilização do bem.

Sendo assim, com a declaração de inconstitucionalidade dos mencionados dispositivos legais do Estado do Mato Grosso do Sul, abrem-se melhores condições para que seja regulamentada e implementada a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé, devendo-se destacar que se trata de obrigação legal. Tal iniciativa deve envolver o CERH-MS e o CBH Santana-Aporé, para estabelecerem os mecanismos, estudos e critérios para cobrança e destinação dos respectivos recursos, e o IMASUL, para implementar a cobrança, por se tratar da entidade do Poder Executivo Estadual responsável pela implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

6.3.4 Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos predominantes

As normas gerais relativas ao enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes da água estão previstas nos artigos 9º e 10 da Lei Federal nº 9433/1997.

As finalidades da implementação desse instrumento são as seguintes, segundo art. 9º:

- assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Já o art. 10 dispõe que "*as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental*", sendo que, atualmente, estão vigentes as seguintes Resoluções do CONAMA voltadas a definir, respectivamente, as classes de corpos hídricos superficiais e subterrâneos:

- Resolução CONAMA nº 357/2005 e alterações posteriores, que estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução no 357/2005;
- Resolução CONAMA nº 396/2008, que estabelece a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.

Ainda quanto à classificação dos corpos hídricos, de forma complementar às normas contidas na Resolução CONAMA nº 357/2005, acima citada, o CECA/MS publicou a Resolução nº 36/2012, que "*define classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais do MS, define as condições e padrões de lançamento de efluentes para o Estado observadas as disposições da Resolução CONAMA 357/2005".* Logo, no Estado do Mato Grosso do Sul, para a realização de proposta de enquadramento de corpos hídricos superficiais, deve-se atender as disposições da Resolução CONAMA nº 357/2005 em conjunto com a Resolução CECA-MS nº 36/2012.

De acordo com o art. 35, VI, da Lei Federal nº 9433/1997, ao CNRH cabe *"estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*".

No exercício de tal competência, o CNRH aprovou a Resolução nº 91/2008, que fixa procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, cujas normas devem ser seguidas por todos os Comitês de Bacia

Hidrográfica e Conselhos de Recursos Hídricos, destacando-se as seguintes, tendo em vista o foco da presente análise:

- a proposta de enquadramento deverá ser desenvolvida em conformidade com o PRH da Bacia, preferencialmente durante a sua elaboração;
- os órgãos e entidades responsáveis pela gestão de recursos hídricos do domínio da União, dos Estados e do Distrito Federal deverão articular-se para que os enquadramentos dos respectivos corpos de água, em uma mesma bacia hidrográfica, sejam compatíveis entre si.

De acordo com o art. 44, XI, "*a*", da Lei Federal nº 9433/1997, compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação, propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica *"o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes".*

Considerando o marco legal acima apresentado, a Figura 201 ilustra como o enquadramento dos corpos hídricos em classes deve ser estabelecido na Bacia Hidrográfica dos Rios Santa e Aporé.

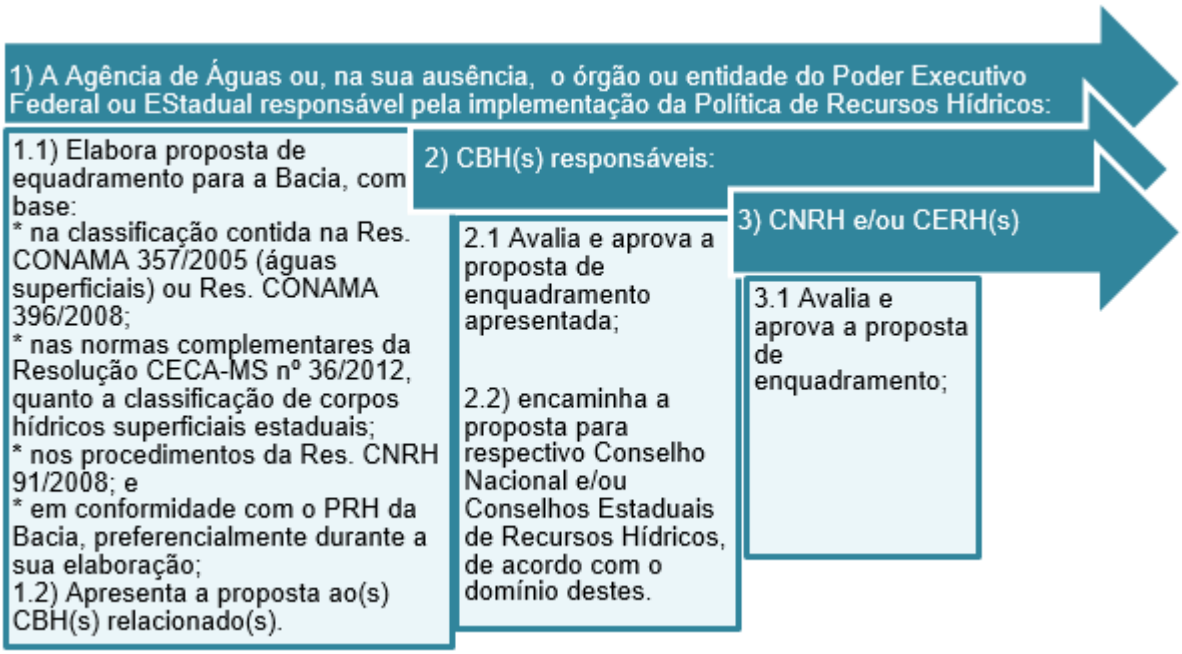


Figura 201 - Fluxo para a realização do enquadramento dos corpos hídricos

Fonte: BRASIL, 2005, 2007, 2008.

Tendo em vista a dominialidade dos corpos hídricos prevista na Constituição Federal de 1988, o enquadramento dos corpos hídricos superficiais envolve a União e as unidades da federação (estados e DF), a depender do domínio destes. Enquanto o enquadramento dos corpos hídricos subterrâneos envolve somente as unidades da federação (como o MS no caso presente), já que possuem o domínio sobre todos os corpos hídricos subterrâneas localizadas em seu território.

Conforme exposto a seguir, o enquadramento dos corpos hídricos superficiais na Bacia Hidrográfica do Paranaíba (federal) está em implementação; e, dos corpos hídricos subterrâneos, ainda não existe nem proposta.

6.3.4.1 Enquadramento dos Corpos Hídricos na Bacia Hidrográfica dos Rios Santana e Aporé

O PRH Paranaíba contém proposta de enquadramento dos corpos hídricos superficiais da respectiva Bacia, que se desdobra nos Planos de Ação das UGHs, incluindo-se, com isso, o PARH Santana-Aporé (ANA, 2013).

A Tabela 59 apresenta a proposta de enquadramento contida no PARH Santana-Aporé, com todos os trechos indicados para classe 2.

Tabela 59 - Proposta de Enquadramento dos corpos hídricos da UGH Santana-Aporé

Corpos Hídricos - Trechos enquadrados na UGH Santana e Aporé	Descrição do Trecho	Classe Proposta
Rio da Prata	Da nascente até a foz	2
Rio Aporé ou do Peixe	Da nascente até a foz	2
Rio Santana	Da nascente até a foz	2
Rio Paranaíba	Da nascente até a foz	2

Fonte: ANA, 2013.

Essa proposta de enquadramento foi aprovada pelo CBH Paranaíba, por meio da Deliberação nº 39/2013. Embora conste no art. 2º da mencionada Deliberação a determinação de seu encaminhamento ao CNRH, não ocorreu, até o momento, a publicação de ato normativo desse Conselho que aprovasse o enquadramento.

Em relação à proposta de enquadramento referente aos rios estaduais, não se identificou informação de que tenha sido encaminhada ao CBH Santana-Aporé ou ao CERH-MS, não existindo ato normativo dessas instâncias relacionados a tal proposta.

No âmbito do CERH-MS foi aprovada a Resolução CERH/MS nº 52/2018, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas superficiais em consonância com diretrizes estabelecidas na Deliberação CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012, acima mencionada. Entretanto, somente estão incluídos Rios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai.

Por fim, quanto ao enquadramento dos corpos hídricos subterrâneos, não estão abrangidos no PARH Santana-Aporé. Em relação a iniciativas do Estado do Mato Grosso do Sul, também não existe proposta.

6.3.5 Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos

Os art. 25 a 27 da Lei Federal nº 9433/1997 dispõe sobre o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, estabelecendo sua definição, princípios e objetivos, conforme o seguinte:

- Definição: sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão, sendo que os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Princípios Básicos:
  - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
  - coordenação unificada do sistema;
  - acesso aos dados e informações garantidos à toda a sociedade.
- Objetivos:
  - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;

- atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH – está implantado e é mantido pela ANA, a quem compete organizar, implantar e gerir tal Sistema, nos termos do art. 4º, XIV, da Lei Federal nº 9984/2000.

Atualmente, o SNIRH disponibiliza informações sobre divisão hidrográfica, quantidade e qualidade das águas, usos de água, disponibilidade hídrica, eventos hidrológicos críticos, planos de recursos hídricos, regulação e fiscalização dos recursos hídricos e programas voltados a conservação e gestão dos recursos hídricos, sendo composto pelos seguintes sistemas:

- Sistemas para gestão e análise e dados hidrológicos;
- Sistemas para regulação dos usos de recursos hídricos;
- Sistemas para planejamento e gestão de recursos hídricos. (ANA, 2021).

No âmbito do Estado do Mato Grosso do Sul, há o Sistema Estadual de Informação de Recursos Hídricos/Cadastro De Usuários De Recursos Hídricos – SIRIEMA, implantado e mantido pelo IMASUL, com o objetivo de "*facilitar e agilizar o atendimento à sociedade, além de dotar o IMASUL de instrumentos que permitam aprimorar a gestão ambiental do estado de Mato Grosso do Sul*". São fornecidos por meio de tal Sistema os seguintes serviços: solicitação e acompanhamento de processos de licenciamento ambiental, emissão e pagamento de Taxas de Movimentação de Produtos Florestais - TMF, cadastramento de usuários de recursos hídricos do estado, manutenção dos dados de pessoas físicas e jurídicas que se relacionam de alguma forma com o IMASUL, entre outros (IMASUL, 2021)

6.3.6 Pagamento por serviços ambientais

Embora o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) não esteja na Lei Federal nº 9433/1997 dentre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua

aplicação direcionadas aos recursos hídricos pode contribuir de forma significativa para se alcançar objetivos de tal Política.

Por essa razão no PRH Paranaíba, e, de forma espelhada, no PARH Santana-Aporé, há o Subprograma 1.F.6 - Implementação de Pagamento por Serviços Ambientais, integrante do Programa 1.F – Conservação Ambiental e Uso Sustentável dos Recursos Hídricos.

O mencionado Subprograma prevê como procedimento o "*apoio técnico e financeiro para estabelecimento de arranjos locais que viabilizem o pagamento por serviços ambientais"* e como meta *"elaborar 30 projetos de pagamento por serviços ambientais e mobilizar atores para implementação dos mesmos na área da bacia"*, sendo que tal meta se refere à toda Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

Segundo o PRH Paranaíba, "*a bacia do rio Paranaíba se destaca por possuir experiências de PSA em construção nos municípios de Rio Verde (GO), Patrocínio (MG) e nas bacias dos rios Pipiripau (DF) e João Leite (GO)"*, sendo que *"tais projetos, voltados à proteção e conservação dos mananciais de abastecimento público, poderão servir de modelo para novas iniciativas." (ANA, 2013)*

Até o momento, ainda não há experiências de PSA implementadas na área da UGH Santana-Aporé, seja por iniciativa federal, estadual ou municipal.

Não âmbito dos quatro municípios (Aparecida do Taboado, Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba não foram identificados quaisquer atos normativos sobre o instrumento, bem como qualquer experiência de implementação. Já no âmbito federal e estadual existe atualmente legislação que institui e regulamenta a aplicação do PSA e há a experiência do Programa Produtor de Água implementada pela ANA desde 2005.

A legislação federal e estadual, bem como o Programa Produtor de Água serão apresentados a seguir, já que representam possibilidades para que se implementem projetos de PSA na área da UGH Santana-Aporé.

6.3.6.1 Pagamento por serviços ambientais no âmbito federal

Recentemente, a Lei Federal nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Até então, embora existissem experiências implementadas de PSA no âmbito federal, como o citado Programa Produtor de Água da ANA, não existia uma lei feral que definisse diretrizes e regras para a regulamentação e aplicação do instrumento de um modo geral.

Neste norte, a nova Lei Federal, nos termos do seu art. 1º, define *"conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), institui o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (CNPSA) e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA) e dispõe sobre os contratos de pagamento por serviços ambientais* [...]".

A nova Lei Federal ainda não foi regulamenta. Com a sua entrada em vigência e a partir da publicação de seu regulamento, todos os programas de PSA em execução deverão se adequar a tais disposições.

O Programa Produtor de Água é atualmente regulamentado pela ANA, por meio da Portaria nº 196/2013, que contém o seu Manual Operativo, definido como instrumento de caráter orientador ao desenvolvimento e habilitação de projetos e às formas de apoio prestado aos parceiros no âmbito do Programa.

O Programa Produtor de Água é efetivado por meio da execução de projetos locais de PSA, distribuídos por todo o território nacional e conduzidos por instituições que, em parceria com a ANA, viabilizam recursos técnicos e financeiros. A partir disso, o Programa certifica produtores rurais como "produtores de água" e os oferta compensação financeira pelo serviço ambiental prestado (ANA, 2021).

Na página do site da ANA destinada ao Programa Produtor de Água há informações sobre os projetos implementados, sendo eles os seguintes:

- DF - Brasília - Projeto Produtor de Água no Pipiripau;

- DF- Brasília - Produtor de Água no Descoberto;
- GO - Goiânia - João Leite;
- GO - Rio Verde - Produtores de Água;
- MG - Bom Despacho - Projeto Recuperação do Rio Capivari;
- MG - Capitólio - projeto Ambrósio;
- MG - Carmo do Cajuru - Projeto de Conservação de Água e Solo;
- MG - Doresópolis - Projeto Perobas;
- MG - Extrema - Conservador das Águas;
- MG - Formiga - Projeto Santuário das Águas;
- MG - Igarapé - Projeto Guardião dos Igarapés;
- MG - Luz - Projeto Produtor de Água na Microbacia do Córrego da Velha;
- MG - Nova Serrana - Projeto Conservador das Águas;
- MG - Passos - Projeto Bocaina - Produtor de Água;
- MG - Pimenta - Projeto Oásis - Nascentes de Pimenta;
- MG - Piumhi - Projeto Araras;
- MG - Uberaba - Produtor de Água na bacia do Rio Mutum;
- MS - Campo Grande - Manancial Vivo;
- PA - Brasil Novo - Projeto Conservador das Águas;
- RJ - Resende - Projeto Rio Sesmaria;
- RS - Vera Cruz - Projeto Protetor das Águas;
- SC - Balneário Camboriú - Projeto Produtor de Água no Rio Camboriú;
- SE - Canindé do São Francisco - Projeto Produtor de Água;
- SP - Bauru - Conservador das Águas na Bacia do Rio Batalha;
- SP - Jaguariúna - Bacias Jaguariúna;
- SP - Joanópolis e Nazaré Paulista - Projeto Produtor de Água no PCJ;
- SP - Penápolis - Projeto Produtor de Água Ribeirão Lajeado;
- SP - Salesópolis - Produtor de Água Salesópolis;
- SP - São José dos Campos - Mais Água (ANA, 2021).

Logo, não existe, até o momento, projeto do Programa Produto de Água implementado na área a UGH Santana-Aporé, como também não foi identificada a existência de outros Programas de implementação do PSA de âmbito federal em tal área.

6.3.6.2 Pagamento por serviços ambientais no âmbito estadual

A Lei Estadual nº 5.235/2018 do Estado do Mato Grosso do Sul dispõe sobre a Política Estadual de Preservação dos Serviços Ambientais, cria o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PESA), e estabelece um Sistema de Gestão deste Programa.

O Programa Estadual de Preservação dos Serviços Ambientais tem como objetivo *"disciplinar e fortalecer a atuação do Poder Público Estadual em relação aos serviços ambientais, deforma a promover o desenvolvimento sustentável, a conservação ambiental e a incentivar a provisão e a manutenção desses serviços em todo território estadual"* (art. 1º).

Para atingir tal objetivo, nos termos do parágrafo único, do art. 4º, *"serão destacados os serviços ambientais concernentes às formações de Florestas, Cerrado e Pantanal e suas fitofisionomias, beleza cênica, sequestro e estoque de carbono, conservação e uso do solo, conservação e valorização da biodiversidade, regulação do clima, serviços hídricos, dentre outros."*

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO) é a instância máxima de deliberação do PSA, com a competência de estabelecer o seu arranjo institucional.

De modo a regulamentar as disposições dessa Lei, foi publicado o Decreto nº 15.323/2019, que dispõe sobre o Comitê Gestor e Regulador do Programa, institui o Cadastro dos Programas e dos Subprogramas de Prestação de Serviços Ambientais e dispõe sobre a emissão do Certificado de Serviços Ambientais (CSA).

Em aplicação à Lei e ao Decreto regulamentar, a Resolução SEMAGRO nº 717/2020 instituiu o PSA na modalidade de Uso Múltiplo de Rios Cênicos, voltado a incentivar a conservação de vegetação nativa, a restauração ecológica e a adoção de sistemas produtivos sustentáveis em imóveis rurais. Para a aprovação dos Projetos de PSA, a Resolução prevê a publicação de editais de chamada pública, os quais devem indicar:

- Etapas e cronograma do processo de seleção;
- Área de abrangência do edital;
- Requisitos de elegibilidade de participantes e demais condições;
- Documentos exigidos, locais e prazos para apresentação de manifestações de interesse;
- Modelo de formulário para apresentação de manifestações de interesse;
- Usos do solo e práticas conservacionistas consideradas para fins de avaliação dos imóveis;
- Critérios para o cálculo da pontuação inicial e incremental do imóvel considerando os usos do solo e práticas conservacionistas adotadas;
- Valores a serem pagos por ponto obtido na avaliação da linha de base e por ponto incremental obtido nas avaliações subsequentes;
- Área mínima e máxima por contrato ou valor máximo por participante;
- Prazo dos contratos e demais condições contratuais.

Até o momento, não ocorreu a publicação de edital para a implementação da mencionada modalidade de PSA, como também não foram publicadas outras resoluções da SEMAGRO que instituam o PSA em outras modalidades.

6.4 ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL ATUANTES

[EM ELABORAÇÃO]

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. **Institucional: Apresentação.** Disponível em: <https://www.agenciaabha.com.br/institucional/apresentacao>. Acesso em: fev, 2021.

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. **Contratos – ANA(CNH Paranaíba).** Disponível em: <https://www.agenciaabha.com.br/institucional/apresentacao>. Acesso em: fev, 2021

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de recursos hídricose do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba**. Brasília: ANA, 2013a. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prhparanaiba/plano>. Acesso em: fev, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Programa Produtor de Água.** Disponível em: < https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua >. Acesso em: abril, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH.** Disponível em: < https://www.snirh.gov.br/portal/snirh-1/o-que-e >. Acesso em: abril, 2021.

ANA –Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de ação de recursos hídricos da unidade de gestão hídrica Santana-Aporé**. Brasília: ANA, 2013b. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prh-paranaiba/planos-de-acoes>. Acesso em: fev, 2021.

CASTILHO, Jefferson Henrique Morais et al. A governança da água no comitê da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. 2019.

Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. **Deliberações**.Disponível em em: < http://cbhparanaiba.org.br/atos-legais/deliberacoes > Acessos em: fev, 2021.

Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. **Resoluções CONAMA e outros atos**. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: fev, 2021

Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. **Deliberações CNRH**. Disponível em: < https://cnrh.mdr.gov.br/deliberacoes>. Acesso em: fev, 2021

Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. **Legislação Correlata**. Disponível em: < https://cnrh.mdr.gov.br/2013-10-27-00-11-6>. Acesso em: fev, 2021

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Planos de Bacias Hidrográficas – Downloads** - SIRIEMA**.** Brasil, 2021b. Disponível em: < https://www.imasul.ms.gov.br/recursos-hidricos/planos-de-bacias-hidrograficas-downloads/>. Acesso em: abril, 2021

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Sistema Estadual de Informação de Recursos Hídricos/Cadastro De Usuários De Recursos Hídricos** - SIRIEMA**.** Brasil, 2021a. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/siriema/ >. Acesso em: abril, 2021

IMASUL. **Comitê de Bacias dos rios Santana e Aporé** – **Deliberações.** Disponível em: < https://www.imasul.ms.gov.br/deliberacoes-cbh-rios-santana-e-apore/>. Acesso em: fev, 2021

IMASUL. **Comitê de Bacias dos rios Santana e Aporé** - **Informações gerais**. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/cbh-rio-santana-apore>. Acesso em: fev, 2021.

IMASUL. **Comitê de Bacias dos rios Santana e Aporé** - **Resoluções**. Disponível em: < https://www.imasul.ms.gov.br/resolucoes-cbh-rios-santana-e-apore/>. Acesso em: fev, 2021

IMASUL. **Conselho Estadual de Recursos Hídricos** - **Informações gerais**. Disponível em: < http://www.imasul.ms.gov.br/recursos-hidricos/conselho-estadual-de-recursos-hidricos-cerhms/>. Acesso em: fev, 2021.

IMASUL. **Conselho Estadual de Recursos Hídricos** - **Resoluções**.Disponível em: < https://www.imasul.ms.gov.br/resolucoes/ >. Acesso em: fev, 2021.

IMASUL. **Legislação Recursos Hídricos**. Disponível em: < https://www.imasul.ms.gov.br/legislacao_de_recursos_hidricos/>. Acesso em: fev, 2021.

JACOBI, Pedro Roberto. Gestão participativa das águas. Palestra na Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2006.

MAGALHÃES, Hercília; BONONI, Vera Lucia Ramos; MERCANTE, Mercedes Abid. Participação da sociedade civil na gestão de unidades de conservação e seus efeitos na melhoria da qualidade ambiental da região Sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 32, n. 2, p. 183-192, 2010.

MATO GROSSO DO SUL. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul.** Mato Grosso do Sul: SEMAC - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, 2010. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/plano-estadual-de-recursoshidricos-perh-ms/>. Acesso em: out, 2020.

7 - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

[EM ELABORAÇÃO]

8 - CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

8.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS – DISPONIBILIDADE HÍDRICA

[EM ELABORAÇÃO]

8.1.1 Inventário de postos fluviométricos

Para embasar os estudos hidrológicos referentes à caracterização, transferência de informações e determinação das ofertas e disponibilidades hídricas nas bacias hidrográficas de interesse, foi consultado o banco de dados *online* da ANA, denominado *HidroWeb (www.hidroweb.ana.gov.br)*, a localização geográfica desses postos e os respectivos registros históricos. Estas estações fluviométricas (Tabela 60), distribuídas preponderantemente na UPH Aporé, se restringem, em termos de monitoramento hidrométrico (quantitativo), em três estações: Barra do Prata (60960000), Cassilândia (60968000) e Itajá (60970000). As demais apresentam monitoramento relacionados à análise de qualidade da água.

Tabela 60- Inventário de Pontos de Monitoramento Fluviométricos da UGH Santana-Aporé.

Código	Nome da estação	Tipo*	Curso d'água	UF	Cidade	Entidade	Latitude	Longitude	Área (km²)	Início das Medições
60960000	**Barra do Prata**	**FDQ**	Rio Aporé ou Do Peixe	MS	Cassilândia	ANA	-18 41 22	-52 35 40	315	01/08/1984
60968000	**Cassilândia**	**FDQ**	Rio Aporé ou Do Peixe	MS	Cassilândia	ANA	-19 06 27	-51 43 15	4700	01/01/1984
60970000	**Itajá**	**FDSQ**	Rio Aporé ou Do Peixe	GO	Itajá	ANA	-19 06 22	-51 32 01	5220	01/07/1972

F –estação com escala para observação do nível d´ água; D – são efetuadas medições de descarga líquida; S – medição de descarga sólida; Q – monitoramento qualidade de água; T – indica estação telemétrica.

O inventário anteriormente apresentado permite apontar que a distribuição de estações fluviométricas não é equânime ao longo da UGH Santana-Aporé. Enquanto na bacia do

rio Aporé há monitoramento nestes pontos indicados, é notória a ausência de pontos de monitoramento nas demais sub-bacias, com destaque para os rios Santana, Barreiros e Formoso.

Para o rio Aporé, sugere-se aumento do número de pontos; para as demais sub-bacias da UGH Santana do Aporé, indica-se implantação de estação ao menos no trecho fluvial mais baixo sem, no entanto, influência do remanso do reservatório da UHE Ilha Solteira. Maiores detalhes locacionais deverão ser objeto de levantamentos locais, via estudos hidrológicos.

Outra questão que se coloca (e vale também para postos pluviométricos e estações meteorológicas) é a necessidade de se manter as leituras de monitoramento, minimizando falhas, bem como consistir nos dados obtidos.

Vale destacar a presença de coleta de dados telemétricos de nível/cota para a estação Cassilândia (60968000) no rio Aporé, a partir dos quais se permite verificar condições de emergência/criticidade hídrica na respectiva bacia. Os citados resultados de monitoramento podem ser consultados em www.snirh.gov.br. Ademais, há avaliação realizada a partir da Sala de Situação do Imasul, onde o monitoramento, acompanhamento e estudos das tendências hidrológicas no Estado do Mato Grosso do Sul, tem como objetivo de prever a ocorrência de eventos críticos, como severas secas ou grandes inundações permitindo a adoção de medidas para minimizar tais efeitos.

8.1.2 Indicadores de disponibilidade hídrica superficial

No presente item, são evidenciados os principais indicadores de disponibilidade hídrica obtidos das estações fluviométricas selecionadas, compreendendo Vazões Máximas (Q_{MAX}), Vazões Médias de Longo Termo (Q_{MLT}), Vazões Mínimas de referência ($Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$) e as respectivas vazões específicas. Como destacado anteriormente, os dados de vazões se restringem à bacia do rio Aporé e, especificamente, às estações estão localizadas no leito desse curso de água.

Vale destacar, no entanto, que quando as ofertas hídricas superficiais são de interesse para as captações a fio d'água, são avaliados os limites naturais estabelecidos para a bacia hidrográfica, obtidos a partir da análise de Vazões Mínimas de Referência ($Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$).

Para o cálculo da Vazão Mínima de Referência $Q_{95\%}$, deve ser utilizada toda a série histórica de dados (N), compreendendo todas as medições diárias. Os dados são, assim, ordenados de forma descrescente e atribuído um número de ordem (m) para cada um na sequência decrescente. Para cada par de vazão e sua respectiva ordem (Qm e m), está associada uma probabilidade de que haja uma vazão superior a ela. Essa probabilidade é dada por P=m/N. Assim, para a maior vazão da série (m=1), a probabilidade de ocorrência de uma vazão superior é 1/N, para a segunda maior vazão é 2/N, e assim por diante, até se ter a menor vazão que tem associada a ela a probabilidade de excedência de N/N=1 (=100%). Dessa forma, nos resultados de probabilidade calculados, buscando-se o valor mais próximo a 0,95 (95%), a vazão associada a ela é a vazão Q95% (95% das vazões são iguais ou superiores a ela, e 5% são inferiores). Como as medições são diárias, pode-se dizer que, em 95% do tempo tem-se vazões iguais ou superiores à vazão $Q_{95\%}$.

No caso da Vazão de Referência Mínima $Q_{7,10}$, esta pode ser entendida como o valor anual de menor média de sete vazões diárias consecutivas que pode se repetir, em média, uma vez a cada dez anos (período de retorno de 10 anos). Assim, em cada ano da série, procede-se à análise das 365 médias diárias de vazão. Seleciona-se, em cada anoa, o período de sete dias consecutivos que resulta na menor média de sete valores (média móvel). Com os valores de menor média de sete dias de cada ano, procede-se a uma análise estatística que permite interpolar ou extrapolar o valor para o tempo de retorno de dez anos. Nesse contexto, para a estimativa dos valores de $Q_{7,10}$ para cada uma das estações fluviométricas de interesse, foi empregada análise estatística, ajustando-se às distribuições de probabilidades teórica de Weibull e de Gumbel a cada uma das amostras de mínimos anuais de vazão média com 7 (sete) dias de duração.

Tendo em vista a escassez de dados fluviométricos quantitativos na UGH Santana-Aporé, foram selecionadas as estações localizadas no rio Aporé (Barrada da Prata, Cassilândia e Itajá).

Tabela 61– Principais indicadores hídricos das estações fluviométricas localizadas no rio Aporé.

Rio Aporé				
Dados da estação	Código	60960000	60968000	60970000
	Nome	Barra do Prata	Cassilândia	Itajá
Vazão média	QMLT (m³/s)	**7,62**	**96,38**	**103,15**
	Esp. (L/s.km²)	**24,19**	**20,51**	**19,76**
Vazões de referência	Q95 (m³/s)	**6,07**	**64,04**	**65,26**
	Esp. (L/s.km²)	**19,27**	**13,63**	**12,50**
	Q7,10 (m³/s)	**5,61**	**56,53**	**57,13**
	Esp. (L/s.km²)	**17,81**	**12,03**	**10,95**
Vazão máxima	Qmax (m³/s)	**25,81**	**340,15**	**508,54**
	Esp. (L/s.km²)	**81,93**	**72,37**	**97,42**

Para o cálculo das vazões específicas, estas são obtidas a partir da razão entre as vazões calculadas (Q_{MAX}, Q_{MLT}, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e as respectivas áreas de drenagem das bacias a montante das estações fluviométricas. Os resultados gerais dos principais indicadores hídricos oriundos das estações selecionadas podem ser consultados na Tabela 61.

A partir dos resultados obtidos e, buscando-se determinar a oferta hídrica superficial nas sub-bacias, foi necessário aplicar técnicas de transferência de variáveis e funções hidrológicas (regionalização de vazões) entre as seções fluviais com monitoramento fluviométrico (estações fluviométricas oficiais selecionadas) para os locais de interesse.

Tendo em vista que as estações de referência estão localizadas em trechos distintos ao longo do rio Aporé, optou-se por utilizar seus indicadores hídricos para a regionalização de vazões da seguinte forma:

- A estação Barra do Prata foi utilizada para a regionalização da sub-bacia do Alto Aporé;
- A estação Cassilândia foi utilizada como referência para a sub-bacia do Médio Aporé;

- A estação Itajá foi adotada para transferência de informações hidrológicas para a sub-bacia do Baixo Aporé, para as bacias dos rios Barreiros, Santana e afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná.

Assim, o cálculo das vazões regionalizadas foi realizado a partir do produto entre as vazões específicas obtidas de cada estação de referência e as áreas de contribuição de cada uma das subbacias de interesse (Tabela 62).

Tabela 62 – Resultados das vazões regionalizadas aplicadas para as sub-bacias de interesse.

Bacias	Área (km²)	Sub-bacia	Código	Área - MS	Área - GO	Área (km²)	Área incremental (km²)	Q7,10 (m³/s)	Q95 (m³/s)
Aporé	7.101,78	Alto Aporé	55	843,65	2.289,12	3.132,77	3.132,77	**55,80**	**60,38**
		Médio Aporé	56	864,98	732,58	1.597,55	4.730,33	**56,90**	**64,46**
		Baixo Aporé	57	1203,86	1.167,59	2.371,45	7.101,78	**77,73**	**88,79**
Barreiros	991,64	Barreiros	58	991,64	-	991,64		**10,85**	**12,40**
Santana	2.637,98	Santana	59	2.637,98	-	2.637,98		**28,87**	**32,98**
Afluentes diretos dos rios Paranaíba/Paraná	1.138,67	Sul / Formoso	65A	903,67	-	903,67		**9,89**	**11,29**
		Araré	65B	50,98	-	50,98		**0,55**	**0,63**
		Lontra/Macacos	65C	184,03	-	184,03		**2,01**	**2,30**

É importante pontuar que na UGH Santana-Aporé existem estruturas de barramento para fins de geração de energia a saber:

- A PCH Planalto está localizada na divisa dos municípios de Aporé e Cassilândia, no rio Aporé.
- As PCH's Pontal do Prata e Retiro Baixo estão localizadas sucessivamente no rio da Prata, que é afluente direto do rio Aporé, mas não estão inseridas no território da UGH Santana-Aporé.

As citadas PCH's operam no regime a fio d'água sem regularização de vazões e, assim, toda vazão afluente é restituída para os trechos de jusante pelas estruturas de vertimento e geração.

Na bacia do rio Santana (Latitude 19°42'44,46" e Longitude 51°08'42,65"), no ano de 2019, o IMASUL deferiu a Licença Prévia (LP) que autoriza o desenvolvimento de estudos

relativos à viabilidade ambiental da PCH Castro no município de Paranaíba, com potência instalada de 3,0 MW e reservatório de 0,56 ha.

Para as demais bacias da UGH, em relação ao seu potencial hidrelétrico, não foram identificados, nos estudos de inventário existentes, previsão para aproveitamentos adicionais.

8.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Água subterrânea é um recurso hídrico limitado que, ao longo do tempo, tem relação com uma série de atributos, dentro do ciclo das águas: o meio físico – a geologia (rochas e solos/sedimentos associados; estruturas geológicas) e a geomorfologia (relevo); o clima (sobretudo quantidade e distribuição das chuvas); as interações águas atmosféricas - superficiais – subterrâneas; as condições de infiltração de água no solo e de circulação dentro dos aquíferos; a presença de aquíferos confinados; a possibilidade de interações entre distintos aquíferos e de fluxos profundos.

Seu aproveitamento como recurso hídrico é feito através de captações (poços) e sofre interferências antrópicas em quantidade e qualidade. Também influencia na disponibilidade de água para cursos superficiais, no momento que pode alimentá-los através de descarga (escoamento básico) ou nascentes.

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos teve por objetivo a parametrização quantitativa (apresentada nos itens 8.2.2.1 a 8.2.4) e qualitativa (Capítulo 8.6) das águas subterrâneas presentes na UGH Santana-Aporé, como atualização em relação ao Plano anterior, síntese do conhecimento e situação atual.

8.2.1 Aspectos metodológicos e bases de poços

A partir da descrição dos principais Sistemas Aquíferos (Capítulo 4.2.3), os itens a seguir apresentam conteúdos típicos de sua caracterização como recursos hídricos: bases de dados de poços e situação da explotação da água subterrânea; indicadores de disponibilidade hídrica subterrânea; e modelo conceitual das características e condições de fluxo subterrâneo.

A Constituição Federal de 1988 determina que as águas subterrâneas são um bem cuja dominialidade é das unidades da federação (estados e Distrito Federal) e, por isso, o Estado do Mato Grosso do Sul é responsável pelas outorgas associadas a estas águas.

No tocante aos Planos de Recursos Hídricos, há a necessidade de olhar diferenciado das águas subterrâneas, com sua espacialização (sistemas aquíferos e dados de poços) voltada à divisão hidrográfica (bacias e sub-bacias) – unidade básica destes tipos de Planos - além dos principais municípios os quais fazem parte. Esta leitura, ao mesmo tempo específica e interdisciplinar, traz subsídios à gestão integrada de recursos hídricos, cujas etapas seguintes do Plano definirão diretrizes para utilização das águas, de modo a garantir sua disponibilidade em quantidade e qualidade para os diferentes usos.

Em termos estratégicos, os aquíferos assumem um papel fundamental na segurança hídrica mundial, pois representam a principal fonte de água doce disponível para a humanidade. Na UGH Santana-Aporé, os principais Sistemas Aquíferos (Bauru-Caiuá, Serra Geral, Guarani e Cachoeirinha) são essenciais para a região. No entanto, a extração indiscriminada de águas subterrâneas, sem cuidados técnicos e planejamento desse recurso, pode trazer uma série de riscos, quer associados à extração excessiva (superexplotação), quer pelo perigo ou risco de contaminação, podendo levar a sua restrição de uso ou mesmo indisponibilidade.

O conhecimento da situação atual de extração de água subterrânea, através de bases de dados de poços, assim como a execução de estudos técnico-científicos para conhecer melhor os aquíferos, ações para seu monitoramento, e uso de instrumentos como a

outorga de direito de uso da água, são fundamentais para a proteção e uso sustentável da água subterrânea.

As principais bases disponíveis com dados de poços são do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM); e a de outorgas do IMASUL (órgão outorgante; autarquia vinculada à SEMAGRO). Também foram solicitados dados a empresas responsáveis pelo abastecimento público dos municípios (DAE/Cassilândia e SANESUL nos demais municípios).

As variáveis de interesse buscadas foram: usuário/poço, endereço, coordenadas, Município, tipo de poço, tipo de uso da água, profundidade do poço, ano da perfuração/instalação, vazão (Q, em m^3/h), tempo de operação, dados de NE (nível estático) e ND (nível dinâmico), capacidade específica (Q/s, em $m^3/h/m$ – razão entre vazão do poço e rebaixamento - s, sendo s = [NE-ND]), situação/status (em operação, instalado, desativado etc.) e situação da outorga.

Estes dados foram organizados e tratados, sendo seus resultados apresentados nos itens seguintes deste relatório. Também foram considerados registros advindos de trabalhos de campo executados em fevereiro de 2021 e de trabalhos técnico-científicos anteriores.

8.2.2 Tratamento Hidrogeológico das bases de poços

8.2.2.1 Poços SIAGAS

Desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, este sistema de informações de águas subterrâneas (SIAGAS) é constituído por uma base de dados de poços frequentemente atualizada e de módulos capazes de realizar consultas, pesquisas e extração de dados e relatórios, estando disponível através da Internet: http://siagasweb.cprm.gov.br/. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, no ano de 2006, recomendou a adoção do SIAGAS pelos órgãos gestores estaduais,

Secretarias dos Governos Estaduais, ANA e Usuários dos Recursos Hídricos Subterrâneos através da Moção n° 038.

Dada a peculiaridade da extração de águas subterrâneas por poços não refletir apenas a situação aparente aflorante (vista em superfície), mas também a geologia em profundidade, a configuração e características dos aquíferos explotados, assim como visando facilitar o entendimento destes aquíferos e ainda permitir a elaboração de mapas com interpolação de dados, foram considerados poços obtidos pelo SIAGAS não somente dentro da UGH Santana-Aporé, mas também em seus arredores.

Em uma primeira aproximação, foi gerada uma envoltória de 20 km além da borda da UGH, e verificadas bases de poços do SIAGAS, que contempla dados dos diversos estados (incluindo MS, GO, SP e MG). Todavia, dada a geometria da UGH (alongada em direção SE/NW e mais estreita em SW/NE, sobretudo na porção a oeste), foi necessário estender a envoltória para 30 km, quando foi observado um número suficiente de dados de poços que se fizeram necessários também para as interpolações de parâmetros hidrogeológicos de interesse. Esta configuração contempla área nos municípios de Aparecida do Taboado, Aporé (GO), Chapadão do Céu (GO), Chapadão do Sul, Carneirinho (MG), Cassilândia, Inocência (MS), Itajá (GO), Lagoa Santa (GO), Paranaíba, Rubineia (SP) e Santa Rita d'Oeste (SP), com total de 169 poços.

- Poços RIMAS (CPRM)

Entre os 169 poços baixados pelo SIAGAS e que estão localizados na UGH e na envoltória de 30km, quatro são da Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS): dois localizados no MS (Aparecida do Taboado e em Inocência) e dois em MG (ambos em Carneirinho) – destes, o poço de Aparecida do Taboado é o mais próximo à UGH Santana-Aporé (situado na bacia do rio Quitéria, em área de afloramento da Formação Santo Anastácio). A Figura 202 ilustra o perfil litológico e construtivo destes quatros poços de monitoramento.

RIMAS é a única rede de monitoramento de água subterrânea na região da UGH e apresenta dados como o descritivo da construção dos poços, da geologia/litologia, da hidrogeologia, dados históricos de monitoramento de nível de água e dado mais recente de qualidade. Trata-se de uma rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas coordenada e operada pela CPRM em consonância com suas atribuições estabelecidas na Lei nº 8.970 de 28/12/1994, visando à ampliação do conhecimento hidrogeológico para os principais aquíferos do país.

É uma rede de monitoramento de natureza principalmente quantitativa (variações de nível d'água - NA), com poços de monitoramento dedicados (exclusivos) e até 50-70m de profundidade, com foco na avaliação da porção mais superficial de aquíferos livres/rasos (freáticos). Os resultados do monitoramento com séries de dados históricos podem, por exemplo, propiciar a médio e longo prazos subsidiar a análise de potenciais interferências do uso e ocupação dos terrenos; usos da água; quantidade e disponibilidade de água; eventuais sazonalidades; entre outras informações.

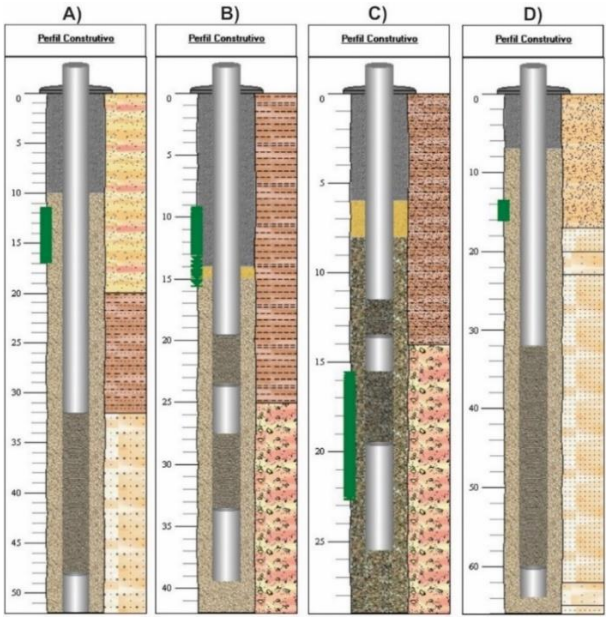


Figura 202 - Poços RIMAS dentro da envoltória de 30km da UGH Santana-Aporé. A - poço no município de Aparecida do Tabuado; B e C - poço localizado em Carneirinhos-MG; e D - poço localizado em Inocência-MS.

Fonte: CPRM – RIMAS (2021).

Informações sobre os poços da RIMAS situados na envoltória (30km) da UGH Santana-Aporé são apresentadas na Tabela 63, com estatística básica na Tabela 64. Todos monitoram o sistema aquífero Bauru-Caiuá (porção mais superficial / rasa). Os demais aquíferos (Serra Geral, Guarani, Cachoeirinha) não apresentam monitoramento nem na envoltória de 30km. Não resta dúvida que há a necessidade da existência de poços de monitoramento dentro da UGH (e mais nos arredores), seja pela RIMAS ou por rede estadual (MS).

Tabela 63 – Caracterização dos poços RIMAS por meio das informações hidrogeológicas e de poços.

MUNICIPIO/ N° DO POÇO	UTM leste	UTM oeste	PROF. POÇO (m)	ND (m)	NE (m)	REB. (m)	COTA NE (m)	CAP. ESP. ($m^3/h/m$)	VAZÃO DE EST. (m^3/h)	AQUIF. MONIT.
Aparecida do Taboado 3500026837	484976	7772458	52	26,6	14,6	12,0	355	0,51	6,10	Bauru-Caiuá
Carneirinho 3100020776	534091	7822075	42	28,1	10,6	17,5	456	0,04	0,67	Bauru-Caiuá
Carneirinho 3100020777	529024	7798831	29	20,1	15,0	5,1	339	0,01	0,04	Bauru-Caiuá
Inocência 3500034020	402233	7817198	66	58,4	17,7	40,8	488	0,05	2,12	Bauru-Caiuá

Obs: PROF.= profundidade; ND= Prof. nível Dinâmico; NE= Prof. nível Estático; REB.= rebaixamento (s = ND-NE) s; CAP. ESP.=capacidade específica; EST.= estabilização.

Tabela 64 – Estatística básica dos poços RIMAS quanto as informações hidrogeológicas e de poços, obtidas em testes de bombeamento.

	PROF. POÇO (m)	ND (m)	NE (m)	REB. (m)	COTA NE (m)	CAP. ESP. (m³/h/m)	VAZÃO DE EST. (m³/h)	N
Média	47	33,3	14,5	19	410	0,15	2,23	4
Mediana	47	27,4	14,8	15	406	0,05	1,40	4
Mínimo	29	20,1	10,6	5	339	0,01	0,04	4
Maximo	66	58,4	17,7	41	488	0,51	6,10	4

Obs: PROF.= profundidade; ND= Prof. nível Dinâmico; NE= Prof. nível Estático; REB.= rebaixamento (s = ND-NE) s; CAP. ESP.=capacidade específica; EST.= estabilização.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A média e mediana da profundidade dos poços RIMAS na região é de 47 m (de 29 a 66 m), evidenciando finalidade desta rede, mais associada aos aquíferos freáticos (rasos) e possibilidade de correlação com hidrologia (interação águas subterrâneas/superficiais/de chuva). Estes poços foram instalados entre 2010 (Aparecida no Taboado), 2013 (os dois de Carneirinho) e 2014 (Inocência).

Dados obtidos em testes de bombeamento indicam profundidade do nível estático variando entre 10,6 e 17,7 m, com média e mediana de 14,5 e 14,8 m, nesta ordem; e nível dinâmico oscilando entre 20,1 a 58,4 m (média e mediana de 33,3 e 27,4 m, respetivamente). O rebaixamento (s) médio e mediano das águas subterrâneas nestes poços é respectivamente de 19 e 15 m (entre 5 e 41m). As cotas (cargas hidráulicas) do nível estático situam-se entre 339 e 488 m em relação ao nível do mar, com média e mediana de 410 e 406 m, nesta ordem. Quanto à capacidade específica (Q/s), a mediana é 0,05 m³/h/m (média de 0,15 m³/h/m), variando entre 0,01 e 0,51 m³/h/m.

A Figura 203 apresenta gráficos da variação do nível de água (NA) dos quatros poços RIMAS ao longo do tempo. O sistema de monitoramento da CPRM é de medições de nível d´água em geral diárias na região. A oscilação ao longo dos anos monitorados não

extrapola mais que cerca de 6 m; também é possível notar variação de sazonalidade anual, com aumento do nível estático no período chuvoso e diminuição no seco, evidenciando influência direta das chuvas nos estratos freáticos.

A Figura 203 representa a variação de NA do poço de monitoramento situado em Aparecida do Taboado, nas proximidades das porções S/SE da UGH Santana-Aporé. Trata-se do poço com mais tempo de monitoramento entre os quatro da RIMAS (desde 2010). Além das oscilações correlacionadas aos ciclos hidrológicos (estiagem de inverno demarcado pelo abaixamento do NA; períodos chuvosos em verão, pelo seu alteamento), notam-se também ao menos dois “picos” (2011-12 e 2017-18), seguidos de períodos de maior queda do nível d´água. Os três outros poços de monitoramento são mais recentes (dados de 2013-15 ao presente), e portanto, não têm como evidenciar isso. Assim, pegando-se a variação de precipitação pluviométrica de um posto situado no centro da UGH (como Cassilândia), como mostra a **Figura** 204, é possível verificar correlação entre nível do poço e de chuva (e dois picos mencionados de nível d´água relativamente mais elevado). De forma análoga, uma análise em períodos de tempo menores denota a sazonalidade típica das chuvas na UGH (verão mais chuvoso; inverno mais seco), com resposta positiva ao comportamento dos aquíferos mais rasos (freáticos).

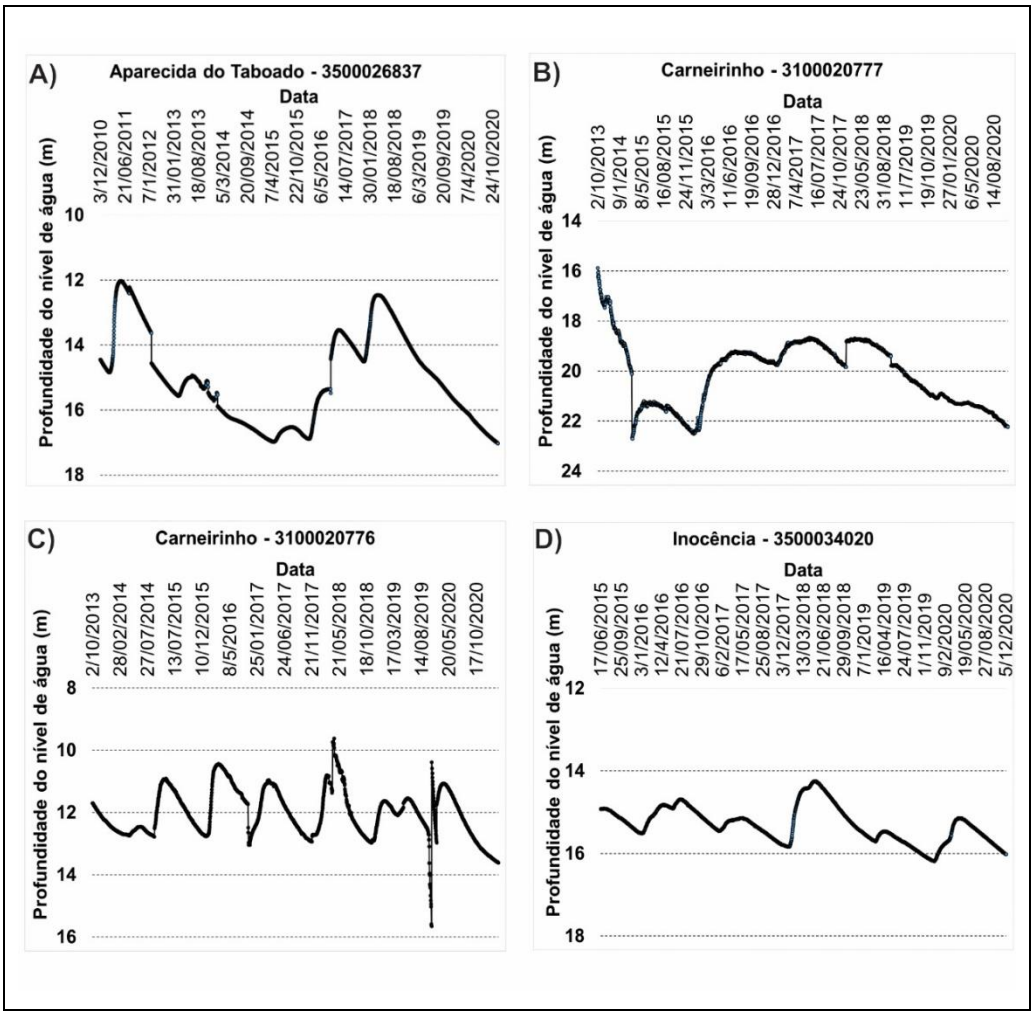


Figura 203 - Histórico da variação do nível de água (NA) subterrânea dos poços RIMAS: A - poço 3500026837 em Aparecida do Taboado; B - poço 3100020777 em Carneirinhos; C - poço 3100020776 em Carneirinhos; e D - poço 3500034020 em Inocência.

Fonte: CPRM-RIMAS (2021).

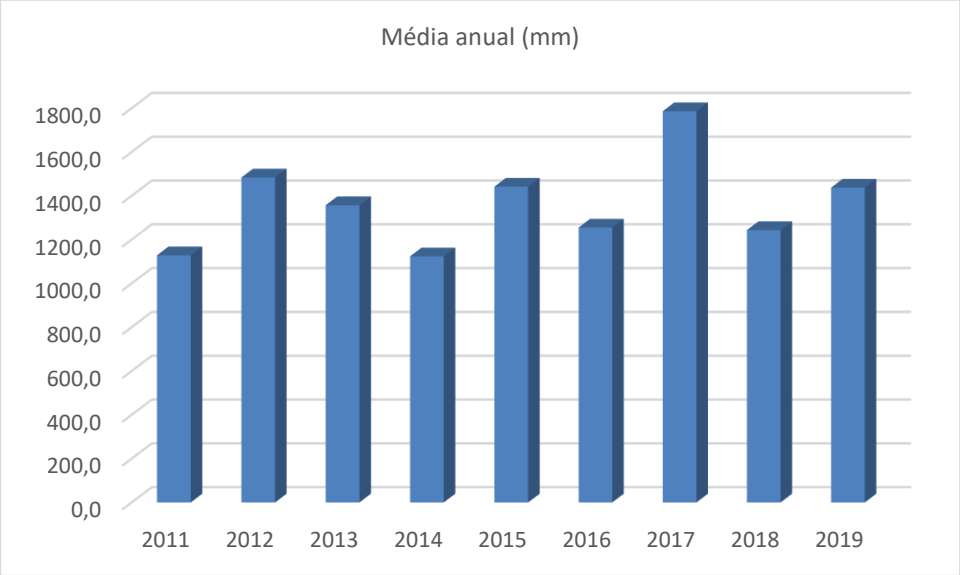


Figura 204 – Histórico de precipitações anuais 2011-19 no posto pluviométrico localizado em Cassilândia.

Fonte de dados: INMET (2021).

As Figura 203 B e C mostram a variação do nível d´água em porções a NE da UGH, ambos no município de Carneirinho-MG, já além da calha do rio Paranaíba. A porção B da Figura registra o final do primeiro período mais bem demarcado de rebaixamento indicado no poço de Aparecida do Taboado (A), seguido de tendência de recuperação (mais tênue, comparativamente), e de novo abaixamento a partir de 2017-18. Já a Figura 203C não evidencia esses dois picos, mas mostra claramente a sazonalidade anual. A Figura 203D, com poço situado na porção sul da mancha urbana da sede de Inocência, evidencia, de forma mais sutil, estas sazonalidades.

A Figura 205 apresenta os 169 poços cadastrados no SIAGAS (inclusos os 4 poços RIMAS comentados anteriormente) considerando-se a envoltória de 30km. Nesta base, há 55 poços dentro da UGH Santana-Aporé.

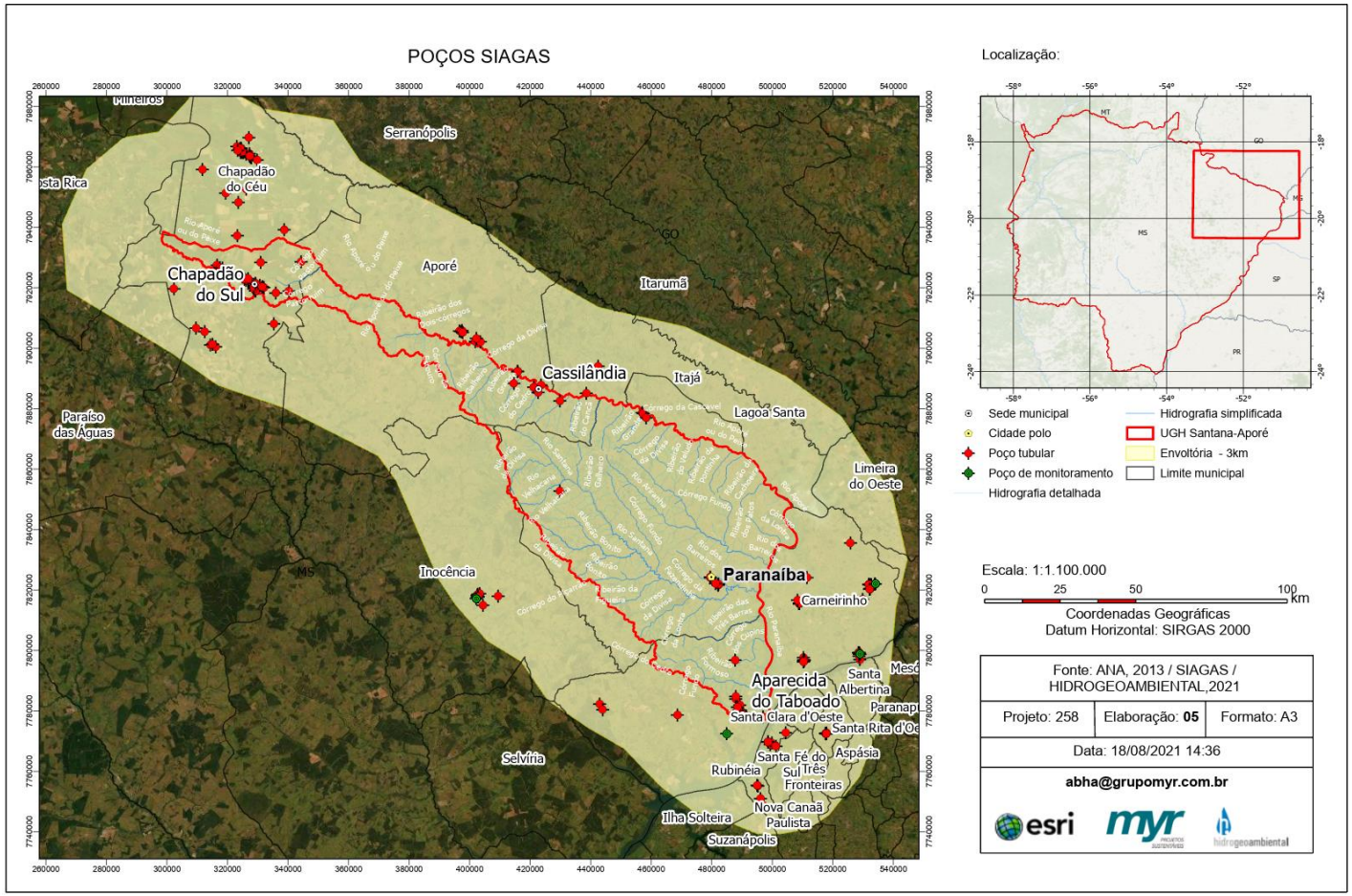


Figura 205 - Poços levantados na plataforma SIAGAS dentro da envoltória de 30km para além da UGH, incluindo quatro poços de monitoramento da RIMAS.

Apesar das imprecisões ou falta de dados e informações, a base de poços SIAGAS foi verificada no sentido de se buscar extrair, interpretativamente, de qual(is) sistema(s) aquífero(s) o poço efetivamente capta água, considerando-se que, nem sempre, a litologia que aflora no local do poço é a mesma da profundidade de extração da água.

Para essa avaliação, foram considerados, quando disponíveis, os perfis geológicos e construtivos – inclusive informações de seções filtrantes, revestimentos e camadas geológicas. Para os poços SIAGAS sem estes dados, foi feita interpretação aproximada, associada ao sistema aquífero em escala regional, caracterizado no capítulo 4.2.3, levando-se em consideração a sequência base-topo dos sistemas aquíferos, os contatos e a topografia.

Seguindo esses procedimentos de aproximação e ressalvadas limitações da base de dados disponível, foi observado que há vários tipos de possibilidades de captação por sistemas aquíferos, sejam de um mesmo sistema ou misturas, dentro da UGH Santana-Aporé: Bauru-Caiuá, Cachoerinha, Serra Geral, Guarani, misto Bauru-Caiuá e Serra Geral, e misto Serra Geral – Guarani. A Figura 206 ilustra exemplos dos tipos principais.

O limite Bauru-Caiuá / Serra Geral, com poços sobretudo nos setores centro-leste/SE/NE da UGH, por vezes apresenta poucas informações. É plausível a existência de poços que extraiam água só da porção arenosa superior (Bauru-Caiuá); e outros que avancem em profundidade, ora se utilizando dos basaltos (Serra Geral) apenas como substrato hidrogeológico, ora se servindo também de suas fraturas (água).

Outra possibilidade de mistura (ou ao menos de passagem por mais de um sistema aquífero no perfil construtivo) é Serra Geral – Guarani, notadamente, no setor centro-norte da UGH (entre São João do Aporé / Paranaíba e Cassilândia), com a diferença, aqui, que a camada arenosa (Guarani) se situa abaixo dos basaltos (em alguns casos, eventualmente entre derrames). Além disso, há poços mais profundos, que captam água da porção confinada do aquífero Guarani – para estes, quanto mais do centro-norte da

UGH para as porções Centro/SE, tanto mais profundos e, tipicamente, são poços de grandes vazões (“poções”).

Nestes termos, os dados aqui interpretados são uma primeira aproximação, subsidiando a medidas futuras de gestão, as quais, entre outras, mostram a necessidade de melhoria na qualidade das bases de poços e seus descritivos técnicos.

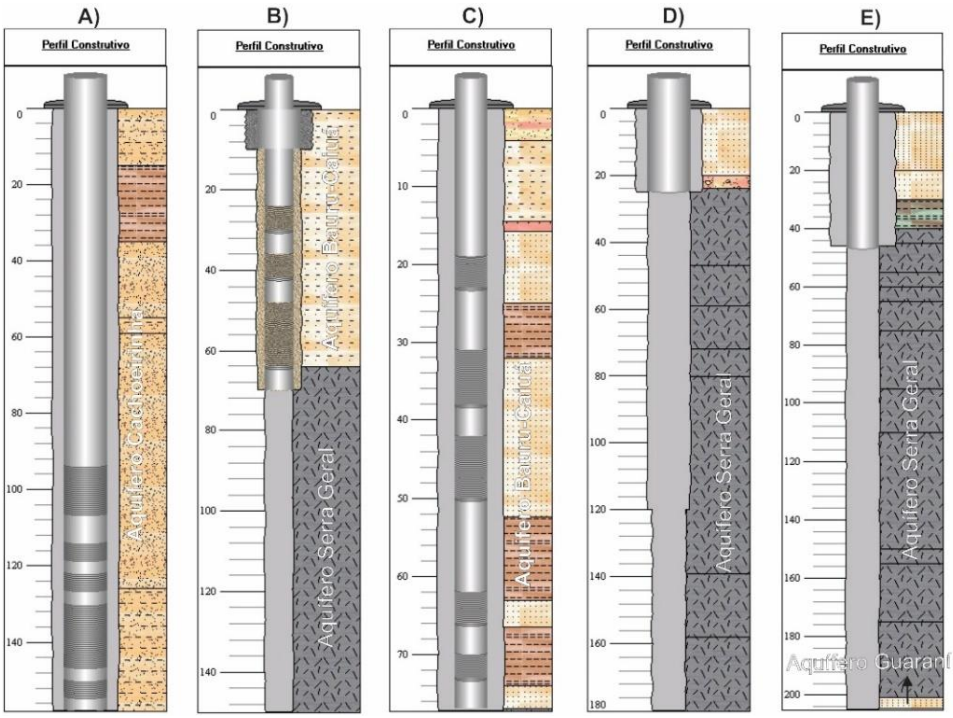


Figura 206 – Exemplos de tipos de perfis geológico-construtivos de poços. A) Sistema Cachoeirinha, situado em Chapadão do Sul; B) Misto Bauru-Caiua e Serra Geral, situado em Aparecida do Taboado; C) Sistema Bauru-Caiuá, situado em Paranaíba; D) Sistema Serra Geral, situado em Paranaíba e E) Sistema Misto (Serra Geral e Guarani), situado em Cassilândia.

Fonte: CPRM-RIMAS, 2021.

O limite Bauru-Caiuá/Cachoeirinha, no extremo oeste da UGH, também é pouco preciso, por falta de informações, tanto de estudos de mapeamento geológico, isópacas (iso-espessura de camadas) e estratigrafia, quanto dos descritivos técnicos dos poços, ou ainda por não padronização destes descritivos.

As Tabela 65 e Tabela 66 mostram as quantidades de poços levantados pelo SIAGAS dentro da UGH, por município e por sub-bacia, respectivamente. Chapadão do Sul possui 26 poços registrados no SIAGAS (47,3% dos poços), refletindo também no maior número por sub-bacia (26 poços no Alto Aporé). O total (55) equivale a 7,16 poços/1.000 km^2.

Tabela 65 – Quantidade de poços SIAGAS por Município na UGH Santana-Aporé.

Municipio	Chapadão do Sul	Cassilândia	Paranaíba	Aparecida do Taboado
Número de Poços	26	4	11	14

Tabela 66 – Quantidade de poços SIAGAS por sub-bacia na UGH Santana-Aporé.

Sub-bacia	Alto Aporé	Médio Aporé	Baixo Aporé	Santana	Barreiros	Lontra/ Macacos	Araré	Sul/ Formoso
Número de Poços	26	3	4	8	0	0	0	14

As estatísticas básicas gerais dos poços situados dentro da UGH são mostradas na Tabela 67. A parametrização por sistema aquífero é apresentada na Tabela 68.

Tabela 67 - Caracterização de poços e hidrodinâmica na UGH.

	PROF. POÇO (m)	PROF. ND (m)	PROF. NE (m)	REB. (m)	COTA NE (m)	CAP. ESP. (m³/h/m)	VAZÃO DE EST. (m³/h)
MINIMO	50	1,0	0,0	1,0	332	0,04	2,00
MAXIMO	300	96,8	68,0	86,5	787	34,74	70,00
MEDIANA	120	56,0	19,3	19,8	400	1,25	15,80
MÉDIA	125	52,9	29,2	23,7	541	3,26	23,29
N	42	34	34	34	39	33	35

Obs: PROF. = profundidade; ND = nível dinâmico; NE = nível estático; REB.= rebaixamento; CAP. ESP.= capacidade específica; EST.= estabilização; N = número de poços com dado disponível.

Tabela 68 - Caracterização hidrogeológica - estatística por sistemas aquíferos de poços situados na UGH, com base nas informações do SIAGAS.

SISTEMA AQUIFERO	PROF. POÇO (m)					PROF. ND (m)					PROF. NE (m)					REBAIXAMENTO (m)				
	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N
CACHOEIRINHA	100	140	135	158	4	47,0	67,0	63,0	71,0	4	38,0	47,0	47,3	57	4	5,0	15,0	15,8	28,0	4
BAURU-CAIUÁ	50	120	109	158	19	19,9	62,4	57,0	84,0	16	10,0	48,1	38,8	68	16	2,3	14,3	18,2	54,0	16
SERRA GERAL	53	110	120	180	11	1,0	33,0	31,3	52,8	8	0,0	13,7	11,9	23	8	1,0	19,9	19,4	38,4	8
GUARANI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MISTO (B-C e SG)	105	122	159	300	5	31,0	66,3	65,4	96,8	5	10,3	13,5	13,5	18	5	13,0	53,5	51,9	86,5	5
MISTO (SG e GUA)	90	205	170	215	3	58,7	58,7	58,7	58,7	1	22,6	22,6	22,6	23	1	36,2	36,2	36,2	36,2	1

(Abaixo a continuação da tabela)

SISTEMA AQUIFERO	COTA DO NE (m)					CAPACIDADE ESPECÍFICA ($m^3/h/m$)					VAZÃO DE ESTABILIZAÇÃO (m^3/h)				
	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N	MÍN.	M_d	M_e	MÁX.	N
CACHOEIRINHA	761	763	769	787	4	1,21	2,27	3,69	9,00	4	17,00	40,50	37,50	52,00	4
BAURU-CAIUÁ	332	751	618	781	16	0,04	1,26	1,48	5,50	15	2,00	13,20	18,25	50,00	15
SERRA GERAL	339	376	380	461	8	0,52	1,67	8,56	34,74	8	9,00	25,00	31,89	70,00	10
GUARANI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MISTO (B-C e SG)	373	377	377	381	5	0,11	0,22	0,37	1,09	5	5,51	13,20	12,13	15,80	5
MISTO (SG e GUA)	493	493	493	493	1	0,33	0,33	0,33	0,33	1	11,80	11,80	11,80	11,80	1

Obs.: PROF. = profundidade; ND = nível dinâmico; NE = nível estático; MIN = valor mínimo; M_d = mediana; M_e = média; MAX = valor máximo; N = número de poços com dados disponíveis; B-C = Bauru-Caiuá; SG = Serra Geral; GUA = Guarani.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A partir da Tabela 67, percebe-se que na UGH Santana-Aporé as profundidades dos poços cadastrados variam de 50 a 300 m, com mediana de 120 m (média de 125 m). A profundidade do nível dinâmico (ND) flutua de 1,0 m a 96,8 m, com valor mediano de 56,0 m (média de 52,9 m). A profundidade do nível estático (NE) varia desde 0,0 até 68,0 m, com valor mediano de 19,3 m (média de 29,2 m). O rebaixamento máximo registrado foi de 86,5 m, com mediana é 19,8 m (média de 23,7 m).

A cota do NE (carga hidráulica) foi obtida subtraindo-se o valor da profundidade do nível d´água da cota (superfície) do local do poço (obtida pelo modelo digital de elevação). Os valores na UGH variaram entre 332 e 787 m de cota (variação de cerca de 0,45km), registrando cotas mediana e média de 400 e 541 m, nesta sequência. À exceção de poços com mistura de água de diferentes aquíferos (notadamente aqueles com porções confinadas), a potenciometria dos aquíferos livres normalmente apresenta conformação parecida com a superfície topográfica. Essa configuração demonstra que o fluxo subterrâneo natural se dá das altitudes mais altas para as mais baixas dos terrenos e apresenta tendência de escoamento no sentido das drenagens, que representam os locais de descarga natural dos aquíferos. Em um sentido mais amplo, variam grosso modo de NW (cargas mais elevadas) para SE (cargas mais baixas).

A capacidade específica (Q/s) mínima e máxima na UGH é de 0,04 e 34,74 m³/h/m, respectivamente, sendo sua mediana de 1,25 m³/h/m (média de 3,26 m³/h/m). Já a vazão de estabilização (vazão dos poços obtida em teste) possui uma mediana e média de 15,8 e 23,29 m³/h, nesta ordem (e valores entre 2 e 70 m³/h).

A Tabela 68 apresenta o detalhamento dos dados dos poços por sistemas aquíferos na UGH. Destaca-se que não foi encontrado qualquer dado exclusivo do sistema aquífero Guarani na base do SIAGAS/CPRM – tal aquífero, não obstante papel de reserva estratégica de água que representa, não se faz representado nesta base.

A partir das medianas, é possível verificar que poços que mantêm captação aparentemente de forma mista (Serra Geral + Guarani) são mais profundos (mediana de 205 m), enquanto as captações apenas no sistema aquífero Serra Geral apresentam menores profundidades (mediana de 110 m). Nos demais sistemas aquíferos, há valores intermediários (medianas de 120 a 140m).

A profundidade do ND dos sistemas aquíferos apresenta medianas razoavelmente semelhantes (em torno de 55-65m), exceto o Serra Geral, que apresentou profundidade menor (mediana de 33m). As profundidades do NE são menores nos sistemas Serra Geral e misto Bauru-Caiuá e Serra Geral, com medianas respectivamente de 13,7 e 13,5 m; maiores nos sistemas Cachoeirinha e Bauru-Caiuá (47,0 e 48,1 m, respectivamente); e intermediária no misto Guarani/Serra Geral (22,6m) - isso reflete a posição dos aquíferos e a localização das captações.

A capacidade específica (Q/s) apresenta valores relativamente maiores no sistema Cachoeirinha, cuja mediana é de 2,27 m³/h/m; e menores nos sistemas mistos: Bauru-Caiuá/Serra Geral e Serra Geral/Guarani (com medianas de 0,22 e 0,33, nesta ordem). A maior4 diferença entre médias e medianas de Q/s dá-se no sistema Serra Geral, tipicamente de grandes heterogeneidades (fraturado).

Quanto à vazão de estabilização em testes (Q), os poços nos sistemas Cachoeirinha e Serra Geral possuem maiores vazões (mediana de 40,5 e 25,0 m³/h, respectivamente), enquanto nos demais sistemas, são menores e próximos entre si (11,8 a 13,2 m³/h).

Quanto à finalidade de uso dos recursos hídricos subterrâneos, com base nos dados SIAGAS, abrange-se os seguintes tipos: abastecimentos urbano, industrial, doméstico e múltiplo (mais de um tipo). A Figura 207 apresenta a distribuição quanto ao uso da água subterrânea na UGH: dos 55 poços cadastrados, 31% destinam suas águas ao abastecimento urbano, 7% para uso industrial, 7% para proveito doméstico e 2% são direcionados a utilização múltipla, No entanto, em 53% dos poços (mais da metade), não foi informada a finalidade de uso. Ademais, nem sempre há uma padronização de nomenclatura sobre o tipo de uso da água.

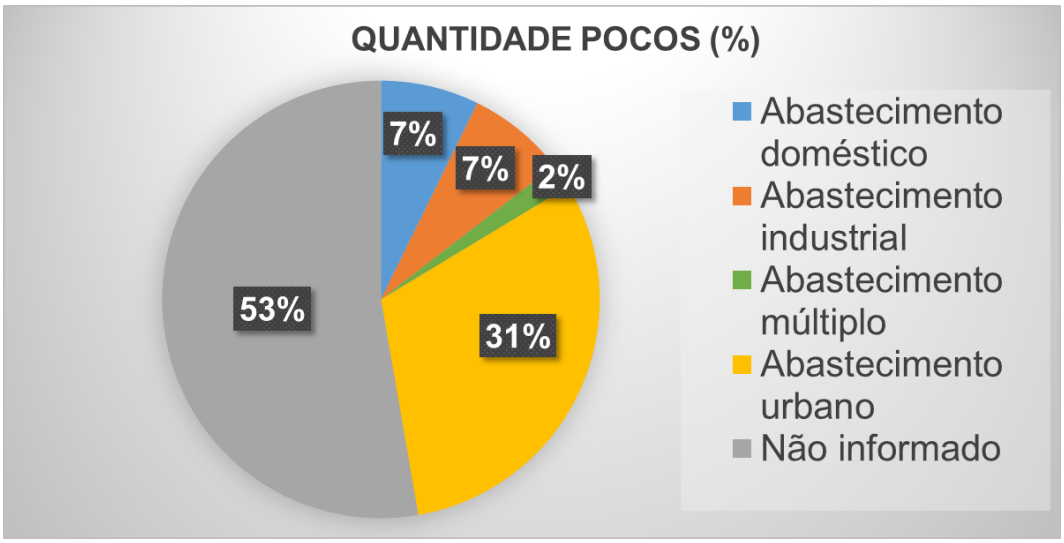


Figura 207– Distribuição quanto aos usos das águas subterrâneas na UGH.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 208 traz a distribuição dos tipos de uso das águas subterrâneas por sistema aquífero, com avaliação da quantidade de poços e vazão de águas (somatório e média por poço) dentro da UGH.

Dadas limitações na base de dados disponível, a quantidade de poços não reflete necessariamente o quantitativo real de vazão total. Exemplo disso é o uso de abastecimento doméstico, que possui 3 poços no contexto do sistema aquífero Serra Geral, mas apenas um único destes com dado de vazão – por isso, apresentou em gráfico valores iguais do valor de mediana e soma de vazões.

O uso industrial da água mantém uma média de vazão de 15 m³/h por poço, tanto no aquífero Serra Geral como no Bauru-Caiuá.

Nos poços cadastrados como de abastecimento múltiplo, não há maiores especificidades sobre quais são os tipos de uso e quantitativos relativos de cada um.

O uso para abastecimento urbano apresenta o maior número de poços e de vazão; a média de valores por poço é de 37,5 m³/h no sistema Cachoeirinha, 31,99 m³/h no Bauru-Caiuá e 24,7 m³/h no Serra Geral. Também representa a maior soma (total) de vazões,

com 17 poços e 472,70 m³/h, com destaque para o sistema aquífero Bauru-Caiuá (223,90 m³/h, em 7 poços).

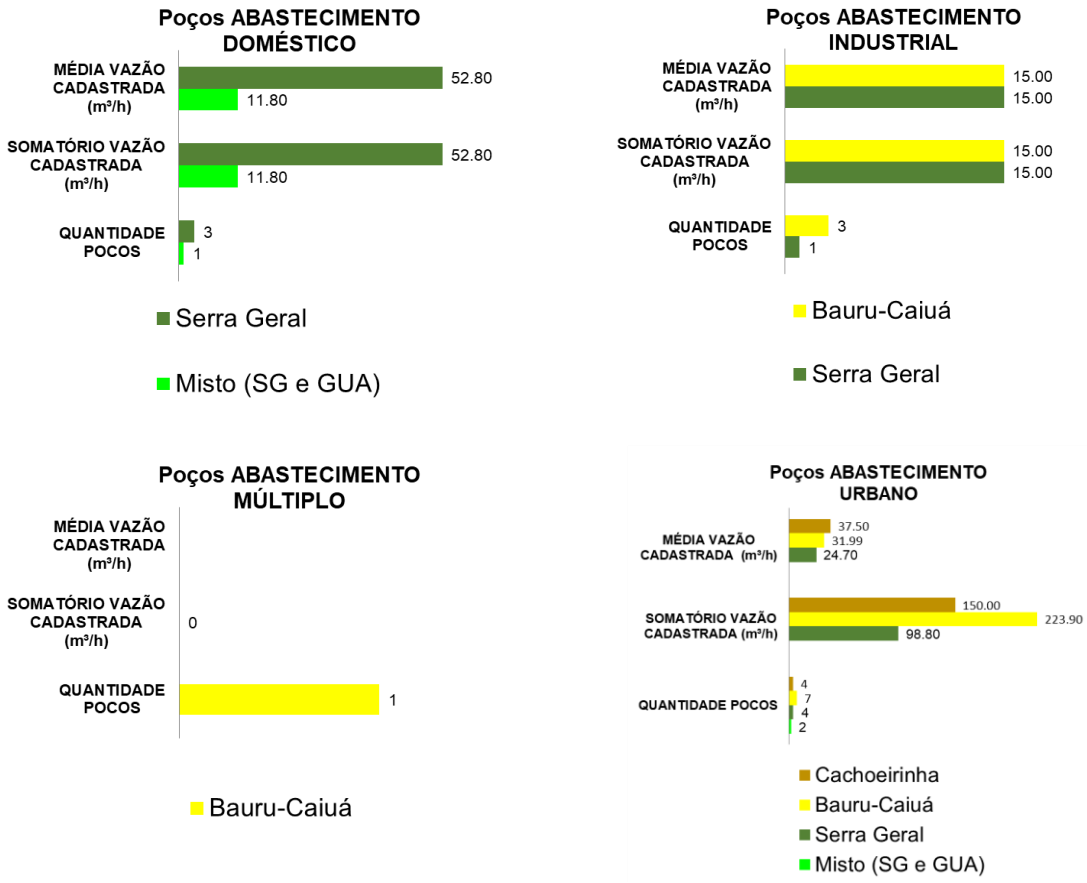


Figura 208 – Caracterização quanto aos usos dos recursos hídricos subterrâneos por sistema aquífero e vazão – poços situados na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Na Tabela 69 é mostrada a distribuição dos poços por sub-bacia e município, com dados de número de poços, vazão total e média. A maior quantidade de poços é de captação nos sistemas aquíferos Bauru-Caiuá ou Cachoeirinha (33 poços no total), dentro da sub-bacia Alto Aporé (26), especialmente no município de Chapadão do Sul (26).

Tabela 69 – Distribuição dos dados de poços dos sistemas aquíferos por sub-bacia e município, na UGH Santana-Aporé.

SISTEMA AQUIFERO CAPTADO	SUB-BACIA	MUNICIPIO	QUANTIDADE POCOS	SOMATÓRIO VAZÃO CADASTRADA (m³/h)	MÉDIA VAZÃO CADASTRADA (m³/h)
Cachoeirinha	Alto Aporé	Chapadão do Sul	11	150,0	37,5
Bauru-Caiuá	Sul/Formoso	Aparecida do Taboado	6	21,6	5,4
	Alto Aporé	Chapadão do Sul	13	220,3	15,9
	Santana	Paranaiba	3	31,8	26,6
Serra Geral	Sul/Formoso	Aparecida do Taboado	3	88,2	29,4
	Médio Aporé	Cassilândia	1	28,0	28,0
	Baixo Aporé	Cassilândia	1	9,0	9,0
	Baixo Aporé	Paranaiba	2	nd	nd
	Alto Aporé	Chapadao do Sul	2	nd	nd
	Santana	Paranaiba	5	193,7	38,7
Misto (B-C e SG)	Sul/Formoso	Aparecida do Taboado	5	110,0	20,2
Misto (SG e GUA)	Médio Aporé	Cassilândia	2	11,8	11,8
	Baixo Aporé	Paranaiba	1	nd	nd

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Na Figura 209, é apresentada a síntese da soma (total) das vazões dos poços, por sistema aquífero, sub-bacia e município, com dados do SIAGAS. O sistema aquífero com maior volume de água cadastrado é o Serra Geral (Qtotal = 318,89 m³/h), seguido do Bauru-Caiuá (Qtotal = 273,72 m³/h) e Cachoeirinha (Qtotal = 150 m³/h). Na análise por sub-bacia, observa-se que aquelas com maiores vazões totais são: Alto Aporé (370,30 m³/h), Santana (225,45 m³/h) e Sul/Formoso (219,85 m³/h). Os dados por município

indicam vazão maior em Chapadão do Sul (370,30 m^3/h), seguido de Paranaíba (225,5 m^3/h) e Aparecida do Taboado (219,8 m^3/h).

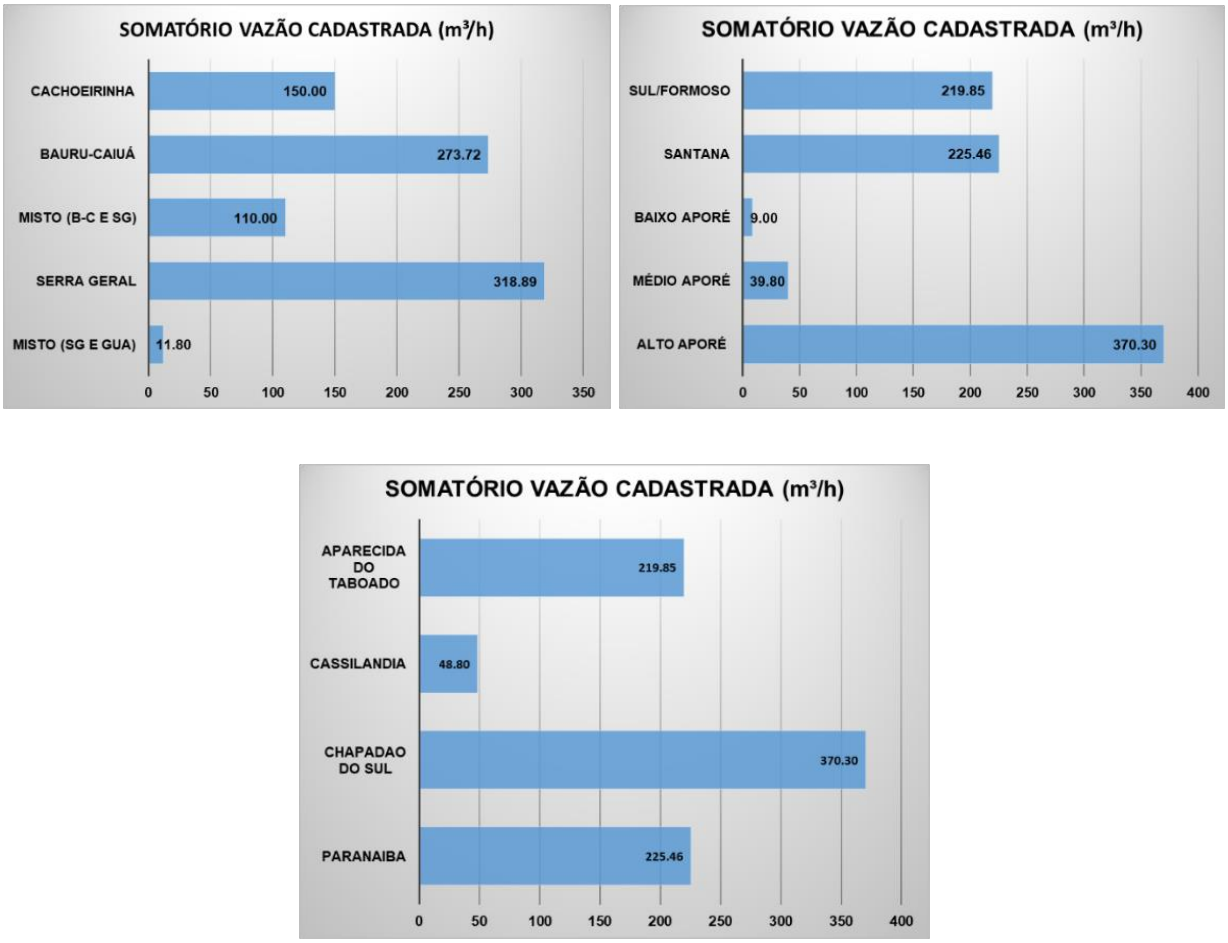


Figura 209 – Distribuição somatório de vazões cadastradas por sistema aquíferos, sub bacias e municípios – poços situados na UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Em relação à situação operacional dos poços dentro da UGH (dados do SIAGAS): 34% encontram-se bombeando (maior número); 24%, equipados; 9%, abandonados; e 9% colmatados. 22% dos poços (mais de 1/5) não possuem informações sobre sua situação (Figura 210). Deve-se ressaltar que este dado reflete a realidade na época normalmente em seguida à instalação do poço, portanto, sem atualização a partir de então.

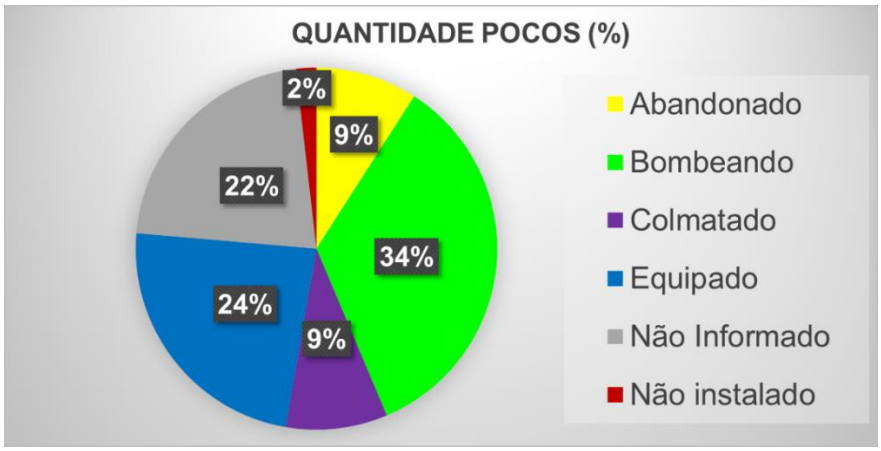


Figura 210 - Distribuição quanto a situação dos poços na UGH com base nos dados do SIAGAS.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Figura 210 apresenta a situação operacional dos poços cadastrados no SIAGAS dentro da UGH, em função do sistema aquífero de captação, com dados de soma (total) de vazão e quantidade de poços com dado disponível. Observa-se que as maiores vazões totais ocorrem em poços “equipados” e “bombeando”, notadamente no sistema aquífero Bauru-Caiuá, seguido do Serra Geral e Cachoeirinha. Poços com *status* de abandonados e colmatados (com incrustações) registraram menores números, mas ainda assim expressivos (18,2% dos poços e cerca de 30% da vazão total). Os poços que não apresentaram informações quanto à situação encontram-se grande parte no contexto do sistema aquífero Cachoeirinha (8 no total de 13; toda vazão com dado disponível: 45,0 m^3/h).

Assim como nas demais bases já apresentadas, nota-se a necessidade de maior atenção/zelo na especificação de dados técnicos de poços (relatórios de instalação/perfuração), bem como nas bases de poços disponibilizadas, sem prévia consistência. No caso de situação cadastral, reflete-se ainda a não atualização dessas bases (p.e., um poço equipado pode hoje estar operando). Outro ponto a se observar diz respeito aos poços abandonados, pois não há especificação sobre se foram devidamente encerrados.

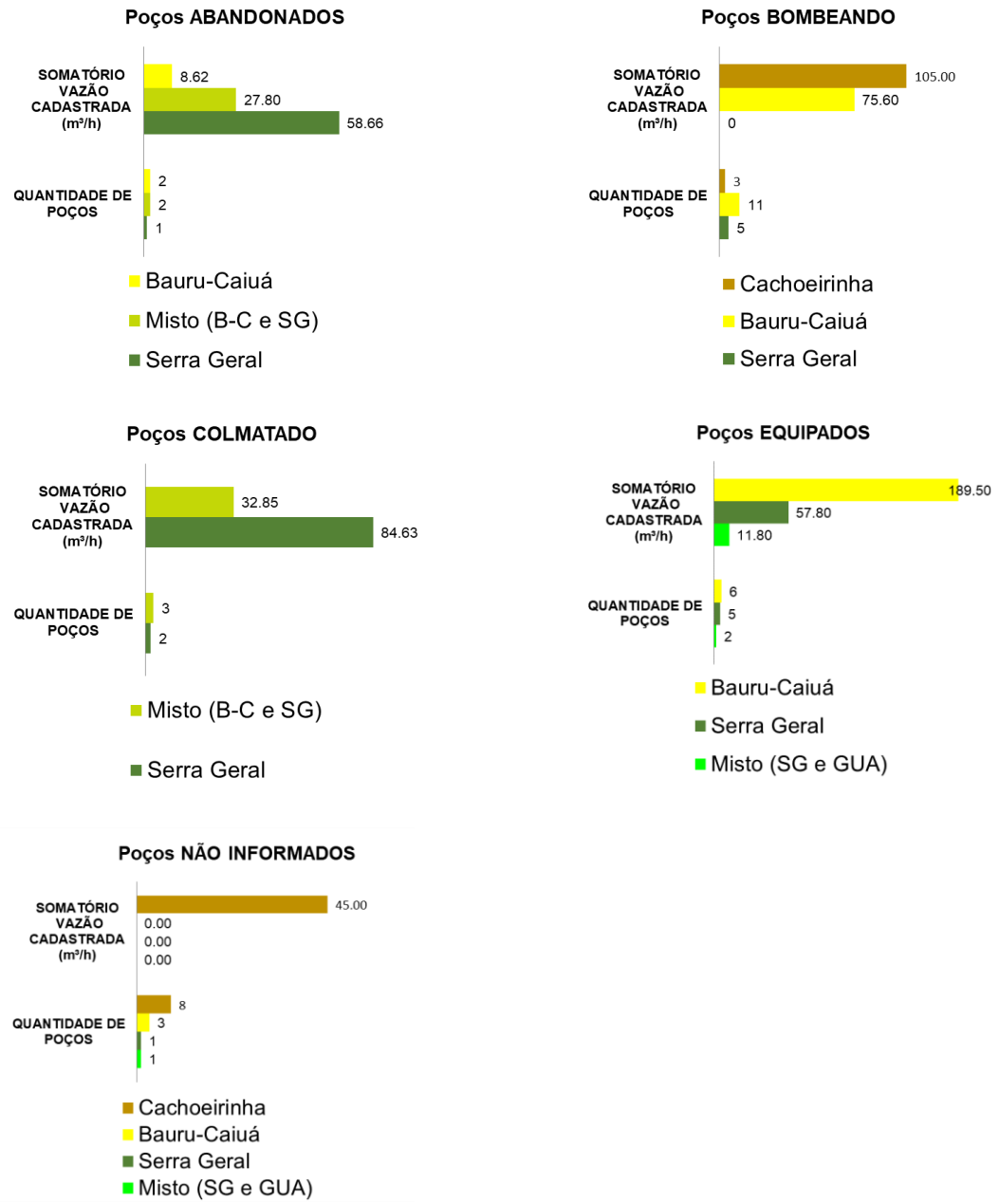


Figura 211 - Situação dos poços cadastrados por Sistema aquífero avaliados quanto a quantidade e somatório de vazão.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Visando ao aprofundamento do entendimento do comportamento dos aquíferos e suas condições de explotação, ainda mais com as deficiências indicadas nas bases de dados de poços e com o caráter alongado (SE/NW) e estreito (SW-NE) da UGH, a seguir é

apresentada a análise também com poços situados considerando-se a envoltória de 30km da UGH. Os resultados são mostrados na Tabela 70. Esses dados indicam que:

- as profundidades dos poços variam de 15 a 656 m, com valor de mediana de 115 m e média de 121 m; os valores maiores fora da UGH refletem dois poços de mais de 600m situados em Inocência (aquífero Guarani);
- a profundidade do nível estático varia desde 0,0 m até 91,0 m (mediana de 18,0 m; média 24,8 m); a profundidade do nível dinâmico flutua de 1,0 a 140,2 m (mediana de 50,6 m; média de 52,2 m);
- a carga hidráulica (cota do NE) traz elementos sobre a potenciometria da região; os valores variam entre 310 e 832 m, registrando valores de mediana e média de 468 m e 553 m, nesta sequência;
- a capacidade especifica mínima e máxima é respectivamente de 0,01 e 34,74 m³/h/m, sendo sua mediana de 0,51 m³/h/m (média de 2,03 m³/h/m);
- a vazão de estabilização (teste) possui mediana e média de 11,4 e 17,39 m³/h, nesta ordem (e valores mínimo de 0,04 m³/h e máximo de 85,5 m³/h).

Tabela 70 - Caracterização de poços e hidrodinâmicos das águas subterrâneas na UGH e envoltória de 30km.

	PROF. DO POÇO (m)	PROF. ND (m)	PROF. NE (m)	REB. (m)	COTA DO NE (m)	CAP. ESP. (m³/h/m)	VAZÃO DE EST. (m³/h)
MINIMO	15	1,0	0,0	1,0	310	0,01	0,04
MAXIMO	656	140,2	91,0	94,7	832	34,74	85,50
MEDIANA	115	50,6	18,0	20,8	468	0,51	11,40
MÉDIA	121	52,2	24,8	27,2	553	2,03	17,39
N	127	103,0	104,0	103,0	107	101	107

Obs: PROF. = profundidade; ND=nível dinâmico; NE = nível estático; REB. = rebaixamento; CAP. ESP.= capacidade específica; EST.=estabilização; N = número de poços com dados disponíveis.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A Tabela 71 apresenta a estatística básica do agrupamento dos dados por sistemas aquíferos na UGH Santana-Aporé somados àqueles dentro da envoltória de 30 km.

Destaca-se que, embora ainda em pequeno número, há pelo menos alguns poços com dados do sistema aquífero Guarani, situados em Inocência/MS (a SW da UGH Santana Aporé), com profundidades entre 611 e 656m (interessante notar a diferença que há em relação a valores de média/mediana para os demais sistemas aquíferos). Trata-se de dois poços profundos que captam água na parte confinada do aquífero Guarani. Ainda assim, nota-se que as bases do SIAGAS não abarcam dados de poços deste tipo existentes dentro da UGH Santana-Aporé, em Paranaíba e Aparecida do Taboado.

As profundidades de NE mostram valores tais, que diferenciam o sistema aquífero Guarani confinado (valor único disponível de 91,0m) dos demais (valores mais baixos, com variação entre 14,0 e 34,0m, respectivamente nos sistemas Serra Geral e Serra Geral/Guarani). Algo semelhante ocorre nos valores de profundidade de ND. Esses valores indicam que o poço com dados na parte confinada do aquífero Guarani apresenta-se em condição artesiana (nível d´água acima do topo do aquífero), embora não jorrante.

Os valores de capacidade específica (Q/s) também se mostram diferenciados quando envolvem o aquífero Guarani: as maiores médias e medianas são para os sistemas misto Guarani/Serra Geral (9,07 e 11.21 m³/h/m, nesta ordem) e Guarani (4,02 m³/h/m, com valor disponível de um poço na porção confinada). Os demais sistemas apresentam valores menores de Q/s (medianas de 0,19 a 0,55 m³/h/m). No caso do sistema misto Guarani/Serra Geral, evidencia ainda mistura de águas, que aumenta os valores de Q/s dos poços.

Algo semelhante ocorre em relação à vazão de estabilização (Q): maiores médias e medianas para os sistemas misto Guarani/Serra Geral (35,6 e 36,15 m³/h, respectivamente) e Guarani (85,25 m³/h com valor disponível de dois poços na porção confinada, em Inocência).

Tabela 71 - Caracterização de poços e hidrodinâmico dos Sistemas aquíferos da UGH e na envoltória de 30km.

SISTEMA AQUIFERO	PROF. POÇO (m)					PROF. ND (m)					PROF. NE (m)					REBAIXAMENTO. (m)				
	MÍN	M_d	M_e	MÁX	N	MÍN	M_d	M_e	MÁX	N	MÍN	M_d	M_e	MÁX	N	MÍN	M_d	M_e	MÁX	N
CACHOEIRINHA	34	75	84	158	14	24.0	52.0	54.0	74.8	14	8.0	25.2	29.0	57.0	14	5.0	25.7	25.0	50.0	14
BAURU-CAIUÁ	15	100	102	190	52	1.0	46.8	45.0	84.0	40	0.0	18.3	26.8	68.0	40	1.0	15.3	18.2	54.0	40
SERRA GERAL	25	113	117	222	34	1.0	50.6	49.6	140.2	27	0.0	14.0	17.4	62.9	28	1.0	28.2	32.1	80.3	27
GUARANÍ	611	633.5	634	656	2	112.3	112.3	112.3	112.3	1	91.0	91.0	91.0	91.0	1	21.3	21.3	21.3	21.3	1
MISTO (B-C e SG)	102	150	156	300	17	31.0	74.2	74.4	104.4	15	2.2	16.9	22.9	66.4	15	7.8	53.5	51.6	94.7	15
MISTO (SG e GUA)	54	112	127	215	8	20.0	42.1	41.3	58.7	6	5.0	34.0	30.3	43.3	6	1.5	5.0	11.0	36.2	6

(abaixo a continuação da tabela)

COTA DO NE (m)					CAPACIDADE ESPECÍFICA ($m^3/h/m$)					VAZÃO DE ESTABILIZAÇÃO (m^3/h)				
MÍN	M_d	M_e	MÁX	N	MÍN	M_d	M_e	MÁX	N	MÍN	M_d	M_e	MÁX	N
761	799	798	832	14	0.04	0.50	1.33	9.00	14	1.00	14.50	17.51	52.00	14
332	747	620	820	40	0.01	0.55	0.95	5.50	38	0.04	6.90	11.76	50.00	38
310	377	404	801	28	0.06	0.45	3.21	34.74	27	3.40	15.66	19.85	70.00	32
415	415	415	415	1	4.02	4.02	4.02	4.02	1	85.00	85.25	85.25	85.50	2
330	383	422	760	15	0.02	0.19	0.35	1.51	15	1.84	10.56	9.97	15.80	15
493	519	517	532	6	0.33	11.21	9.07	15.72	6	11.80	36.15	35.60	62.00	6

Obs: PROF. = profundidade; ND = nível dinâmico; NE = nível estático; MIN = valor mínimo; M_d = mediana; M_e = média; MAX = valor máximo; N = número de poços com dados disponíveis; B-C = Bauru-Caiuá; SG = Serra Geral; GUA = Guarani.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Como não há dados de monitoramento ao longo do tempo, utilizando-se do mesmo espaço geográfico expandido (UGH Santana-Aporé + envoltória de 30km), foi possível identificar um número razoável de poços com dados disponíveis para análise da eventual flutuação temporal de certas variáveis. Para tanto, os dados de profundidade de poço e algumas variáveis hidrodinâmicas (como Q, Q/s, Prof. NE, Prof. ND, rebaixamento) foram desagregados por década (ou em um conjunto maior, no caso dos poços mais antigos, até 1989), a partir da data de instalação do poço (profundidade do poço) ou data de teste de bombeamento (demais variáveis) – Tabela 72.

Embora nem todos os sistemas interpretados contenham dados para este tipo de análise, e com as ressalvas já indicadas sobre qualidade da base de dados, buscou-se tanto a diferenciação por sistema aquífero, quanto pelo todo da área estudada (com a envoltória), sendo este um dado mais prático e aplicável à gestão da UGH e arredores.

Através da Figura 212, nota-se flutuação de valores de Q/s, Prof. NE, Prof. ND e rebaixamento ao longo do tempo, sem viés único definido de tendência (aumentar, baixar, estabilizar). Já os dados de vazão do poço (vazão de estabilização definida em teste) mostram valores razoavelmente menores nos anos mais recentes (mediana de 4,9 m^3/h desde 2010; valores de 12,0 a 14,4 m^3/h nos períodos anteriores) - Figura 213.

Outro aspecto que se nota é o aumento do valor de mediana das cargas hidráulicas (cotas do NE obtidas a partir do dado de profundidade de nível estático e MDE), o que é corroborado com o aumento de poços em Chapadão do Sul nas duas últimas décadas (que apresentam cotas de boca de poço e de carga hidráulica mais elevados, acompanhando o relevo da região), e certa diminuição na profundidade dos poços (medianas de 135m até os anos 1980; passando a 126m nos anos 1990; 96m nos anos 2000; e 90m nos anos mais recentes), o que dá indícios de perfurações predominantemente em aquíferos livres mais acessíveis, sobretudo nos sistemas Bauru-Caiuá e Cachoeirinha. Os dados de variação das cargas hidráulicas e de profundidade de poços são apresentados na Figura 214).

Tabela 72 – Análise temporal dos dados de poços e hidrodinâmicos correlacionados aos sistemas aquíferos na UGH e na região da envoltória de 30km.

2010 ao presente																					
SIST. AQUIFERO	Capacidade específica ($m^3/h/m$)			Vazão de estabilização (m^3/h)			Prof. nível estático (NE) (m)			Prof. nível dinâmico (m)			Rebaixamento (m)			Cota NE (m)			Profundidade de Poço (m)		
	M_d	M_e	N	M_d	M_e	N	M_d	M_e	N	M_d	M_e	N	M_d	M_e	N	M_d	M_e	N	M_d	M_e	N
Cachoeirinha	0,12	1,36	8	3,01	12,64	8	31,8	31,1	8	60,0	58,6	8	28,2	27,4	8	794	793	8	85	90	8
Bauru-Caiuá	0,35	0,45	12	3,76	6,27	12	19,5	22,3	12	37,1	39,5	12	17,6	17,2	12	766	662	12	80	90	17
Serra Geral	0,29	0,38	4	8,00	15,95	5	11,1	12,9	5	54,9	57,5	4	43,9	44,6	4	469	502	5	115	100	6
Guarani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Misto (B-C e SG)	0,22	0,60	3	11,80	10,74	3	16,9	31,0	3	80,0	86,2	3	63,1	55,2	3	400	514	3	140	141	4
Misto (SG e Gua)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GERAL	0,22	0,72	27	4,87	10,30	28	21,4	24,1	28	50,6	53,0	27	29,2	28,9	27	772	655	28	90	97	35
2000 a 2009																					
Cachoeirinha	1,11	1,30	6	19,50	24,00	6	15,0	26,2	6	44,0	47,8	6	29,0	21,7	6	824	805	6	57	75	6
Bauru-Caiuá	0,55	0,87	15	7,00	8,51	15	18,0	23,8	17	40,0	41,6	17	22,0	17,8	17	760	607	17	90	95	19
Serra Geral	0,91	10,38	6	20,00	22,38	6	11,6	9,5	6	30,5	25,6	6	18,9	16,1	6	431	429	6	102	105	7
Guarani	4,02	4,02	1	85,50	85,50	1	91,0	91,0	1	112,3	112,3	1	21,3	21,3	1	415	415	1	656	656	1
Misto (B-C e SG)	0,17	0,17	1	7,27	7,27	1	35,9	35,9	1	77,6	77,6	1	41,7	41,7	1	330	330	1	200	200	1
Misto (SG e Gua)	13,01	13,23	4	49,50	45,95	4	39,6	38,6	4	42,1	42,3	4	2,4	3,7	4	527	525	4	110	103	4
GERAL	0,83	4,25	33	12,00	20,68	33	18,0	25,7	35	40,0	43,0	35	22,0	17,3	35	525	588	35	96	112	38

(continuação da Tab.)

1990 a 1999																					
Cachoeirinha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bauru-Caiuá	1,47	1,42	3	13,20	24,39	3	64,0	47,0	3	73,0	67,9	3	9,0	20,9	3	740	638	3	126	123	7
Serra Geral	0,24	2,09	6	14,74	14,97	6	30,6	31,5	6	65,4	72,2	6	34,8	40,7	6	376	365	6	118	127	8
Guarani	-	-	0	85,00	85,00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	611	611	1
Misto (B-C e SG)	0,08	0,08	2	4,52	4,52	2	2,7	2,7	2	72,1	72,1	2	69,4	69,4	2	399	399	2	156	156	2
Misto (SG e Gua)	1,20	1,20	1	18,00	18,00	1	5,0	5,0	1	20,0	20,0	1	15,0	15,0	1	511	511	1	156	156	2
GERAL	0,27	1,51	12	13,82	21,15	13	21,4	28,3	12	64,4	66,7	12	43,0	38,4	12	399	451	12	126	155	20
1960 a 1989																					
Cachoeirinha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bauru-Caiuá	1,10	1,66	8	21,20	21,36	8	30,0	32,6	8	56,0	52,1	8	26,1	19,5	8	593	578	8	133	115	8
Serra Geral	0,54	1,07	9	19,80	25,59	11	14,0	18,2	9	50,7	49,2	9	36,7	31,1	9	347	373	9	122	133	9
Guarani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Misto (B-C e SG)	0,25	0,38	8	11,70	11,63	8	16,4	23,4	8	69,1	69,0	8	52,8	45,6	8	380	407	8	150	164	8
Misto (SG e Gua)	0,33	0,33	1	11,80	11,80	1	22,6	22,6	1	58,7	58,7	1	36,2	36,2	1	493	493	1	148	148	2
GERAL	0,49	1,01	26	14,39	19,90	28	14,9	24,4	26	59,0	56,6	26	44,1	32,2	26	389	451	26	135	138	27

Obs.: PROF. = profundidade; ND = nível dinâmico; NE = nível estático; REBAIX. = rebaixamento; MIN = valor mínimo; M_d = mediana; M_e = média; MAX = valor máximo; N = número de dados; B-C = Bauru-Caiuá; SG = Serra Geral; GUA = Guarani.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

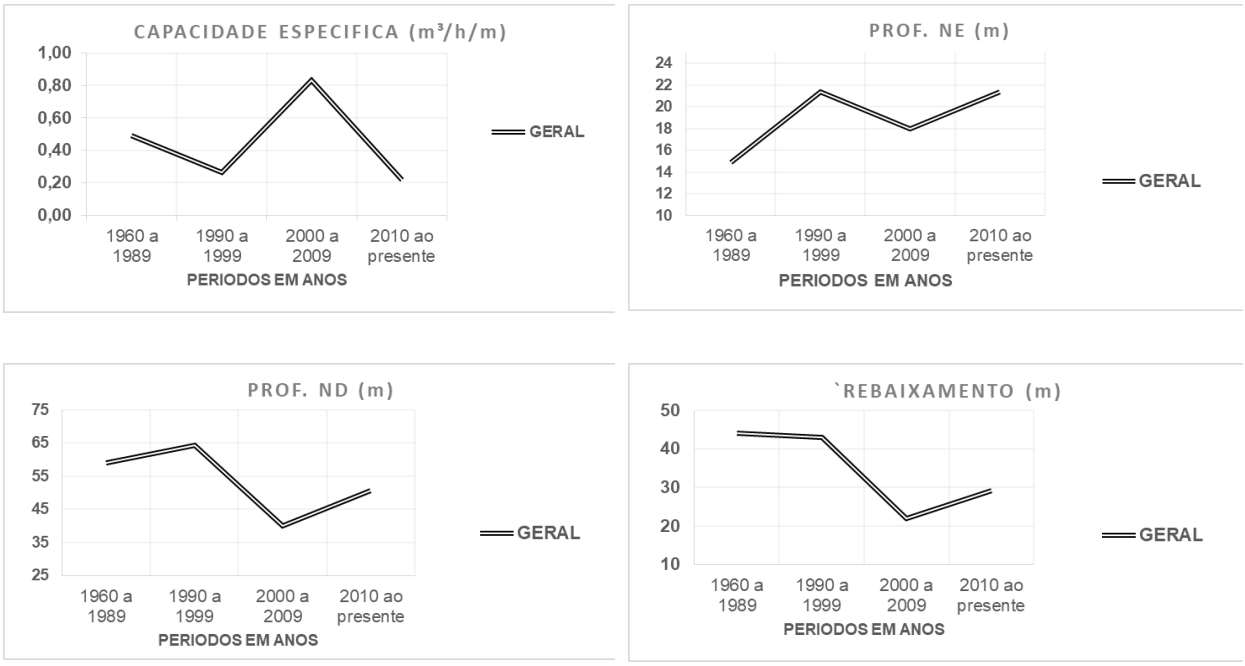


Figura 212 - Análise temporal da variação de capacidade específica (Q/s), profundidade do NE, profundidade do ND e rebaixamento em poços da UGH Santana-Aporé e envoltória de 30km.

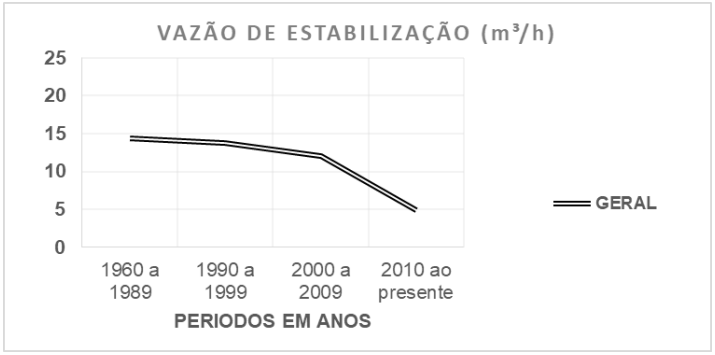


Figura 213 - Análise temporal da vazão dos poços (vazão de estabilização) em poços da UGH Santana-Aporé e envoltória de 30km.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

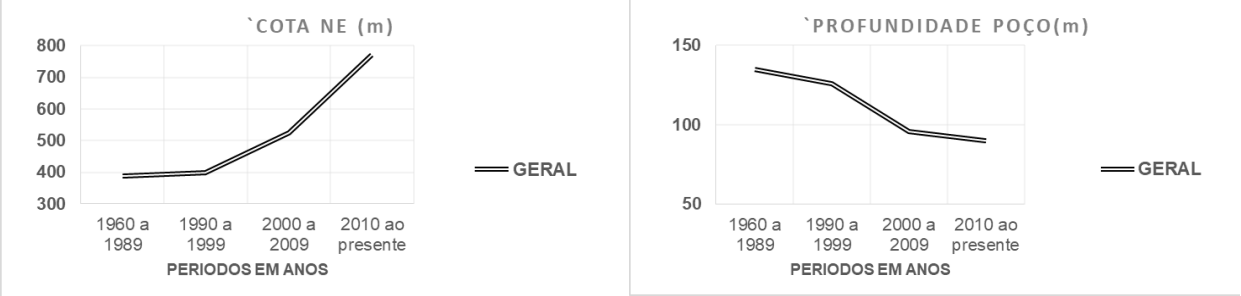


Figura 214 - Análise temporal das cargas hidráulicas (NE) e da profundidade dos poços da UGH Santana-Aporé e envoltória de 30km.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Essa análise não contempla poços instalados no sistema aquífero Guarani nas porções confinadas mais profundas (como pode ocorrer nos setores centro/S/SE da UGH, como em Aparecida do Taboado e Paranaíba), devido à base do SIAGAS ainda não contemplar estes tipos de poços dentro da UGH Santana-Aporé. De qualquer forma, à frente, estas situações são comentadas com dados da SANESUL.

A Figura 215 apresenta o mapa das cargas hidráulicas (cotas de NE), indicando a potenciometria da UGH. Nota-se conformação semelhante à da superfície topográfica (Capítulo 4.2.4), em que o fluxo subterrâneo natural se dá das altitudes mais elevadas (sobretudo nas sub-bacias do Alto/Médio Aporé e trecho alto da bacia do rio Santana; e municípios de Chapadão do Sul e Cassilândia), para as áreas mais baixas (centro/S/E da UGH), com tendência de escoamento no sentido das drenagens.

Embora o sentido principal de fluxo seja rumo a SE, pode haver fluxos locais em diversos sentidos, exatamente por seguir o recorte localizado de relevo/drenagens. A recarga ocorre em toda superfície da UGH, mas seguindo por gravidade essa conformação de relevo, com descarga nos cursos d´água da região.

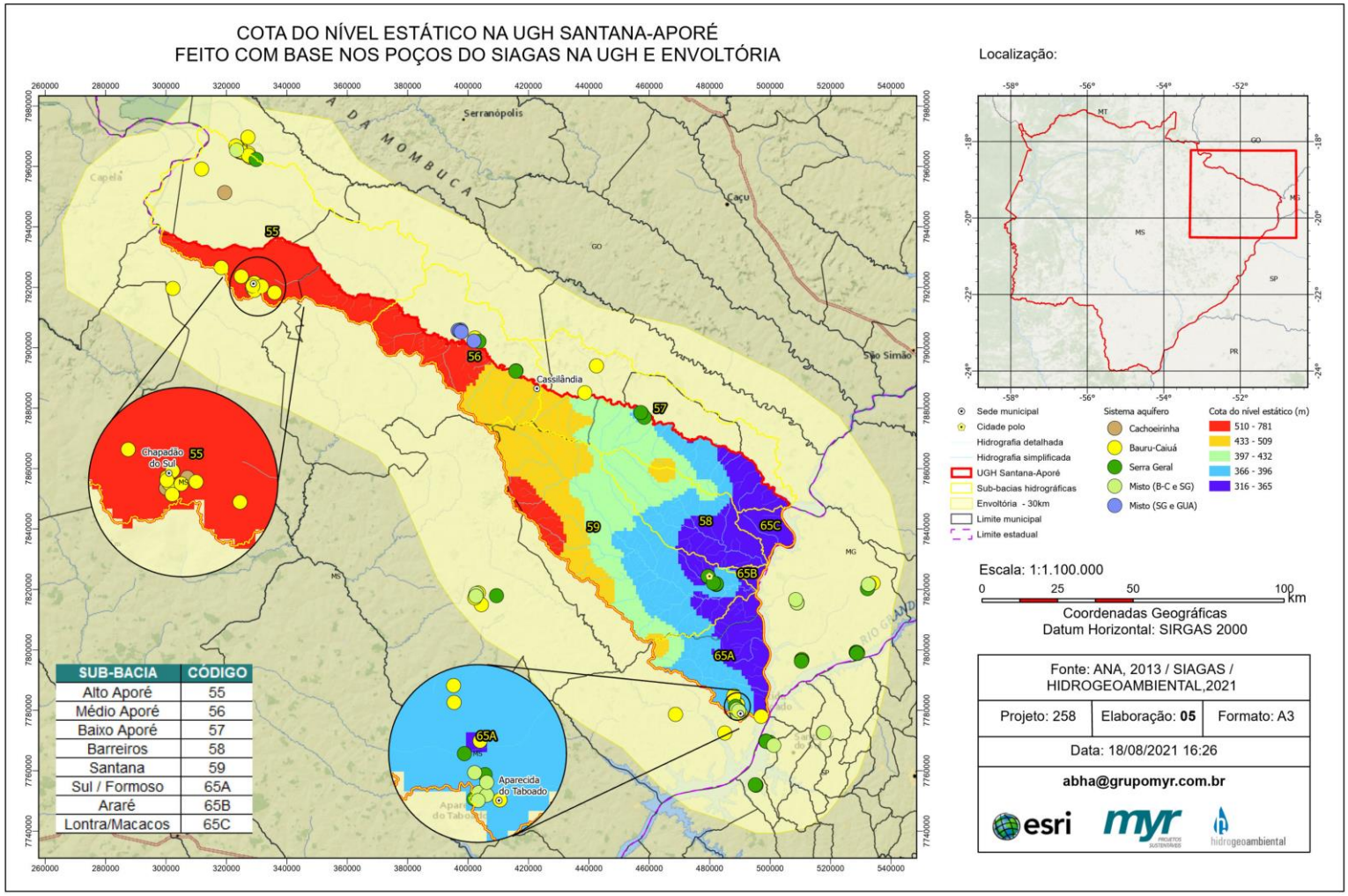


Figura 215 – Mapa da variação de nível estático (carga hidráulica) na UGH e arredores.

Comportamento semelhante é visualizado no mapa de profundidade de NE, com níveis mais profundos nos locais com relevo mais elevado, como em Chapadão de Sul - Figura 216.

No mapa da Figura 217, é mostrada a variação de valores de rebaixamento (diferença entre nível estático e dinâmico), com maiores valores nas porções centro/leste/sudeste da UGH.

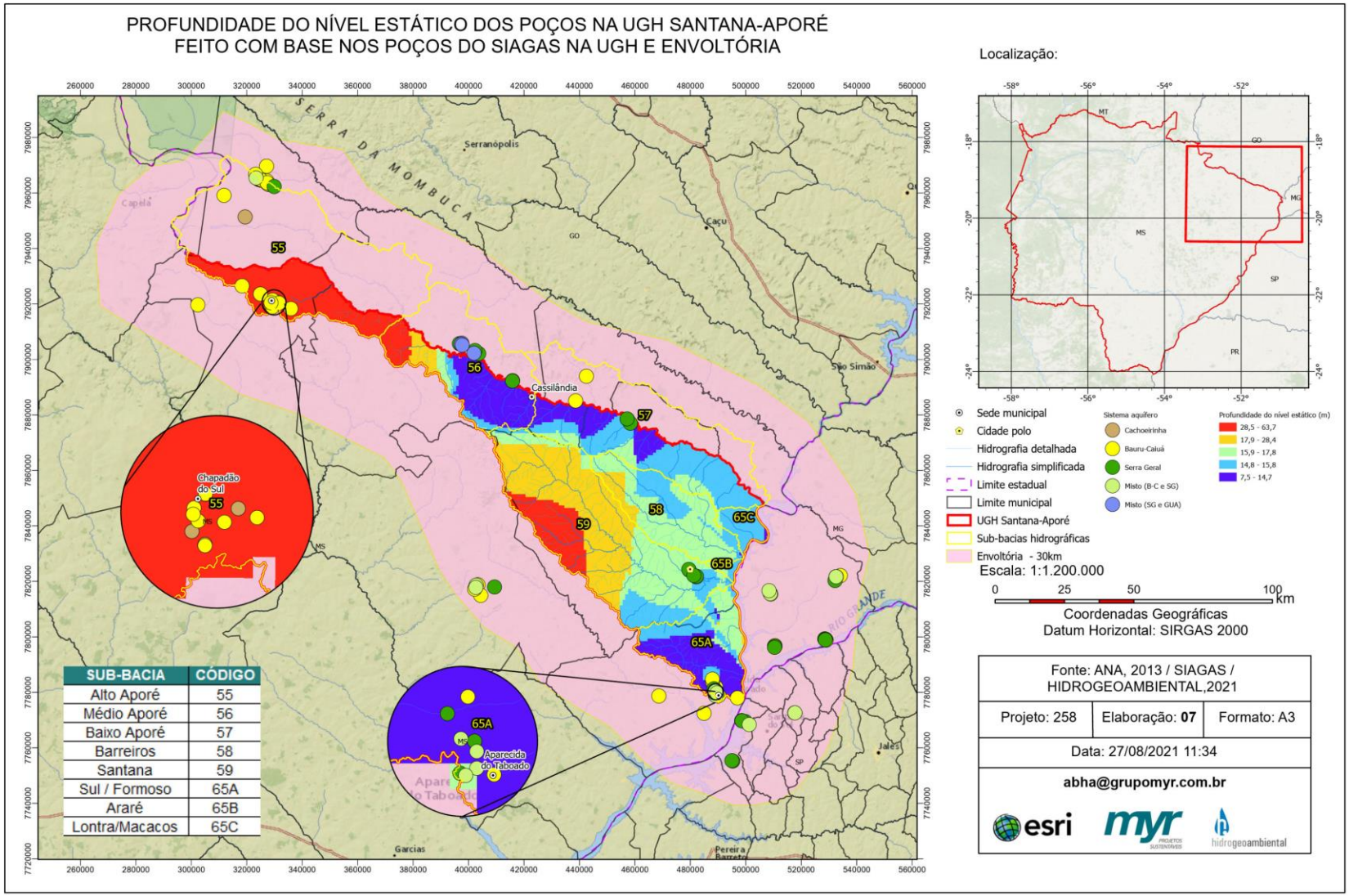


Figura 216 - Mapa da variação de profundidade de nível estático na UGH e arredores.

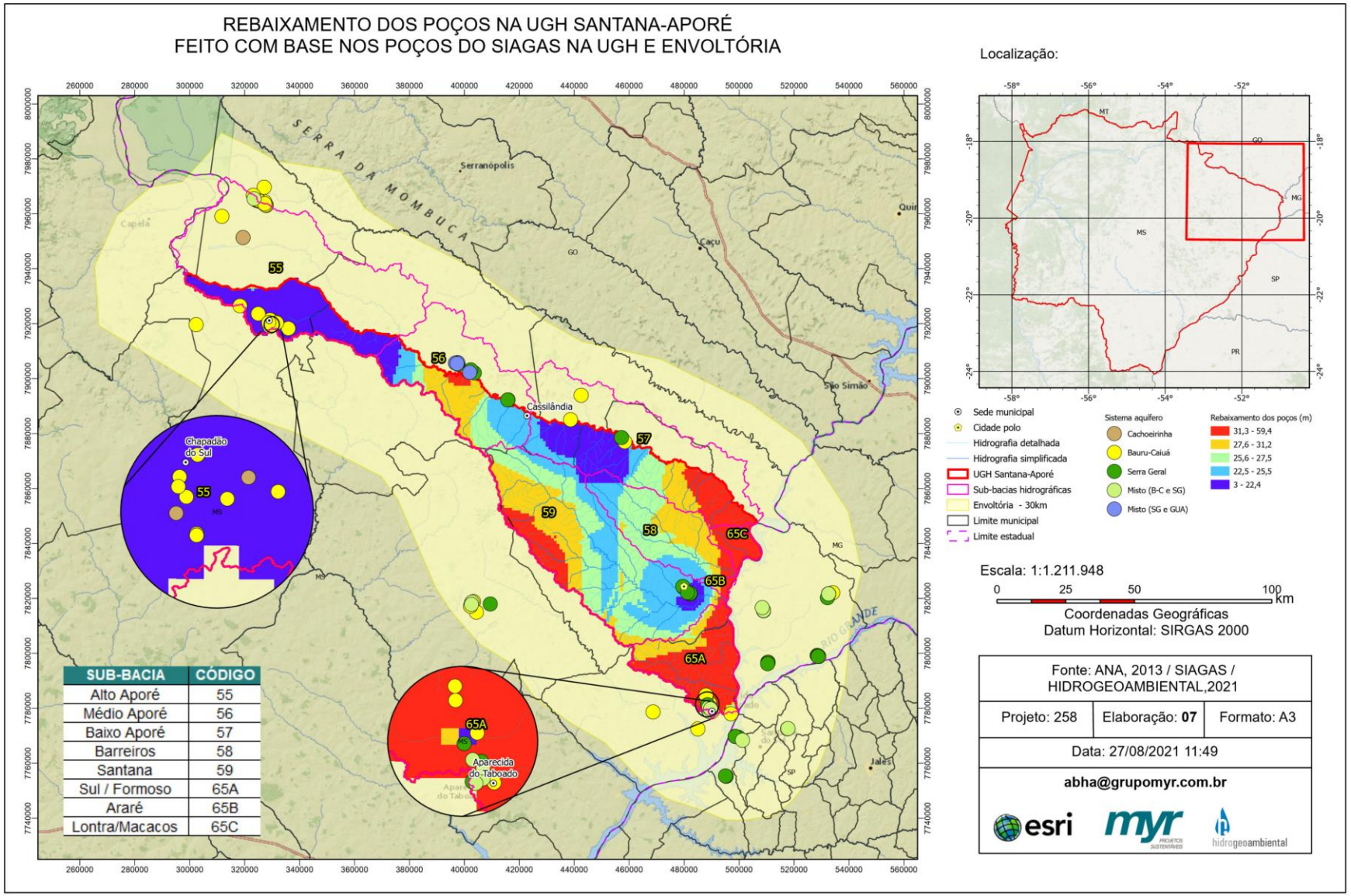


Figura 217 - Mapa da variação de rebaixamento de nível d´água em poços da UGH e arredores.

A variação regional de capacidade específica (Q/s) é apresentada na Figura 218 e na Figura 219, em relação aos sistemas aquíferos aflorantes (escala de intensidade de Q/s), mostrando grande flutuação de valores, típico de suas heterogeneidades. Comportamento semelhante é observado quanto às vazões dos poços (dados de testes), com mapa representado na Figura 220, indicando ainda que as maiores vazões explotadas correspondem principalmente às zonas urbanas (sedes) dos municípios na UGH e arredores. O mapa temático da Figura 222 retrata a variação de profundidade de poços.

Esses mapas mostram ainda poços associados a Chapadão do Céu (GO) e Inocência (MS), além daqueles situados no extremo oeste do Triângulo Mineiro (MS) e NW do Estado de São Paulo, localizados dentro da envoltória de 30km, nos arredores da UGH Santana-Aporé.

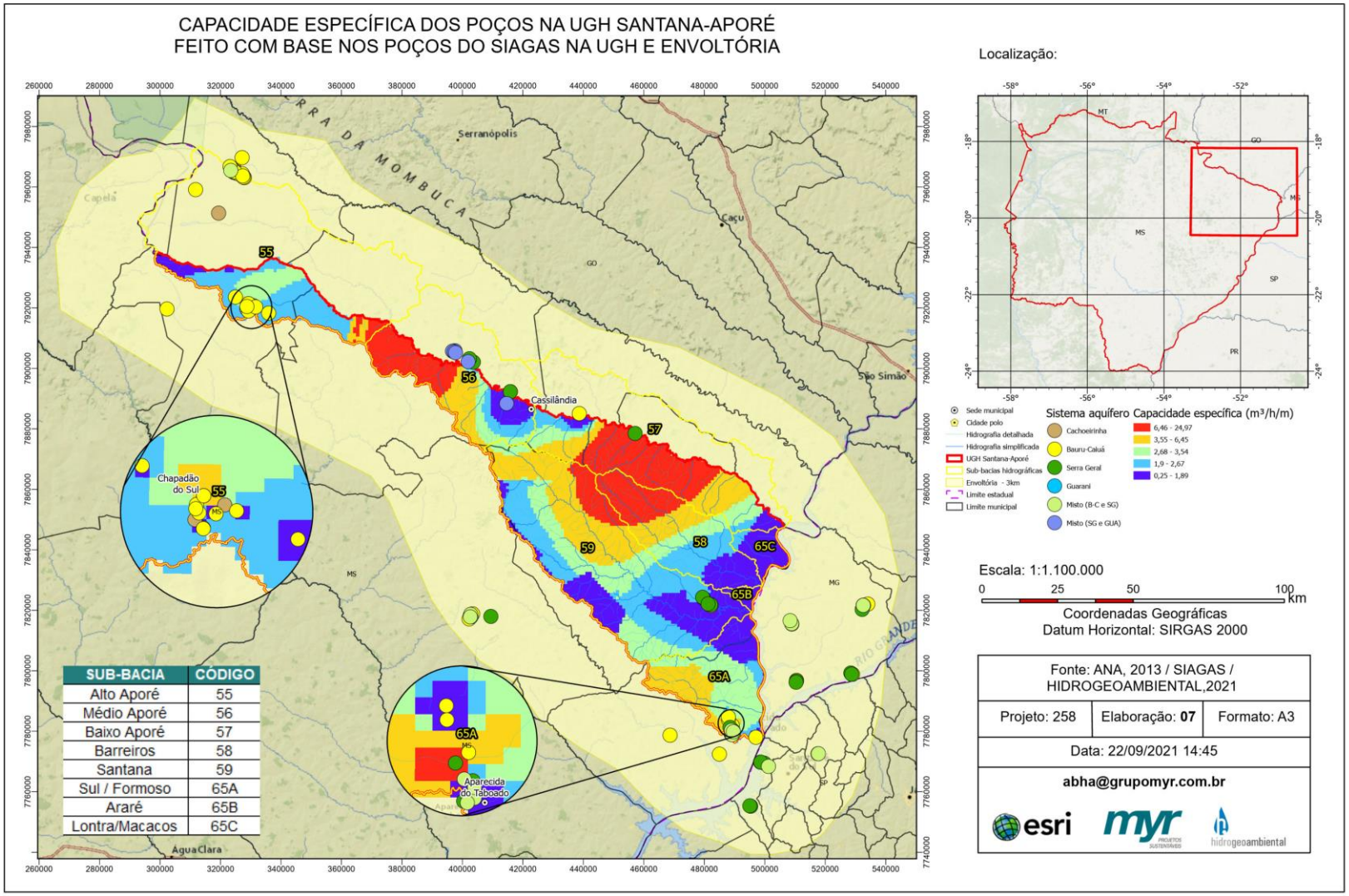


Figura 218 - Mapa temático da capacidade específica (Q/s) e aquíferos de captação dos poços na UGH e arredores.

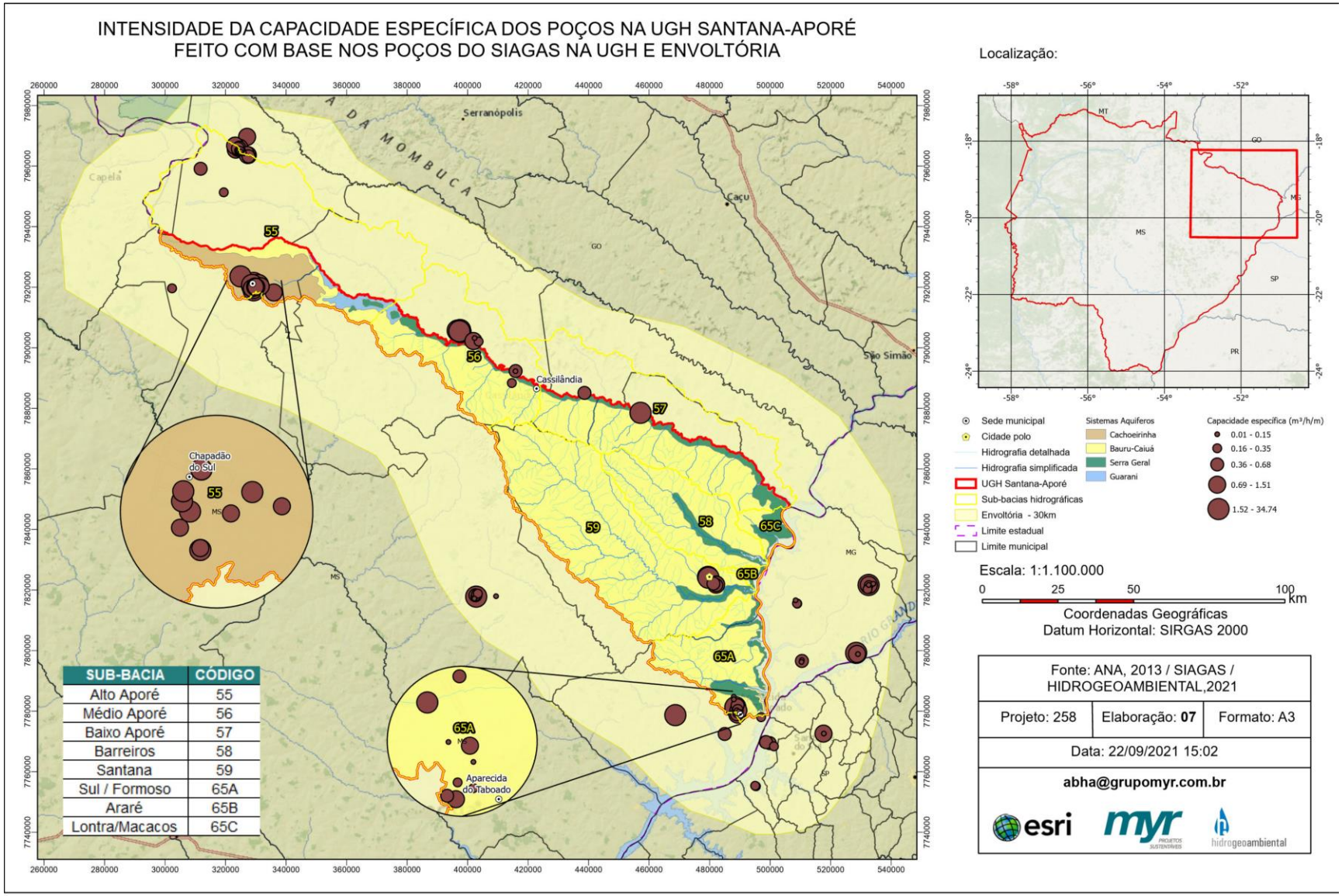


Figura 219 - Mapa de variação da capacidade específica (Q/s) e aquíferos aflorantes na UGH e arredores.

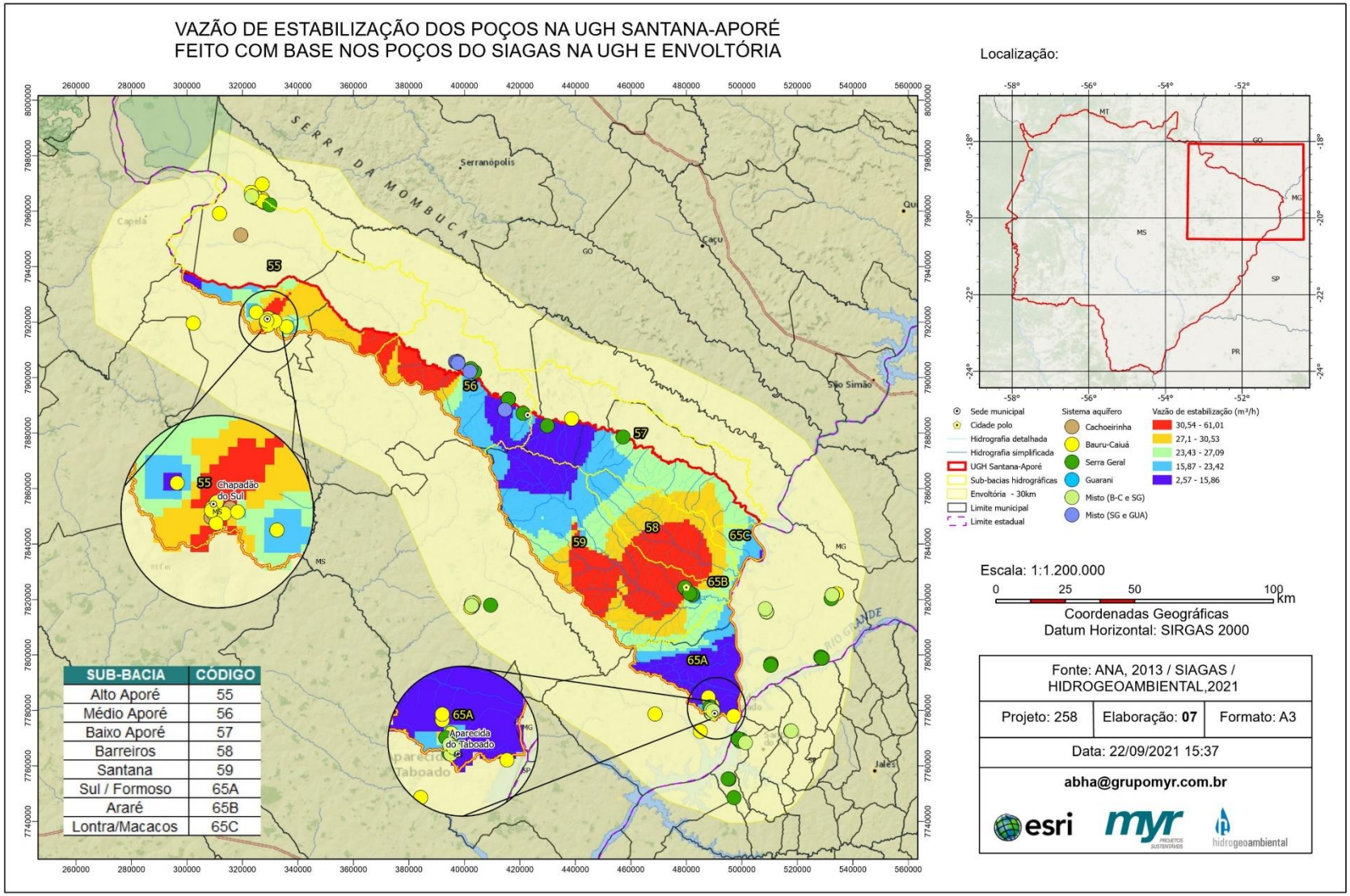


Figura 220 - Mapa temático de vazões (Q) dos poços e aquíferos de captação na UGH e arredores.

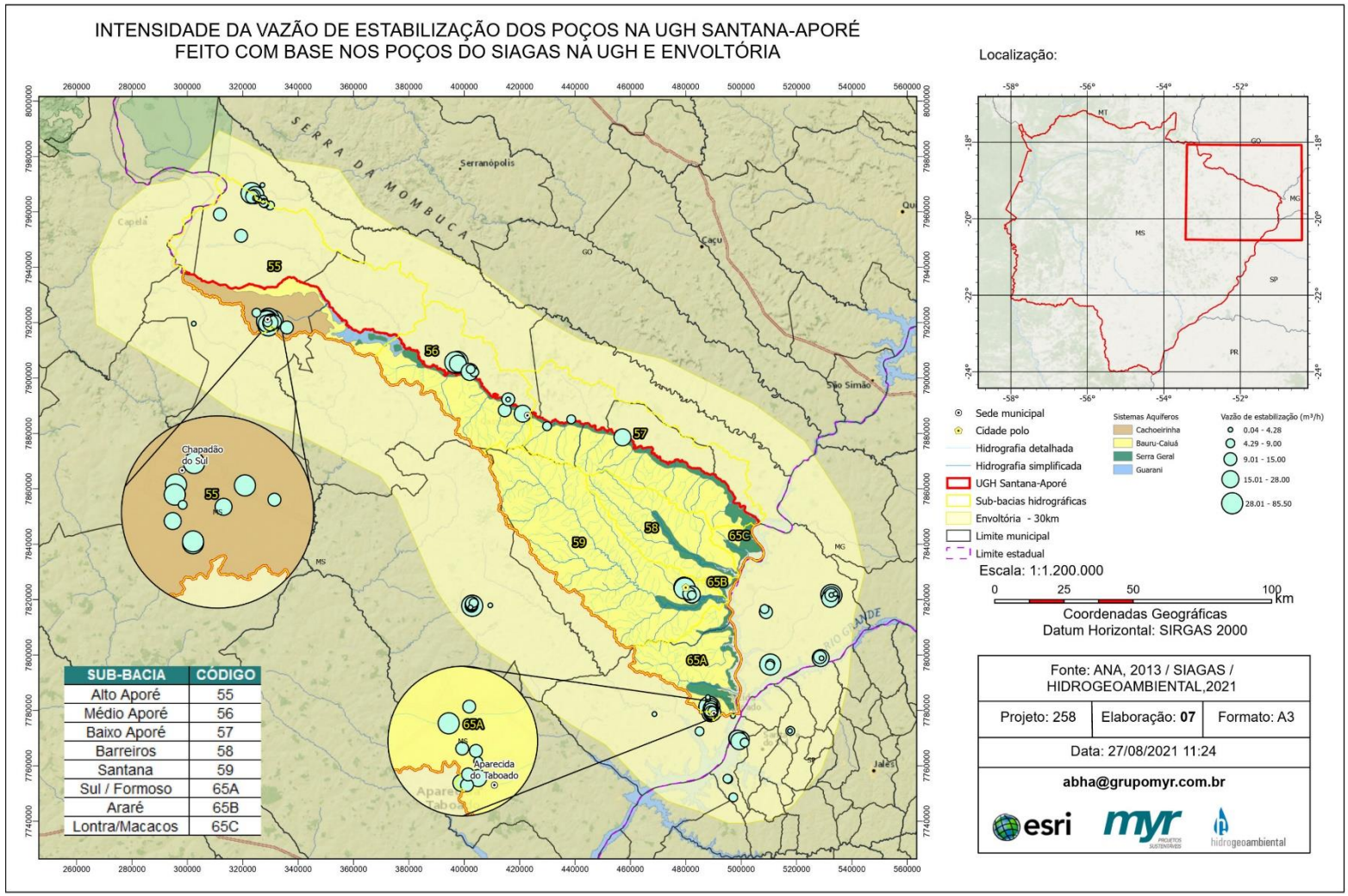


Figura 221 - Mapa de intensidade de vazões (Q) dos poços e afloramento no sistema de aquíferos na UGH e arredores.

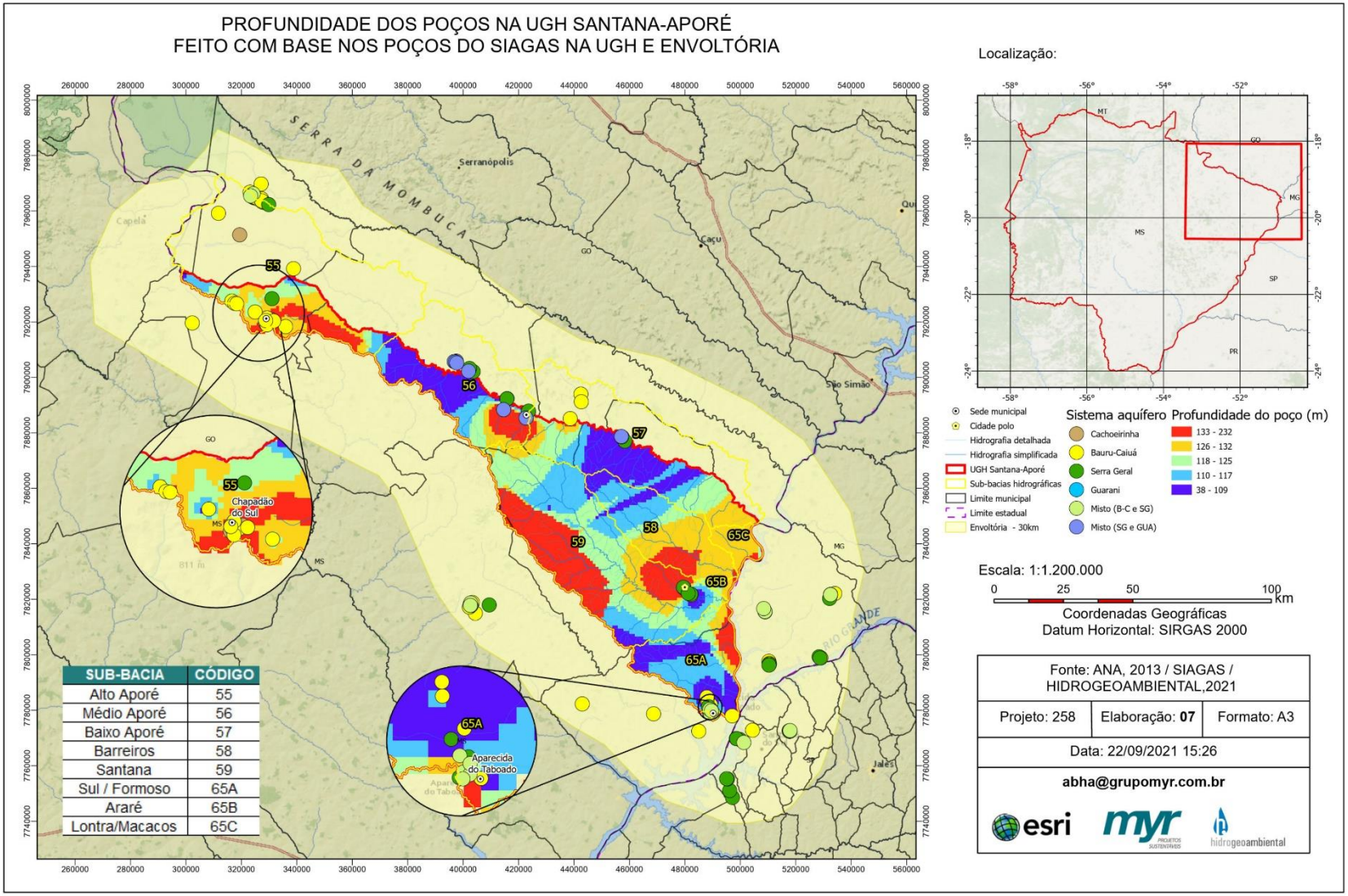


Figura 222 - Mapa temático da variação de profundidade de poço na UGH e arredores.

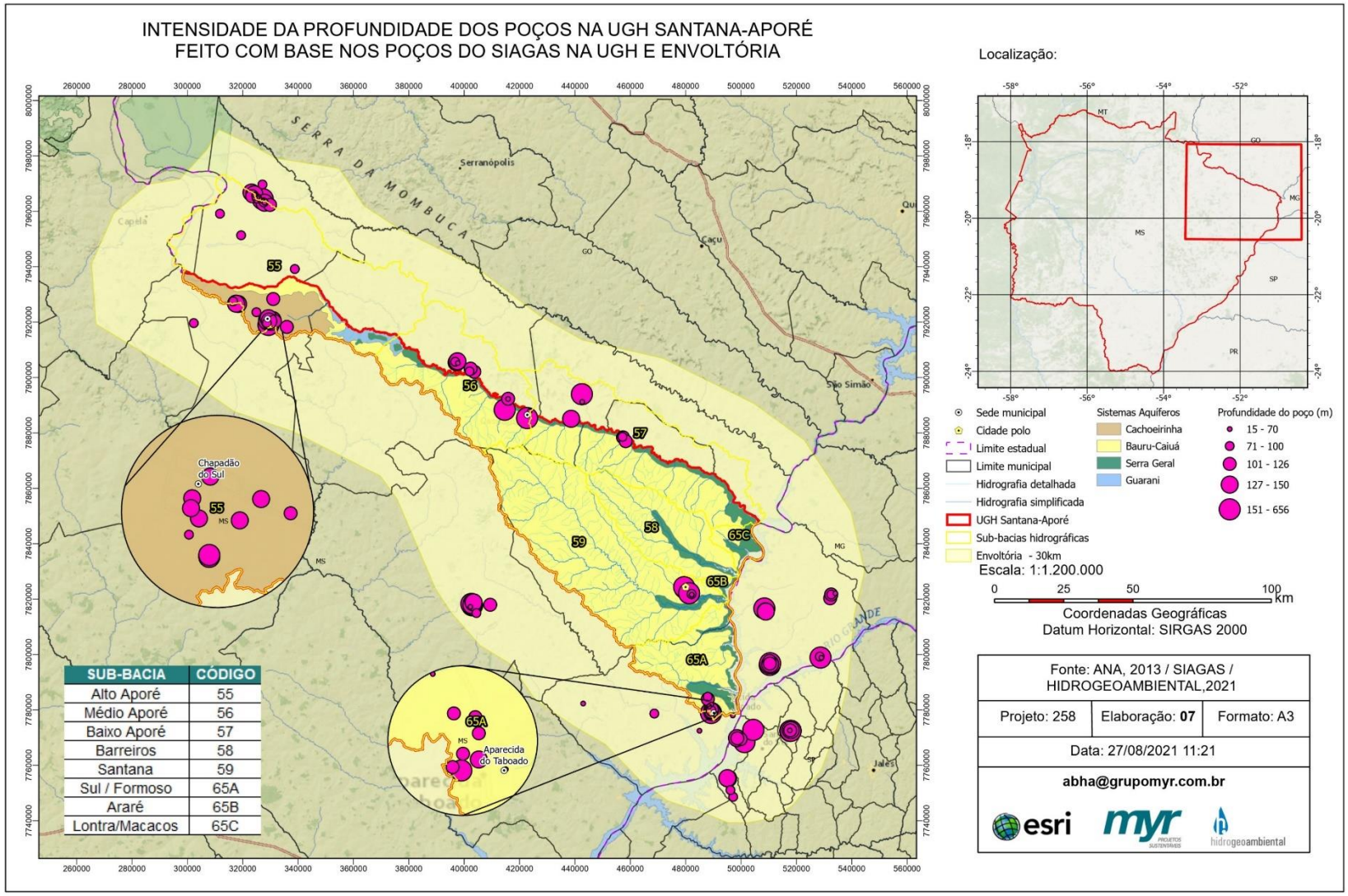


Figura 223 - Mapa de intensidade da variação de profundidade de poço na UGH e arredores.

8.2.2.2 Poços IMASUL

O Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) é o órgão responsável pela concessão da Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos nos corpos d'água de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul. A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos de gestão estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), e da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 2.406/2002). É uma autorização concedida pelo Estado, sob condições preestabelecidas, para usos da água utilizada diretamente de rios, lagos e córregos de domínio estadual e das águas subterrâneas**.**

Os processos de outorga de água subterrânea envolvem duas etapas distintas:

i) **Autorização para perfuração de poço**;
ii) **Outorga de direito de uso**.

Em âmbito estadual, a outorga de direito de uso de recursos hídricos foi regulamentada pelo Decreto nº 13990, de 02 de julho de 2014**.** Os critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos foram definidos pela Resolução CERH/MS N° 025, de 03 de março de 2015 considerando o disposto no art. 33° da Lei 2.406 de 29 de Janeiro de 2002 que discorre sobre as competências do Conselho Estadual de Recursos Hídricos**.** As normas e procedimentos de solicitação, análise de processos e de monitoramento são estabelecidas pela Resolução da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE) nº 21, de 27 de novembro de 2015. Ainda no contexto das Leis Estaduais, o gerenciamento dos recursos hídricos é legalmente amparado por uma série de outras Resoluções instituídas pelo CERH e pela atual SEMAGRO.

A Resolução SEMADE n. 21, de 27 de novembro de 2015 estabelece as normas gerais e procedimentos para outorga de usos de recursos hídricos no âmbito do Estado e

implanta as regras e o rol documental básico para solicitação, análise e monitoramento da outorga. A referida Resolução se apresenta na forma de um Manual de Outorga que constitui em documento para orientação dos procedimentos administrativos de requerimento, análise técnica para emissão do ato de outorga pelo IMASUL. Também estão definidos, os documentos e formulários a serem apresentados pelos usuários de água no momento da solicitação de outorga**.**

Os procedimentos gerais para a concessão de outorga de direito de recursos hídricos subterrâneos são estabelecidos pela Resolução SEMAC n. 21, de 23 de outubro de 2014, onde se encontra explicitado no Art. 3° a necessidade de requerimento para “Autorização Para Perfuração de Poço Tubular” que quando analisados e aprovados terão as devidas Autorizações.

O MS utiliza a autorização de perfuração de poço como instrumento administrativo prévio à outorga da água subterrânea, sendo esta autorização equivalente à outorga preventiva. Consiste na viabilidade da perfuração considerando-se o local do furo, a vulnerabilidade do aquífero, proximidade com corpos d’água e a disponibilidade hídrica (Resolução SEMADE n. 21, de 27 de novembro de 2015).

Para casos em que o uso da água subterrânea independe de outorga, dito uso insignificante, deve-se adotar os critérios definidos pela Resolução CERH/MS n 40, de 03 de Outubro de 2016 para emissão do “Certificado da Declaração de Uso de Recursos Hídricos Insignificante”. São considerados usos insignificantes, pelo Art. 3° (e com mudanças efetuadas pela Resolução CERH/MS n. 64/2020): I - Captações de água subterrânea através de poços tubulares, em zona rural e zona urbana não servida de rede pública de abastecimento, cujo volume seja igual ou inferior a 600 m³/mês (redação do inciso dada pela Resolução CERH/MS n. 64/2020); II - Captações de água subterrânea através de poços manuais independente de vazão ou profundidade; III - Captações de água subterrânea para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural; IV - Captações coletivas de água subterrânea para atendimento de projetos de assentamentos e demais beneficiários de reforma

agrária, bem como dos territórios indígenas e remanescente Quilombolas (inciso acrescentado pela Resolução CERH/MS n. 64/2020).

A atualização da situação da concessão de outorgas para poços inseridos na UGH Santana-Aporé foi baseada em pesquisas na plataforma do IMASUL, com dados quantitativos de cadastramento de poços, em consultas efetuadas no começo de 2021. Compreendem 137 processos registrados de poços com outorga ou sujeito às regras de outorgas, nos municípios de Aparecida do Taboado, Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba.

Os corpos d'água subterrânea explotados (ou que virão a ser), indicados na base de outorgas do IMASUL, abrangem os sistemas aquíferos Bauru-Caiuá, Serra Geral e Guarani, sendo considerados os poços inseridos dentro da UGH Santana-Aporé. Também foram efetuados contatos com técnicos do IMASUL, para complementação de dados ou esclarecimento de dúvidas sobre os processos ali cadastrados, os quais contemplam as seguintes categorias:

A - Outorgados - poços e processos de perfurações de poços regularizados: 16 poços com outorga para uso dos recursos hídricos e 11 processos de autorização de perfuração de poço.

B - Validados - poços cuja vazão é considerada de uso insignificante: 16 poços.

C - Enviados - poços cadastrados pelo IMASUL em campo como de uso insignificante e que passam posteriormente para a situação de "validados" - não constava qualquer poço nesta situação na UGH Santana Aporé.

D - Sujeito à outorga - poços não regularizados, mas que necessitam da outorga para regularização. Nesta situação, constavam 94 poços, ou seja, a maioria da base.

Algumas informações precisaram ser corrigidas com apoio técnicos da IMASUL, como é o caso dos poços DURH015758 e DURH015634, que estavam cadastrados com vazão anômala (elevada) de 950 e 7400m³/h. Segundo contatos com o IMASUL, os valores

corrigidos passaram para 0,95 e 200 m³/h, nesta ordem.

Outra questão a se destacar é que os dados em processo de “autorização para perfuração de poço” (11 no total) foram desconsiderados na totalização aqui efetuada para fins de avaliação hidrogeológica, por ainda não se caracterizar como informação real e sim uma intenção de perfuração. Assim, a totalização utilizada na UGH é de 126 poços, sendo que a **Figura** 224 mostra sua localização.

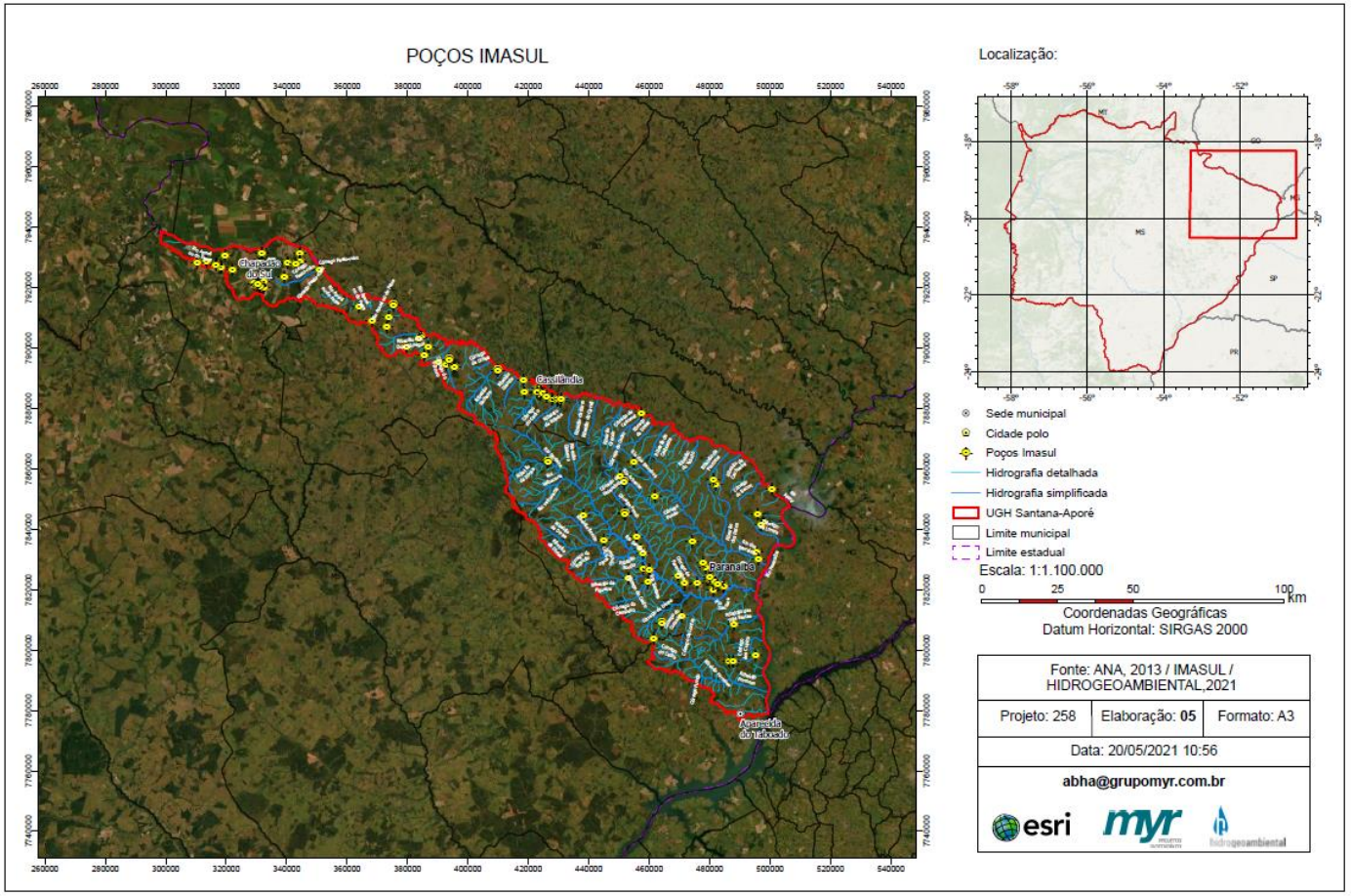


Figura 224 - Distribuição dos poços que a IMASUL mantinha cadastrados na UGH.

As Tabela 73 e Tabela 74 apresentam a quantidade de poços por município e por sub-bacia na UGH, respectivamente. Estes dados indicam maior número de poços em Paranaíba (60), seguidos de Chapadão do Sul e Cassilândia (32 cada). Quanto às sub-bacias, há em maior número na bacia do rio Santana (45), seguidos das sub-bacias do Alto Aporé (36) e Médio Aporé (23).

Tabela 73 - Quantidade de poços IMASUL por Município na UGH.

Municipio →	Chapadão do Sul	Cassilândia	Paranaíba	Aparecida do Taboado
Número de Poços →	32	32	60	2

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 74 - Quantidade de poços IMASUL por sub-bacia na UGH.

Sub-bacia →	Alto Aporé	Médio Aporé	Baixo Aporé	Santana	Barreiros	Lontra/ Macacos	Araré	Sul/ Formoso
Número de Poços →	36	23	10	45	7	3	0	2

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A situação cadastral dos 126 poços da base IMASUL é mostrada na **Figura 225**, seja pelo total de poços (situação geral), seja por sistema aquífero. Destaca-se que 74% desses poços (94) está como “sujeito à outorga”.

Quanto aos sistemas aquíferos captados, 123 poços possuem esta informação, e 3 não. Encontram-se, assim, 107 registrados com captações no sistema aquífero Bauru-Caiuá (84,9% dos 126); 11, no Serra Geral; e 5 no Guarani.

Entre os poços outorgados (direito de uso do recurso hídrico), 75% são de captação no sistema Bauru-Caiuá; e 25% no Serra Geral. Naqueles categorizados como de uso insignificante (16 poços), 88% (14) são relacionados ao sistema Bauru-Caiuá.

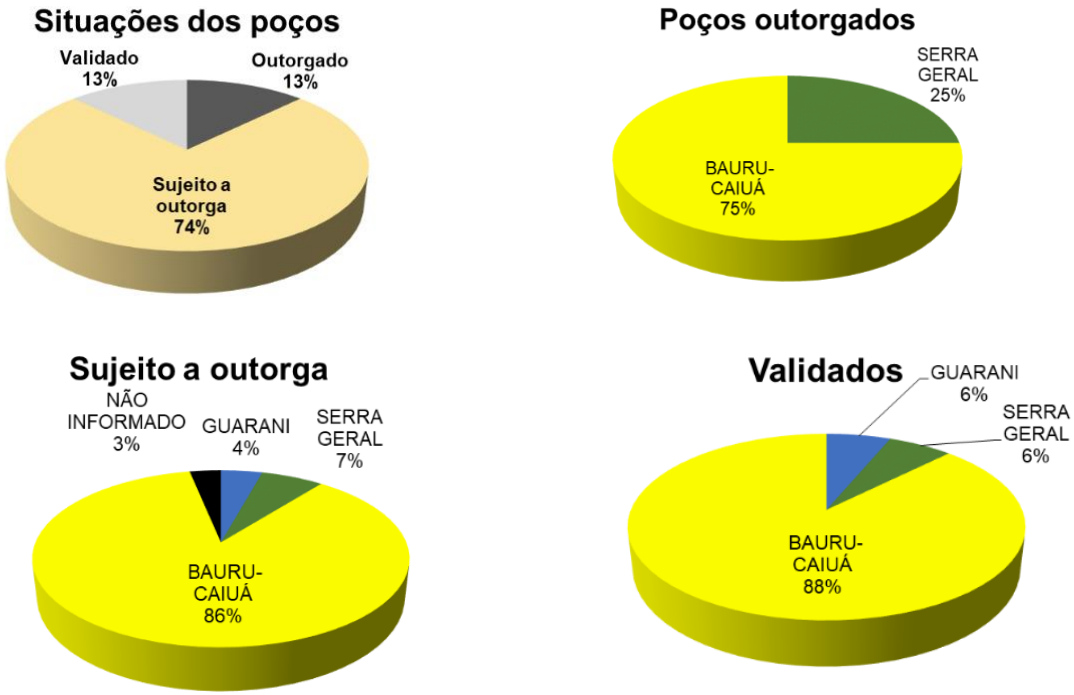


Figura 225 - **Situação cadastral dos poços na base do IMASUL e distribuição por sistemas aquíferos informados.**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

As estatísticas dos poços e parâmetros hidrodinâmicos da base IMASUL dentro da UGH são mostradas na Tabela 75, indicando mediana de 100m de profundidade (média de 106,7m).

O poço com maior profundidade (860,5m) situa-se em Paranaíba (SANESUL; abastecimento público), extraindo águas do sistema aquífero Guarani (no entanto, na base original do IMASUL, está definido como sistema aquífero Bauru; este ajuste interpretativo foi efetuado). Raciocínio análogo se aplica a pelo menos dois poços em Cassilândia (profundidades de 300 e 320m; vazões respectivas de 253,9 e 150,0 m^3/h, também indicados como de extração de água do sistema Bauru na base do IMASUL).

Quanto à vazão, a média por poço é de 25,46 m³/h (mediana de 9,66 m³/h), variando de 0,42 a 434 m³/h. Nota-se ainda que os demais parâmetros apresentam poucos dados (entre 10 e 14 poços apenas com dados de Prof. NE, Prof. ND, Q/s, entre os 126).

Tabela 75 - Caracterização de poços e hidrodinâmica na UGH – base IMASUL (outorgas).

	PROF. DO POÇO (m)	PROF. ND (m)	PROF. NE (m)	REBAIXA-MENTO (m)	CAPACIDADE ESPECÍFICA (m³/h/m)	VAZÃO (m³/h)
MINIMO	4,0	5,1	3,9	0,1	0,19	0,42
MAXIMO	860,5	74,7	74,6	32,1	91,30	434,00
MEDIANA	100,0	41,2	23,4	5,0	5,48	9,66
MÉDIA	106,7	36,9	31,4	7,7	11,17	25,46
N	126	10	10	10	14	126

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Na Tabela 76 foi feita a distribuição por sub-bacia: aquela com maior número de poços é a do rio Santana (47), seguida do Alto Aporé (36) e Médio Aporé (23). Na base utilizada pelo IMASUL, não é considerada diferenciação Bauru-Caiuá / Cachoeirinha.

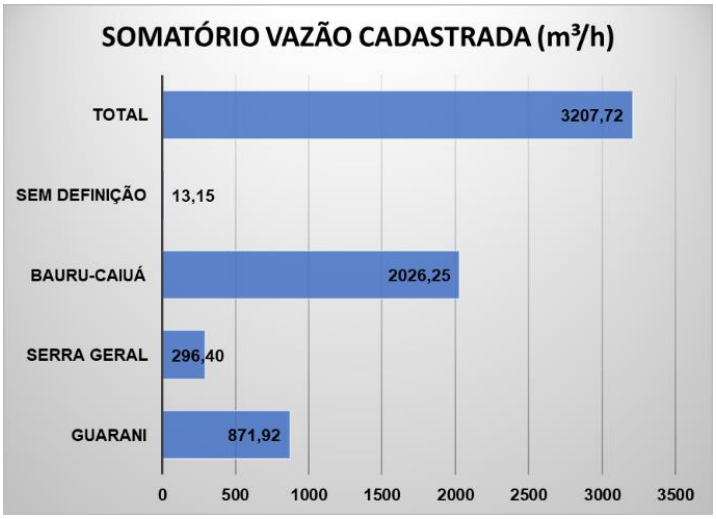
Tabela 76 – Distribuição dos dados de poços IMASUL utilizados por sub-bacia.

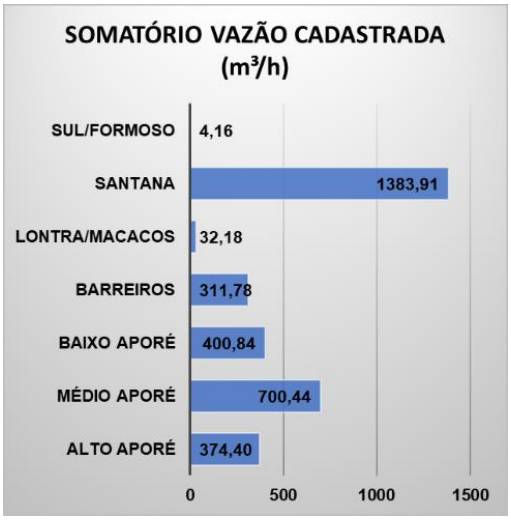
Sub-bacia / Aquífero	Alto Aporé	Médio Aporé	Baixo Aporé	Santana	Barreiros	Lontra/ Macacos	Araré	Sul/ Formoso
Bauru-Caiuá	34	14	7	43	5	3	-	1
Serra Geral	-	7	2	-	1	-	-	1
Guarani	2	2	-	1	-	-	-	-
Sem definição	-	-	1	1	1			

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Considerando-se o ajuste ao menos nos 3 poços indicados anteriormente (de Bauru para Guarani), tem-se o panorama indicado na **Figura 226**, com vazão total na UGHI 3.207,72

m³/h na UGH, sendo 2.026,25 m³/h (63,17% do volume extraído) no sistema aquífero Bauru; e 871,92 m³/h (27,18 m³/h) no aquífero Guarani. O sistema Serra Geral representa apenas 9% em volume.





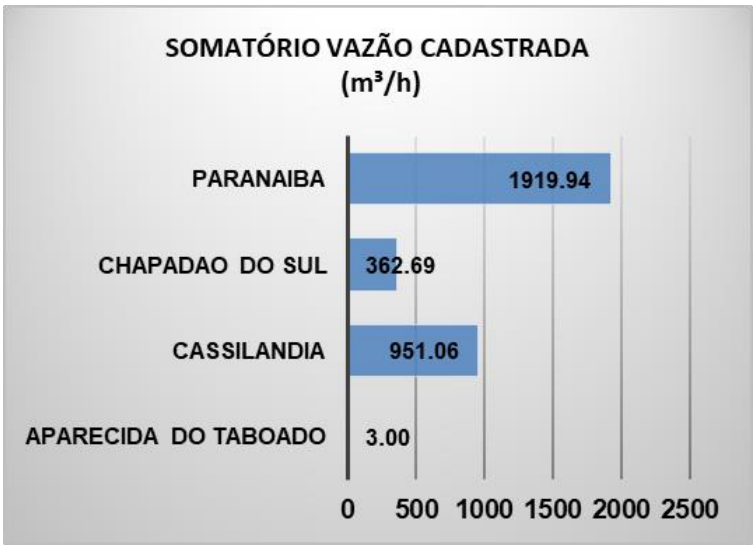


Figura 226– **Distribuição das vazões cadastradas nos poços IMASUL por sistemas aquiferos, subbacias e municipios.**

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Na divisão por sub-bacia, tem maior vazão na bacia do rio Santana (1.383,91 m³/h, ou 43,1%), seguidas das sub-bacias do Médio Aporé (700,44 m³/h - 21,8%), Alto Aporé (374,40 m³/h – 11,7%) e Baixo Aporé (311,78 m³/h – 9,7%). Tais números são influenciados pelos poços no aquífero Guarani (de vazão mais elevada), além de alguns poços nos demais aquíferos (sobretudo registrados como Bauru-Caiuá), os quais se destacam também com vazões expressivas.

No caso da bacia do rio Santana, cerca de 1/4 da vazão total equivale ao “poção” no aquífero Guarani, que é utilizado pelo sistema de abastecimento municipal (SANESUL). No caso do Médio e Alto Aporé, são poços em aquíferos variados (Bauru, Guarani e Serra Geral). Também chama atenção o pequeno número de outorgas e vazão total com dados de Aparecida do Taboado na base do IMASUL.

Quanto à finalidade de usos, os dados do IMASUL indicam os seguintes números de poços: abastecimentos públicos (8 poços), consumo humano (30), dessedentação animal (24), indústria (24), irrigação (40), mineração (2) e outras finalidades de uso (34) - Figura 227. Em termos relativos, esses dados indicam que 30% dos poços destinam suas águas

ao abastecimento público ou consumo humano, 19% para dessedentação animal, 19% para indústria, 3% irrigação, 2% mineração e 27% para outras finalidades.

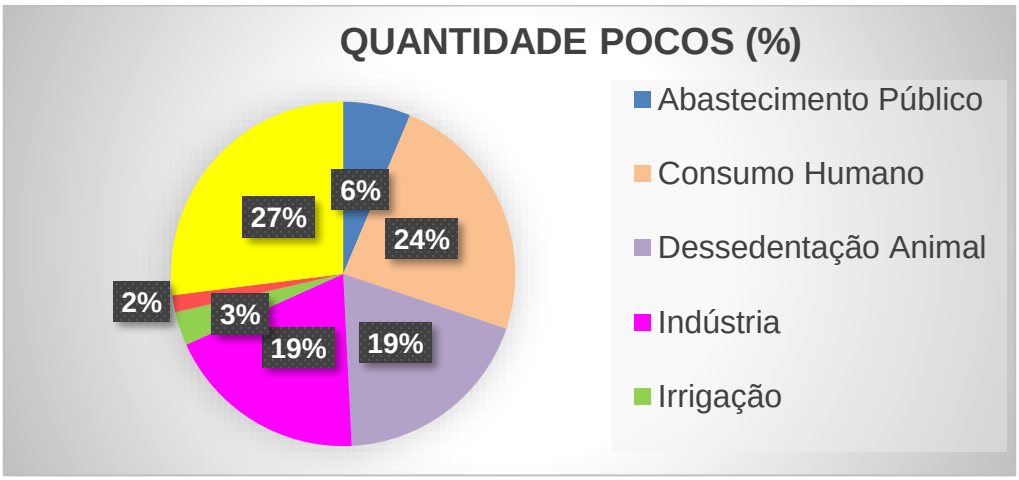


Figura 227 - Distribuição do % de número de poços quanto ao uso/finalidade das águas subterrâneas na UGH, com base nos dados do IMASUL.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Considerando-se dados de vazão total, a Figura 228 mostra o panorama da base IMASUL, destacando-se abastecimento público (29,5%) e consumo humano (29%) – totalizando mais da metade da vazão total -, seguido de indústria (13,4%), outras finalidades (8,8%) e irrigação (7,5%). Mineração está associada ao sistema Serra Geral.

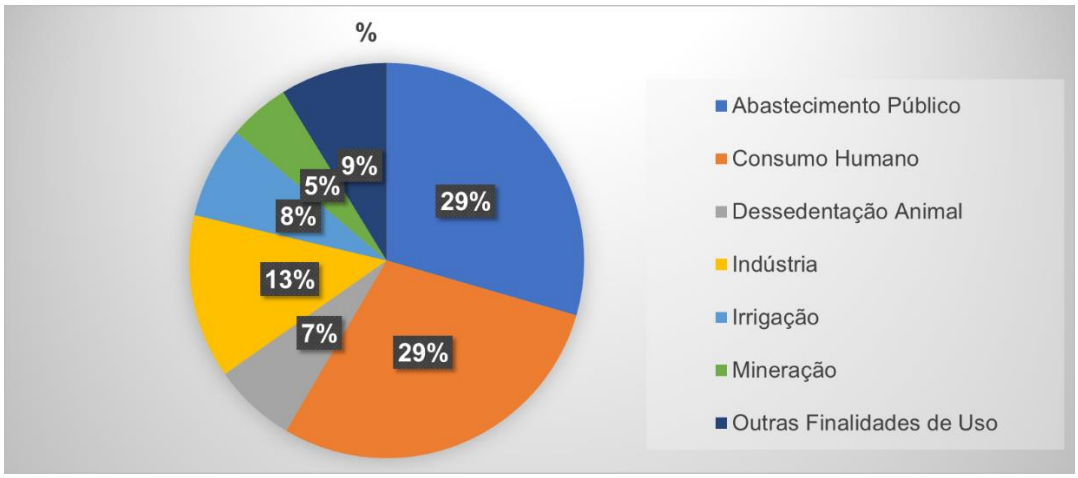


Figura 228– Distribuição do % de vazão quanto ao uso/finalidade das águas subterrâneas na UGH, com base nos dados do IMASUL.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

8.2.2.3 Outras Bases de poços

Este subcapítulo compõe dados e informações levantados de outras fontes além do SIAGAS (CPRM), RIMAS (CPRM) e IMASUL: SANESUL, DAE (Cassilândia) e trabalhos técnico-científicos, além de material levantado em trabalho de campo realizado em fev./2021.

8.2.2.3.1 SANESUL, DAE-Cassilândia e trabalho de campo

Os poços inventariados a partir de material repassado pela SANESUL (Aparecida do Taboado, Paranaíba e Chapadão do Sul) e DAE (Cassilândia) são especializados na Figura 229. A distribuição em números destes pontos de captação de água subterrânea por municípios e por sub-bacias é mostrada nas Tabela 77 e Tabela 78, respectivamente.

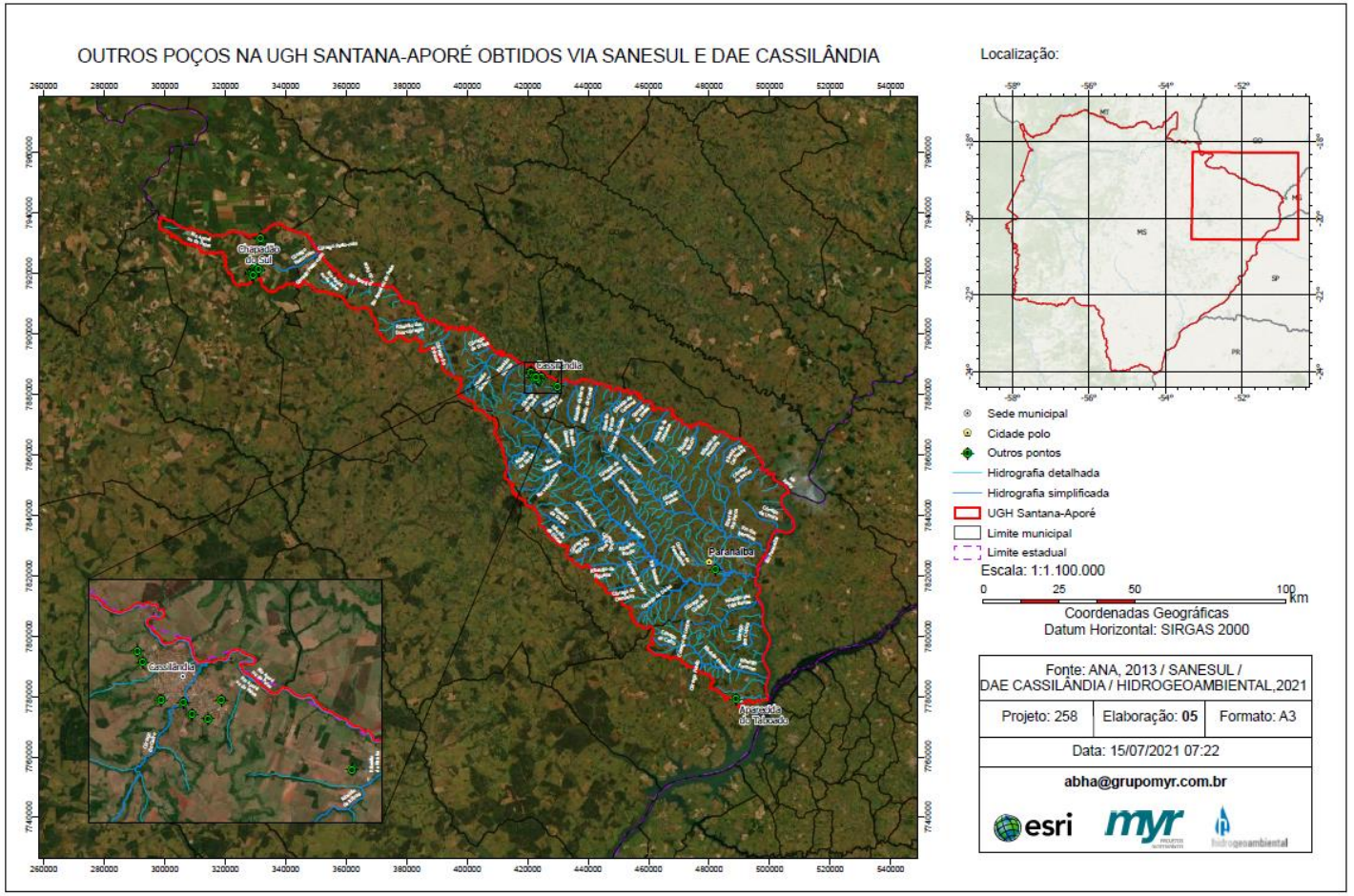


Figura 229 – Poços levantados na UGH através da SANESUL e DAE de Cassilândia

Tabela 77 – Distribuição de poços - SANESUL e DAE-Cassilândia, por Município.

Municipio	Chapadão do Sul	Cassilândia	Paranaíba	Aparecida do Taboado
Número de Poços	11	8	1	1

Tabela 78 - Distribuição de poços - SANESUL e DAE-Cassilândia, por Sub-bacia.

Sub-bacia →	Alto Aporé	Médio Aporé	Baixo Aporé	Santana	Barreiros	Lontra/Macacos	Araré	Sul/Formoso
Número de Poços	11	6	2	1	0	0	0	1

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Na cidade de Chapadão do Sul, a SANESUL utiliza cerca de 11 poços para extração de água (10 com dados disponíveis). Em Cassilândia, o DAE da prefeitura local informa que há 8 poços usados para abastecimento urbano. As informações básicas desses poços são sintetizadas na Tabela 79.

.

Tabela 79 – Informações dos poços e de abastecimento da SANESUL e DAE/Cassilândia, utilizados no abastecimento urbano – dados de 2021.

Poço	Municipio	Aquífero captado	Data Perfuração	Prof. (m)	Vazão (m³/h)	Prof. NE (m)	Prof. ND (m)	Capac. espec. (m³/h/m)	Utilização diária	Temp. água (ºC)
PT 01	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PT 02	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PT 03	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	23,5
PT 04	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PT 05	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PT 06	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	27,5
PT ETA	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	27,5
PT ST	Cassilândia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	26,5
PAR013	Paranaiba	Guarani	2015	866,5	350,6	Jor.	27,25	16,07	14	~45
APT015	Aparecida do Taboado	Guarani	2016	1068,7	329,2	Jor.	27,25	15,92	15,9	~47
CPS003	C. do Sul	Cachoeirinha	1989	131,5	30,3	48,1	68,7	1,73	10,4	nd
CPS004	C. do Sul	Cachoeirinha	1990	130	46,5	42	47	8,2	12	nd
CPS005	C. do Sul	Cachoeirinha	1996	158	41,2	64	78	2,69	10,8	nd
CPS006	C. do Sul	Cachoeirinha	1997	150	65,1	52	68	3,25	12	nd
CPS007	C. do Sul	Cachoeirinha	2011	94	25,5	57	71	1,21	10,3	nd
CPS010	C. do Sul	Serra Geral/ Cachoeirinha	2005	136	65,2	57,8	68,9	6,21	9,7	nd
CPS011	C. do Sul	Cachoeirinha	2008	143,5	45,2	52,5	62	4,11	12,1	nd
CPS012	C. do Sul	Cachoeirinha	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

CPS013	C. do Sul	Cachoeirinha	2014	132	81,2	47,1	57,3	8,60	12	nd
CPS014	C. do Sul	Cachoeirinha	2018	152	113,7	53,8	68,3	6,06	11,8	nd
CPS015	C. do Sul	Cachoeirinha	2018	152	119,2	63,7	75,6	6,66	9,8	nd

Obs.: a) SANESUL - vazão e tempo de operação (horas médias/dia) – dado mais recente (maio/2021); Prof. NE, Prof. ND e Q/s – dado do teste de bombeamento; b) DAE/Cassilândia – dados de temperatura – jan./2021.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Os dados apresentados na Tabela anterior são importantes para complementar as bases de poços do SIAGAS (CPRM) e IMASUL, quanto ao entendimento da explotação dos principais sistemas aquíferos regionais.

Destacam-se os dois “poções”, que extraem água do aquífero Guarani (parte confinada) e hoje abastecem total (Aparecida do Taboado) ou parcialmente (Paranaíba) as sedes urbanas destes municípios. São poços significativamente profundos (866,5 e 1068,7m, respectivamente), de grande vazão (vazão de teste de cerca de 400m^3/h), bastante utilizados (vazão média > 300 m^3/h e tempo de operação diária ≥ 14h, segundo dados mais recentes disponíveis, de maio de 2021), com temperatura natural da água entre 45 e 47ºC. Essa temperatura mais elevada é devido à pressão do pacote rochoso sobrejacente aos arenitos Juro-Cretáceos que perfazem o aquífero Guarani – pelos perfis construtivos, é possível notar espessura entre 600 e 800m de rocha basáltica até de alcançar o aquífero Guarani em si.

O perfil de poços é bastante distinto em Chapadão do Sul, onde se extrai água de aquíferos livres, com poços mais rasos (até 158m) e vazões embora boas (entre cerca de 25 e 120 m^3/h), mas certamente menores que aquelas do aquífero Guarani confinado. Os aquíferos são notadamente arenosos, com filtros normalmente em mais de uma seção, com eventual presença de rocha basáltica na base do pacote (caso específico do poço CPS-010 em Chapadão do Sul). Note-se ainda que os perfis descritivos não trazem distinção no pacote arenoso entre Grupos Bauru/Caiuá e Formação Cachoeirinha, incluindo todo pacote como Formação Cachoeirinha, o que mais uma vez evidencia a falta de padronização nos descritivos em relação a outras bases (SIAGAS e IMASUL).

Já a base de Cassilândia (DAE) apresenta a localização, mas não os perfis descritivos e características operacionais dos poços.

Há, assim, dois tipos de poços e de realidades hídricas nas captações subterrâneas da SANESUL: Chapadão do Sul (com aquíferos arenosos livres) e Paranaíba / Aparecida do Taboado (com “poções” - Guarani / aquífero confinado). Para o primeiro conjunto, a Tabela 80 mostra

estatística básica: média e mediana da profundidade dos poços de 138 e 144m, respectivamente; vazões de teste com valores de 41m^3/h (mediana) e 52,92 m^3/h (média); capacidade específica de teste com média e mediana de 4,72 e 4,11 m^3/h/m, nesta ordem.

Tabela 80 – Características de poços e hidrodinâmicos – poços da SANESUL no sistema aquífero livre de Chapadão do Sul (indicado nos perfis como Formação Cachoeirinha).

	PROF. POÇO (m)	NE (m)	ND (m)	REB. (m)	COTA NE (m)	VAZÃO (m³/h)	CAP. ESP. (m³/h/m)
N	9	9	9	9	9	9	9
MÁXIMO	158	68,0	78,0	19,9	772,9	88,00	8,60
MÉDIA	138	55,1	64,4	12,8	766,1	52,92	4,72
MEDIANA	144	53,8	68,3	14,0	767,0	41,00	4,11
MINIMO	94	42,0	47,0	5,0	752,0	17,00	1,21

Foram efetuadas vistorias de campo em alguns poços, em 2021, com destaque para os dois “poções” da SANESUL no aquífero Guarani, em Aparecida do Taboado (denominado APT-015) e Paranaíba (PAR-013) Figura 230.

O perfil geológico-construtivo de APT-015 é mostrado na Figura 231, sendo este poço responsável atualmente pelo abastecimento da sede urbana municipal. Já o perfil do poço PAR-013 é apresentado na Figura 232, o que corresponde hoje a cerca de 70% do abastecimento urbano de Paranaíba. Segundo informado em visita de campo, este poço tem deixado as características de jorrante desde meados de 2019.

Outra questão que se destaca é a temperatura natural das águas (≥ 45°C), necessitando de um sistema resfriador (Figura 230). Maiores informações sobre qualidade serão mostradas no Capitulo 8.6.

Embora não haja dados de perfis dos poços do DAE/Cassilândia, alguns deles encontram-se na base de outorgas do IMASUL. Pela profundidade com que alcançam pelo menos dois deles (300 a 320m) e respectivas vazões (150 a 253 m^3/h), é bem provável que captem água no aquífero Guarani (ou mistura com as camadas acima –

Bauru-Caiuá e/ou Serra Geral); mas na base do IMASUL, encontram-se como do "sistema Bauru".

Figura 230 - Poções usados pela SANESUL no abastecimento de água em Aparecida do Taboado-MS (7779074 N e 488909 E UTM 22S) e Paranaíba (7821780N e 482101E UTM 22S): A – vista do poção e caixa de resfriamento da água que sai em Aparecida do Taboado; B – vista do poção em Aparecida do Taboado; C- vista do poção e da caixa de resfriamento em Paranaíba; D – vista do poção em Paranaíba.

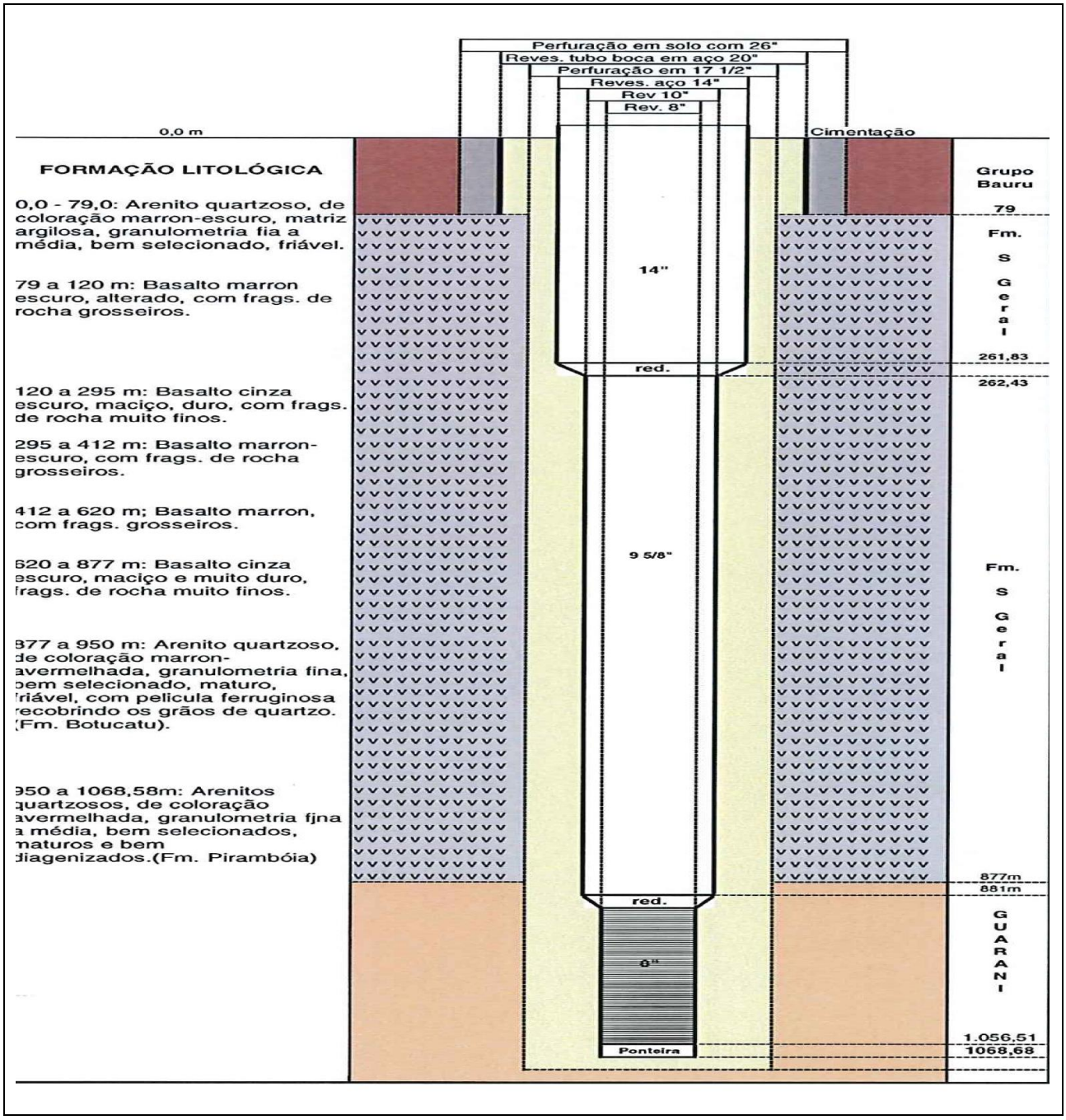


Figura 231 – Perfil do poção instalado no município de Aparecida do Taboado para abastecimento urbano pela SANESUL (Poço APT 015).

Fonte: SANESUL.

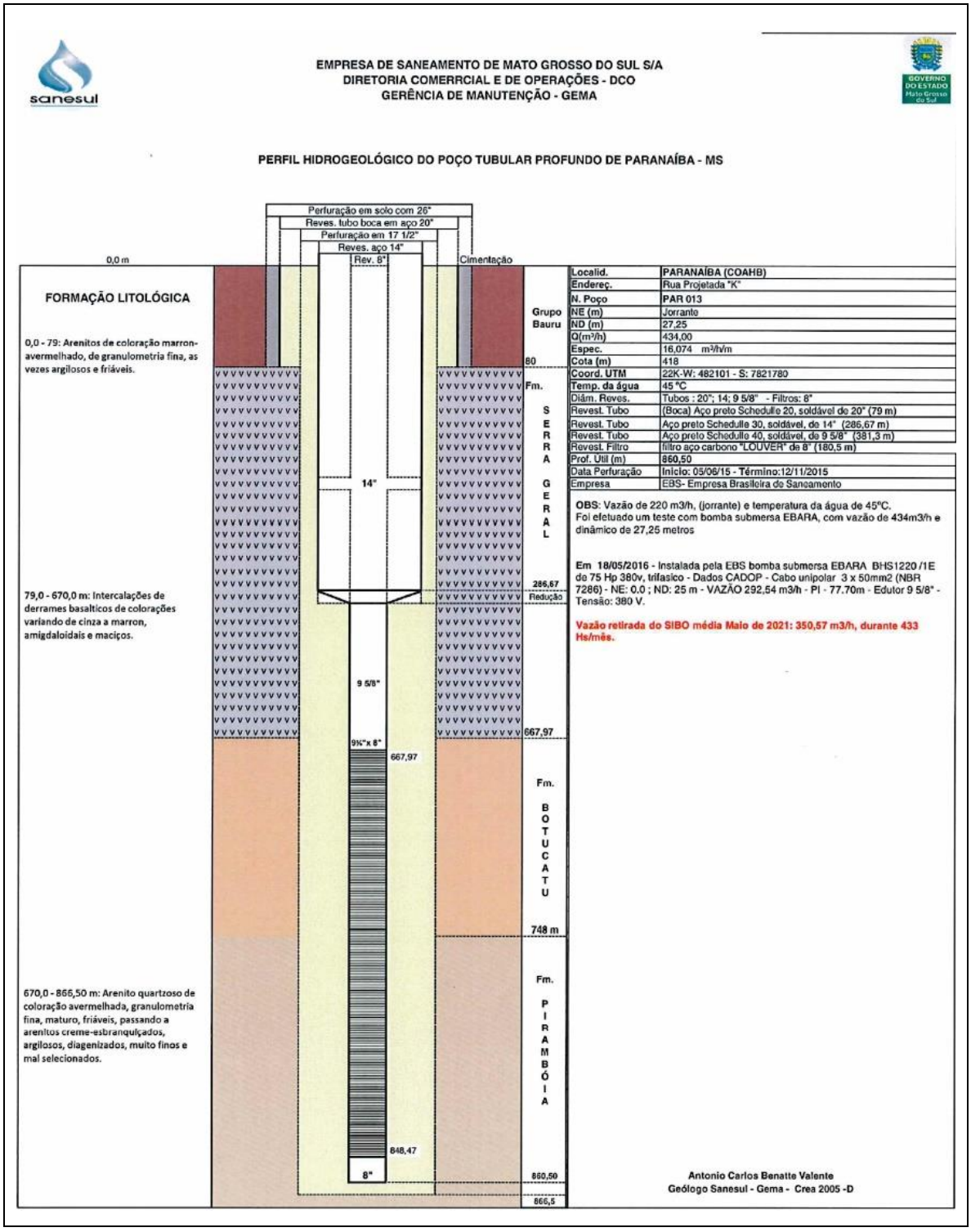


Figura 232 – Perfil do poção instalados no município de Paranaíba para abastecimento urbano pela SANESUL (Poço PAR 013).

Fonte: SANESUL.

8.2.2.3.2 Dados de publicações técnico-cientificas

Além das bases anteriores, foram efetuadas buscas de publicações técnico-científicas, principalmente quanto à caracterização hidrogeológico-hidrodinâmica regional dos sistemas aquíferos Guarani, Serra Geral e Bauru/Caiuá.

A Figura 233 apresenta o mapa potenciométrico do sistema aquífero Guarani no Estado do Mato Grosso do Sul, elaborado por Gastmans & Kiang (2003). Este estudo contextualiza a ocorrência e potenciometria deste aquífero de forma regional, sendo possível identificar a UGH Santana-Aporé através dos quatros municípios (Chapadão do Sul, Cassilândia, Paranaíba e Aparecida do Taboado), na porção nordeste do estado. As áreas de recarga (porções livres) neste setor são mais a norte/NW/oeste da UGH, com pequena extensão aflorante dentro da UGH.

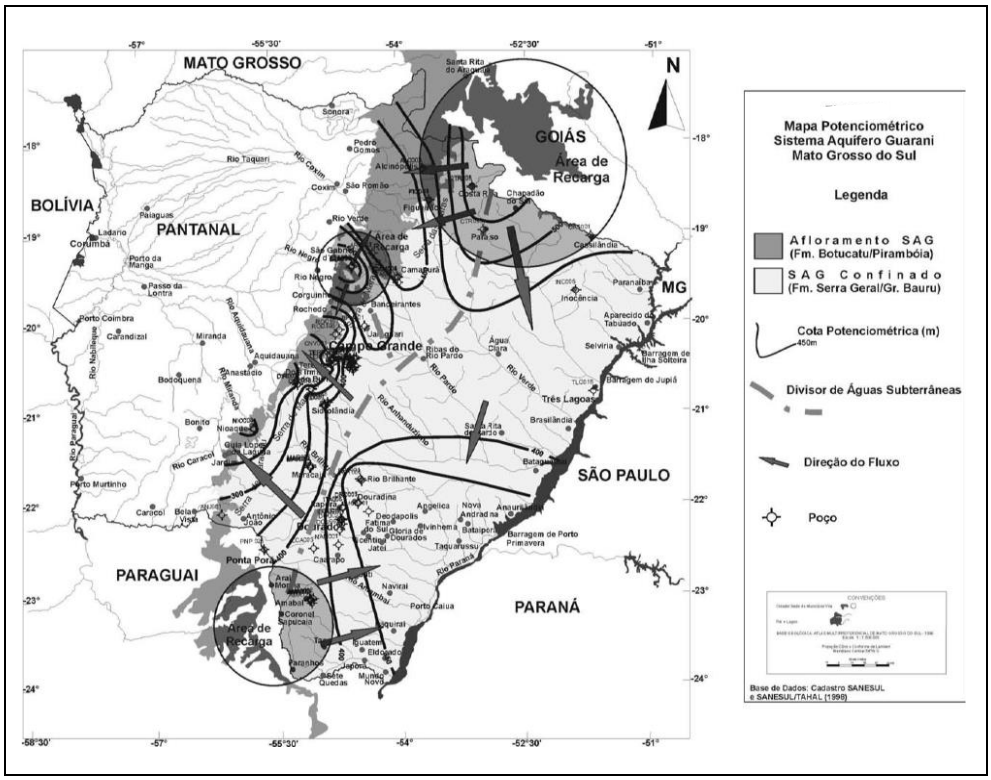


Figura 233 – Mapa potenciométrico, áreas aflorantes e confinadas do Sistema Aquifero Guarani no Estado do Mato Grosso do Sul.

Fonte - Gastmans & Kiang (2003)

Nota-se um divisor hidrogeológico entre Chapadão do Sul e Costa Rica (MS), de forma que os fluxos subterrâneos, adentrando à porção confinada, são aproximadamente de N/NW a S/SE na UGH Santana-Aporé, corroborando com a disposição 3D das camadas geológicas na bacia vulcanossedimentar do Paraná e rumo ao centro da bacia (calha do rio Paraná). Nesta UGH, as cotas potenciométricas (cargas hidráulicas) são de cerca de 550m (Chapadão do Sul) a menos de 450m (Aparecida do Taboado).

Em termos gerais, o Sistema Aquífero Guarani é transfronteiriço (abarcando inclusive áreas de países vizinhos, como Paraguai, Argentina e Uruguai), dentro da Bacia do Prata, na qual ocupa aproximada 1.194.000 km^2 (840.000 km^2 em território brasileiro). À exceção das áreas de recarga (porção livre), boa parte de sua extensão encontra-se confinada, sobreposta por rochas basálticas da Formação Serra Geral, cuja espessura pode chegar a 1000 m (ARAÚJO et al., 1995 apud Gastmans & Kiang, 2003). Isso é corroborado pelos dados dos “poções” de Paranaíba e Aparecida do Taboado, descritos anteriormente.

As principais características hidrodinâmicas do sistema aquífero Guarani são apresentadas na Tabela 81, segundo trabalho de Gastmans & Kiang (2003).

Tabela 81– Parâmetros hidrodinâmicos do sistema aquífero Guarani (SG) no Estado de São Paulo e na Bacia do Paraná em geral.

PARÂMETRO	SAG – ESTADO DE SÃO PAULO (Sracek & Hirata, 2002)	SAG -BACIA DO PARANÁ (Araújo et al., 1999)	
		Fm. Botucatu	Fm. Piramboia
POROSIDADE (%)	10 - 15	17 - 30	14 - 24
CONDUTIVIDADE HIDRAULICA (m/dia)	12,96	8,7	1,9
TRANSMISSIVIDADE (m²/dia)	39 - 1035	2,4	-
COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO	4×10^{-5} - 2×10^{-4}	-	-

Fonte: Gastmans & Kiang (2003).

Quanto ao sistema aquífero Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul, estudos mostram que as profundidades dos poços perfurados nos basaltos da unidade homônima apresentam valores que variam entre 30 e 300 m, onde a grande maioria possui entre 100

e 150 m (Lastoria et al. 2006). Este estudo indica que o aumento de profundidade dos poços não corresponde a um aumento linear da vazão, não existindo, assim, relação entre profundidade dos poços e vazão. Por outro lado, a extração de água neste sistema deve estar controlada pela presença de estruturas nas rochas (juntas, contatos, diáclases, fraturas etc.). Outro fator que pode influenciar é o grau de alteração intempérica das rochas.

Lastoria et al. (2006) utilizaram dados de poços da SANESUL em municípios do Estado do MS e de poços particulares em Campo Grande, com uma estatística básica de parâmetros hidrodinâmicos - Tabela 82, a partir de poços de Campo Grande. Os valores da profundidade do NE e ND neste sistema aquífero apresentam medianas de 12,5m e 40,50m, respectivamente. A vazão gira em torno de 15,30 m³/h (mediana) e 21,88 m³/h (média); a capacidade específica tem mediana de 0,93 m³/h/m e média de 2,07 m³/h.

Tabela 82 - Dados hidrogeológicos dos poços contidos no sistema aquífero Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul

VALORES ESTATÍSTICOS	VAZÃO (m³/h)	PROF. NE (m)	PROF. ND (m)	REBAIX. (m)	CAPACIDADE ESPECÍFICA (m³/h/m)
MÉDIA	21,88	21,38	47,39	26,52	2,07
MEDIANA	15,30	12,25	40,50	20,80	0,93
MAXIMO	144,00	171,00	179,00	125,00	50,00
MINIMO	0,30	0,00	4,50	0,50	0,03

Fonte - Lastoria et al. 2006

Segundo CPRM (2012b), a bacia continental intracratônica do Bauru formou-se por compensação isostática posterior aos derrames basálticos da Formação Serra Geral. O sistema aquífero Bauru-Caiuá no Brasil abrange os estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás, sobretudo nos três primeiros (Figura 234). Trata-se de um pacote de rochas predominantemente arenosas, com variações litológicas e faciológicas (descritivos nos Capítulos 4.2.1 e 4.2.2), que se constitui em aquífero livre acessível (rochas não muito rígidas

para perfuração; profundidade até o substrato hidrogeológico de cerca de 100-150m), sendo fonte de água para muitos municípios, notadamente os de pequeno/médio porte situados em sua exposição.

CPRM (2012b) apresenta uma síntese de dados hidrodinâmicos do sistema aquífero Bauru-Caiuá no Estado de Mato Grosso do Sul, a partir do clássico levantamento da TAHAL (1998), com distinção entre as unidades Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília - Tabela 83, com menores valores médios de Q/s nas porções Adamantina e Marília; maiores nas demais.

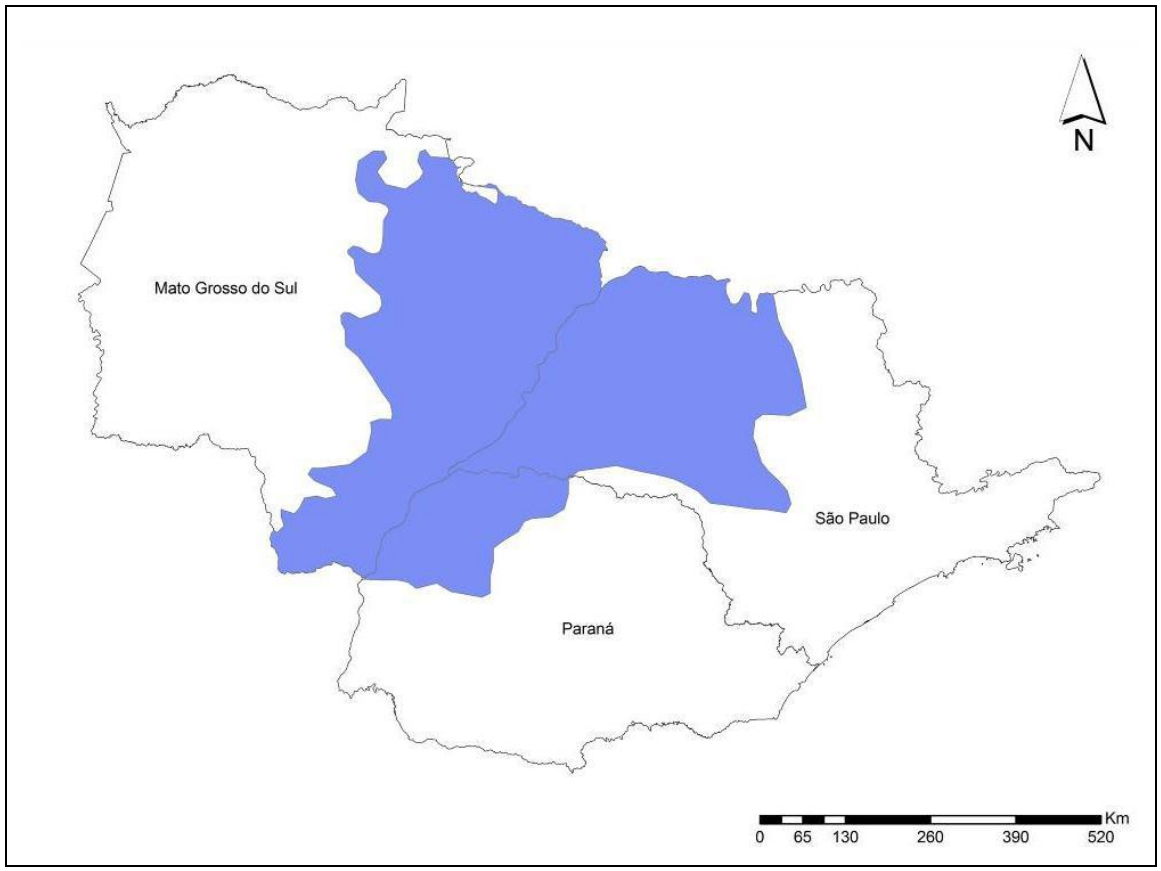


Figura 234 - Área de exposição do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul

Fonte – CPRM (2012b)

Tabela 83 - Dados hidrogeológicos dos poços contidos nos aquíferos que fazem parte do sistema aquífero Bauru-Caiuá no Estado de Mato Grosso do Sul.

PARAMETRO	AQUIFERO CAIUÁ	AQUIFERO SANTO ANASTACIO	AQUIFERO ADAMANTINA	AQUIFERO MARILIA	VALOR MEDIO APROX.
PROFUNDIDADE (m)	150	150	100	-	133
CAPACIDADE ESPECIFICA (m³/h/m)	1,5	1,3 a 8,8	<1,0	0,01 a 0,1	1,78
VAZÃO (m³/h)	62,5	5 a 100	2,0 a 18,0	25,0 a 75,0	43,8
TRANSMISSIVIDADE (m²/dia)	200	73 a 380	<10	-	
CONDUTIVIDADE ELETRICA (m/dia)	1,5	1,0 a 3,9	-	-	

Fonte: Modificado de SANESUL/TAHAL (1998) apud CPRM (2012b)

O Sistema Aquífero Cachoeirinha, de idade Cenozóica, embora não tenha estudos específicos à UGH Santana-Aporé, apresenta dados do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraguai (Cardoso, 2016), que também possui exposições desta Formação geológica. Dispõe-se como manchas não contínuas de sedimentos areno-argilosos inconsolidados de coloração vermelha, argilitos cinza com estratificação incipiente e arenitos mal classificados, com níveis decimétricos e lenticulares de conglomerados e parcialmente laterizados; com espessuras de 20 a 30 m, podendo alcançar 70m. Também o Plano anterior (ANA, 2013a,b) o segregava em relação ao pacote dos Grupos Bauru/Caiuá.

A Tabela 84 sintetiza dados de 10 poços que captam água do sistema aquífero Cachoeirinha (Cardoso, 2016): vazão média de 8,6 m³/h e mediana de 7,7 m³/h; capacidade específica média de 0,543 m³/h/m e mediana de 0,455 m³/h/m. As profundidades de poços variam de 22 a 68m, com média de 36m e mediana de 30m. Os níveis estático e dinâmico apresentam profundidades médias e de mediana de 11,1m / 11,5m e 25,6m / 17,9m.

Tabela 84 - Dados hidrogeológicos dos poços contidos nos aquíferos que fazem parte do sistema aquífero Cachoeirinha na Bacia do Paraguai.

N=10	Vazão (m³/h)	Prof. NE (m)	Prof. ND (m)	Cap. Esp. (m³/h/m)	Profundidade (m)
MINIMA	2,5	4,8	15,0	0,057	22
MÁXIMA	21,4	18,5	65,0	1,078	68
MÉDIA	8,6	11,1	25,6	0,543	36
MEDIANA	7,7	11,5	17,9	0,455	30

Fonte – Cardoso (2016)

Comparando-se estes dados com aqueles das bases de poços SIAGAS/CPRM e SANESUL, nota-se falta de dados/informações e/ou de padronização descritiva nos perfis de poços da UGH Santana-Aporé, sem delimitação evidente entre os pacotes dos Grupos Bauru/Caiuá e Cachoeirinha, notadamente em Chapadão do Sul, onde aflora a Formação Cachoeirinha. Nestas bases, alguns descritivos de poços utilizam um ou outro pacote (p.e., nos perfis de poços da SANESUL, há menção à Formação Cachoeirinha; para mesmos locais ou arredores, na base SIAGAS/CPRM, há principalmente “Bauru”). Já a base do IMASUL não os diferencia, apresentando-se tudo como pacote dos Grupos Bauru/Caiuá.

8.2.3 Disponibilidade hídrica

A estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea foi efetuada com base na avaliação das Reservas Reguladoras (Rr) e Explotáveis (Dex) dos principais aquíferos presentes na UGH, considerando-se as áreas aflorantes dos Sistemas Aquíferos, a precipitação média plurianual, a taxa de infiltração (TI) e o coeficiente de sustentabilidade (CS).

Para os parâmetros TI e CS, foram utilizados dados da literatura (ANA, 2013c e IMASUL, 2021) - Tabela 85. No caso do IMASUL, são considerados os valores estimados no PERH-MS.

Tabela 85 - Valores das taxas de infiltração e coeficiente de sustentabilidade dos Sistemas Aquíferos na UGH.

Sistemas Aquiferos	Valor 1 de Taxa de infiltração[1] (%)	Valor 2 de Taxa de infiltração[2] (%)	Valor 1 de Coeficiente de sustentabilidade[1] CS	Valor 2 de Coeficiente de sustentabilidade[2] CS
Cenozóico	20	15	0,4	0.2
Bauru-Caiuá	23	10	0,2	0,2
Serra Geral	12	8	0,4	0,2
Guarani	17	8	0,4	0,2

Fontes: 1- ANA, 2013c e IMASUL, 2021

A reserva reguladora de cada sistema aquífero foi estimada da seguinte forma:

$$Rr = A \times P \times TI,$$

onde: Rr = Reserva reguladora (m³/ano); A = Área de recarga do aquífero (m²); P = Precipitação pluviométrica média anual na área de recarga (m/ano); e TI = Taxa de infiltração (%).

A partir das isoietas da UGH obtidas na caracterização climática foi possível estimar as precipitações médias anuais em áreas, divididas em setores dentro da UGH e que pode ser visualizado na Figura 235.

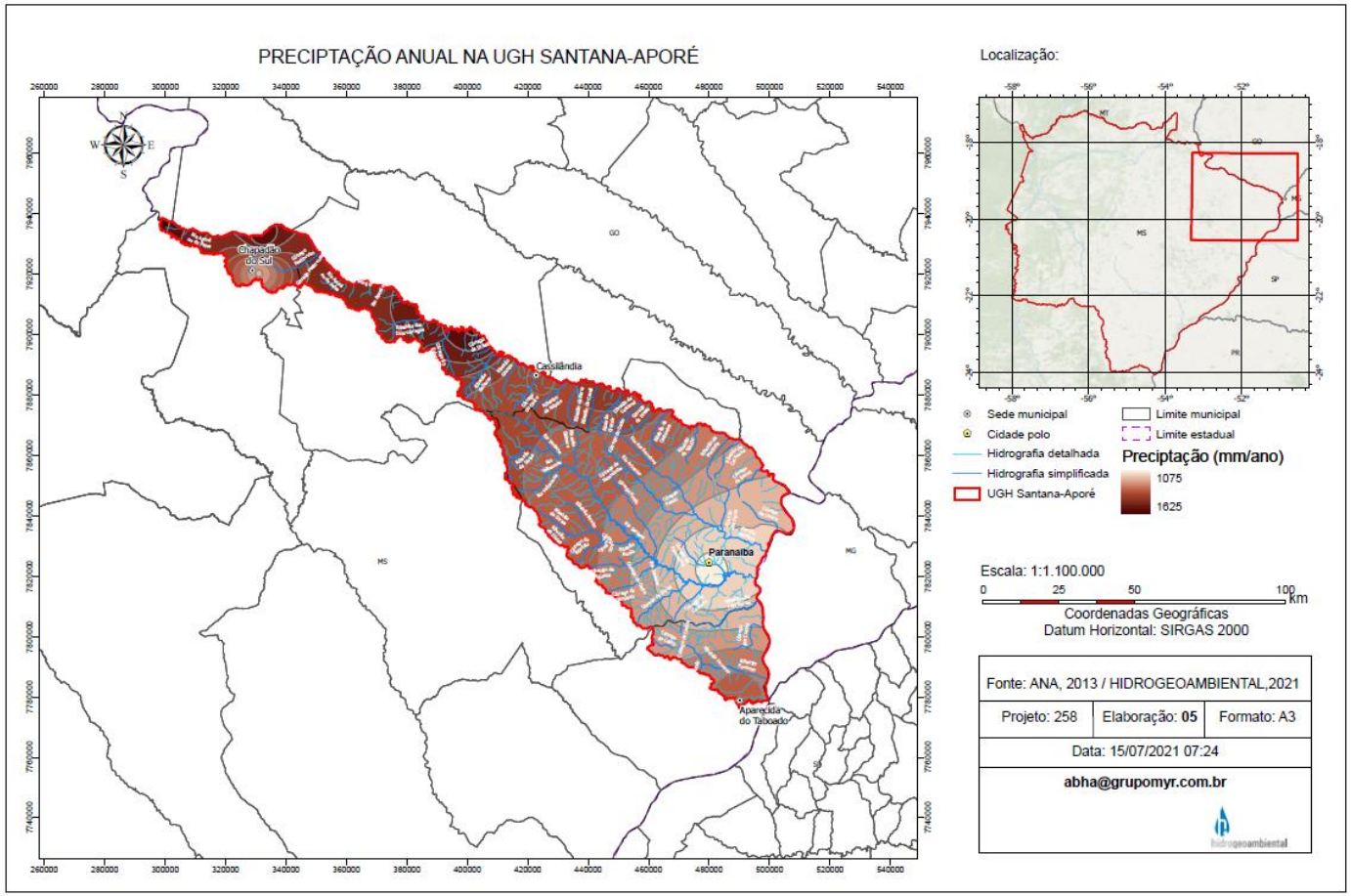


Figura 235 – Mapa com áreas de precipitação obtidos com base nas isoietas da UGH.

A partir das precipitações estimadas no Capítulo 4.2.6, é apresentada nas Tabela 86 e Tabela 87 a distribuição das médias anuais por sistema aquífero e por sub-bacia, respectivamente. O sistema que mais aflora é Bauru-Caiuá e representa mais de 80% de área da UGH.

Tabela 86 - Área de sistemas aquíferos por média de precipitação.

Sistema Aquífero	Área (km²)	Precipitação média anual (mm/ano)
Cachoeirinha	517,62	1.432,69
Bauru-Caiuá	6.227,19	1.389,81
Serra Geral	678,12	1.369,44
Guarani	105,88	1.500,00

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Tabela 87 - Área de sub-bacia e média de precipitação pluviométrica.

Sub-bacia	Área (km²)	Precipitação média (mm/ano)
Alto Aporé	843,65	1.453,85
Baixo Aporé	1.203,867	1.310,71
Médio Aporé	864,98	1.485,00
Araré	50,98	1.125,00
Barreiros	991,64	1.215,91
Lontra/Macacos	184,03	1.150,00
Santana	2.637,98	1.210,00
Sul / Formoso	903,67	1.225,00

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Foram considerados os valores de Recarga Potencial Direta (RPD) estimados para áreas de afloramento dos Sistemas Aquíferos. A RPD corresponde à parcela da precipitação pluviométrica média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos, constituindo-se, assim, sua reserva renovável ou reguladora. A Tabela 88 mostra a estimativa da reserva reguladora para cada Sistema aquífero da UGH, com base nas parametrizações da literatura

(IMASUL e ANA). Destaque para o sistema aquífero Bauru-Caiuá com maior reserva, seguido pelo Cachoeirinha.

Tabela 88 - Reserva reguladora dos sistemas aquíferos da UGH Santana-Aporé.

Sistema Aquíferos	Reserva Reguladora na UGH (m³/ano) – Parâmetros de TI segundo ANA (2013c)	Reserva Reguladora na UGH (m³/ano) – Parâmetros de TI segundo IMASUL (2021)
Cachoeirinha	14,6458 ×10⁷	10,9843 ×10⁷
Bauru-Caiuá	185,8607 ×10⁷	80,8090 ×10⁷
Serra Geral	10,3209 ×10⁷	6,8806 ×10⁷
Guarani	2,6633 ×10⁷	1,2533 ×10⁷

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Para reservas explotáveis, foi considerada a disponibilidade explotável (Dex) e o Coeficiente de Sustentabilidade (CS):

$$Dex = Rr \times CS$$

onde: Dex = Disponibilidade explotável (hm³/ano); Rr = Reserva reguladora (hm³/ano); e CS = Coeficiente de Sustentabilidade.

A Tabela 89 apresenta os valores calculados para disponibilidade explotável (Dex) , com base nas parametrizações da literatura (IMASUL e ANA).

Tabela 89 - Disponibilidade hídrica explotável ou outorgável para os sistemas aquíferos no contexto da UGH Santana-Aporé.

Sistema Aquiferos	Disponibilidade explotável (m³/ano) – Parâmetros de TI e CS segundo ANA (2013c)	Disponibilidade explotável (m³/ano) – Parâmetros de TI e CS segundo IMASUL (2021)
Cachoeirinha	5,8583 ×10⁷	2,1969 ×10⁷
Bauru-Caiuá	37,1721 ×10⁷	16,1618 ×10⁷
Serra Geral	4,1283 ×10⁷	1,3761 ×10⁷
Guarani	1,0653 ×10⁷	0,2507 ×10⁷

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

A disponibilidade outorgável total na UGH foi estimada, assim, entre 19,9 x 10^7 e 48,2 x 10^7 m³/ano, sendo o maior valor em volume no Sistema Aquífero Bauru-Caiuá (77 a 81%), em razão de se apresentar principalmente como mais extenso sistema aflorante (se for acrescido a área da Formação Cachoeirinha, este total é de 89 a 92%).

O sistema que mantém menor volume explotavel é o Guarani (3 a 11 hm³/ano), devido a possuir menor área aflorante na UGH. A este valor, no entanto, se acrescenta a reserva estratégica de sua porção confinada, a qual aqui não é estimada em função da não disponibilidade de dados de isópacas e variação 3D da geologia.

Na Tabela 90 são apresentados os valores de disponibilidade explotavel por sub-bacia.

Tabela 90 – Valores 1 de disponibilidade hídrica por subbacias na UGH Santana-Aporé.

Sub bacias	Disponibilidade explotável (Rr x CS) em m³/ano - Parâmetros de TI e CS segundo ANA (2013c)	Disponibilidade explotável (Rr x CS) em m³/ano - Parâmetros de TI e CS segundo IMASUL (2021)
Alto Aporé	0,77 ×10^7	0,30 ×10^7
Médio Aporé	0,55 ×10^7	0,25 ×10^7
Baixo Aporé	0,67 ×10^7	0,30 ×10^7
Araré	0,02 ×10^7	0,01 ×10^7
Barreiros	0,53 ×10^7	0,24 ×10^7
Lontra/Macacos	0,06 ×10^7	0,03 ×10^7
Santana	1,52 ×10^7	0,67 ×10^7
Sul / Formoso	0,44 ×10^7	0,20 ×10^7

Na Tabela 91, é apresentada uma síntese dos indicadores, com disponibilidade explotável (parametrização pelo IMASUL), vazões dos poços (base de dados de outorgas do IMASUL) e % de uso da disponibilidade explotável. Essa estimativa mostra disponibilidade explotável da ordem de 6,3 m³/s na UGH; vazão total da base de outorgas IMASUL) de 0,51 m³/s; e utilização de cerca de 8,1%. As sub-bacias que mais utilizam são: Santana (0,21 m³/s) e Alto Aporé (0,11 m³/s); em termos de % de utilização, a pequena sub-bacia Lontra/Macacos utiliza 68,8%; as

sub-bacias de maiores vazões registradas utilizam 9,9% (Santana) e 11,3% (Alto Aporé), sendo o total geral da UGH em 8,1%.

Tabela 91– Síntese de dados de disponibilidade explotável, vazões dos poços e % de utilização.

Tipo de indicador / Sub-bacia	Disponibilidade explotável (m³/s) - parametrização seg. IMASUL	Vazão dos poços – base IMASUL				Vazões explotadas vs. Disp. explotável (%)
		Vazão Outorgada – uso de recurso hídrico (m³/s)	Vazão Sujeita à Outorga (m³/s)	Vazão – uso insignificante (m³/s)	Vazão total (m³/s)	
Alto Aporé	0,96	0,06	0,05	0,01	0,11	11,3
Médio Aporé	0,78	0,00	0,06	0,00	0,06	7,9
Baixo Aporé	0,96	0,03	0,00	0,00	0,03	3,3
Araré	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Barreiros	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5
Lontra/Macacos	0,10	0,00	0,07	0,00	0,07	68,8
Santana	2,11	0,00	0,05	0,16	0,21	9,9
Sul / Formoso	0,64	0,00	0,03	0,00	0,03	4,1
Total - UGH	6,34	0,09	0,26	0,16	0,51	8,1

8.2.4 Modelo Conceitual Regional

Os recursos hídricos subterrâneos da UGH Santana-Aporé são representados pelos Sistemas Aquíferos Bauru-Caiuá, Guarani, Serra Geral e Cachoeirinha, os quais armazenam e transmitem águas em meio poroso (maioria) ou fraturado (este, restrito à Formação Serra Geral), e se apresentam como meios heterogêneos.

O Sistema Aquífero Guarani, em sua porção livre (água de recarga), ocupa apenas um pequeno trecho da UGH Santana-Aporé ao longo do rio Aporé (notadamente no Alto Aporé). O exemplo vistoriado em campo, mostrado na Figura 236, corresponde a afloramento com rochas areníticas provavelmente da Formação Botucatu, em contato com rocha alterada (basaltos) da Fm. Serra Geral.

As porções livres do Sistema Guarani ocorrem como exposições mais extensas no Estado de Goiás (a NW da UGH Santana-Aporé) e ainda no MS, a oeste desta UGH. Seguindo a conformação de camadas da Bacia (Geológica) Vulcanossedimentar do Paraná, adentra-se na forma de aquífero poroso confinado em sentido NW-SE, rumo ao centro (calha) dos rios Paranaíba/Paraná, sobrepostos aos basaltos da Formação Serra Geral. Trata-se de reserva estratégica transfronteiriça. Desta porção confinada, tem-se, por exemplo, os dois “poções” do aquífero Guarani, que perfazem os sistemas de abastecimento de água de Paranaíba e Aparecida do Taboado.

Atentar aqui que a rocha arenosa que aflora (expõe-se à superfície) em pequenas áreas entre Cassilândia e Chapadão do Sul, ruma a profundidades de 670m e 877m, respectivamente, nestes dois poções, evidenciando o caimento das camadas rumo SE (tornando-as mais profundas nas porções S/SE da UGH). Estes “poções” permitem extração de vazões de 300 m^3/h ou mais, equivalente a vários poços nos aquíferos livres; mas demandam investimento mais elevado (inclusive para atravessar a camada de basaltos) e temperaturas naturais crescentes de N/NW a S/SE (p.e., atingindo ≥ 45ºC em Aparecida do Taboado e Paranaíba, requerendo sistema de resfriamento).

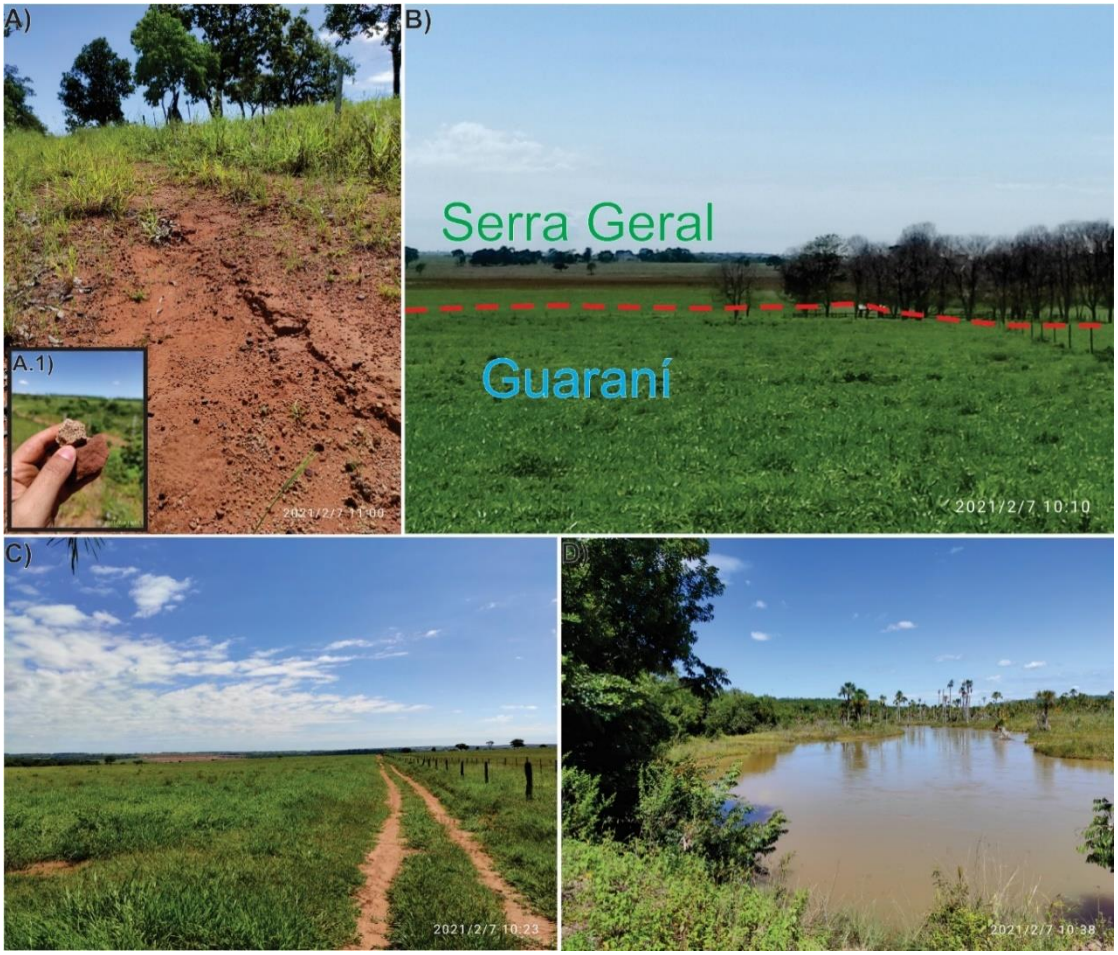


Figura 236 - Registros fotográficos de diagnósticos nos domínios pedológicos e litológicos do Sistema Aquífero Guarani. A) Saprólito do arenito que compõe o Sistema Guarani em contato com saprólito de rocha basáltica por cima, sendo A.1 amostras de mão do arenito vermelho e basalto, ambos alterados (373819/7915097 UTM 22S); B) Vista do contato entre o domínio dos litotipos que compõe o Sistema Guarani sobrepostos pelos saprólitos basálticos e solo eluvial do Serra Geral (372290/7910760 UTM 22S); C) Área de recarga do contexto do Sistemas aquífero Guarani na UGH (372831/7913185UTM 22S); D) Rio Aporé passando sobre o domínio do Sistema Aquífero Guarani (373831/7915245 UTM 22S).

As rochas sedimentares predominantemente arenosas dos Grupos Bauru-Caiuá afloram na imensa maioria da UGH Santana-Aporé (> 80%), constituindo-se em sistema aquífero livre (ou localmente semiconfinado) e acessível – extração de água via poços de 100-150m de profundidade. A Figura 237 ilustra alguns litotipos que compõem este sistema, com sedimentos compostos por arenitos finos a médios dos Grupos Bauru e Caiuá, intercalados por camadas de siltitos e argilitos, a partir de vistoria em campo.

Figura 237 - Registros fotográficos de diagnósticos nos domínios pedológicos e litológicos do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá. A) Saprolito do arenito que compõe o Sistema, sendo A.1 litotipo visto de perto (427149/7859564 UTM 22S); B) Afloramento de arenito com níveis silicático-carbonáticos e que compõe o Sistema (associação à Fm. Marília), sendo B.1) amostra de mão do arenito com vênula de calcita (422763/7877488 UTM 22S); C) Afloramento de arenito representativo do Sistema Bauru-Caiuá, sendo C.1) uma vista de perto do litotipo e C.2) visto pela lupa de mão (420741 /7886759 UTM 22S); D) Córrego passando sobre litotipos representativos do Sistema (420741/7886759UTM 22S).

Certas porções dos Grupos Bauru e Caiuá apresentam-se com cimentação variável (podendo ser carbonática) e são notadas principalmente em áreas de relevo de planaltos residuais (em destaque na paisagem da região), no limite das sub-bacias do Alto/Médio Aporé e Santana (e na porção do Alto Santana, no limite com a bacia do rio Sucuriú); perfazem a Formação Marília. A diferenciação Marília/demais litotipos dos Grupos Bauru/Caiuá nem sempre é tão evidente, e não tem sido contemplada na maioria dos descritivos de poços.

A Formação Cachoeirinha ocorre no extremo oeste da UGH (cerca de 7% da área total), em Chapadão do Sul. Os terrenos são de latossolos vermelhos, normalmente com afloramentos alterados, heterogêneos (arenosos, com variações para conglomerados e outros níveis mais finos). Um exemplo visto em campo é apresentado na Figura 238. Especificações sobre sua

ocorrência, espessura (e variação lateral e vertical) e limite com o pacote mais antigo dos Grupos Bauru/Caiuá ainda são pouco conhecidos na região, demandando estudos e mapeamentos mais detalhados. Apesar da espessura provavelmente limitada, possui importância nas funções de recarga e filtro, alimentando tanto as drenagens principais, quanto o sistema Bauru-Caiuá. A falta de padronização ou mesmo de detalhes técnicos nos descritivos de perfis geológicos de poços também contribui para essa certa confusão de nomenclatura envolvendo a Formação Cachoeirinha e seu melhor entendimento hidrogeológico.

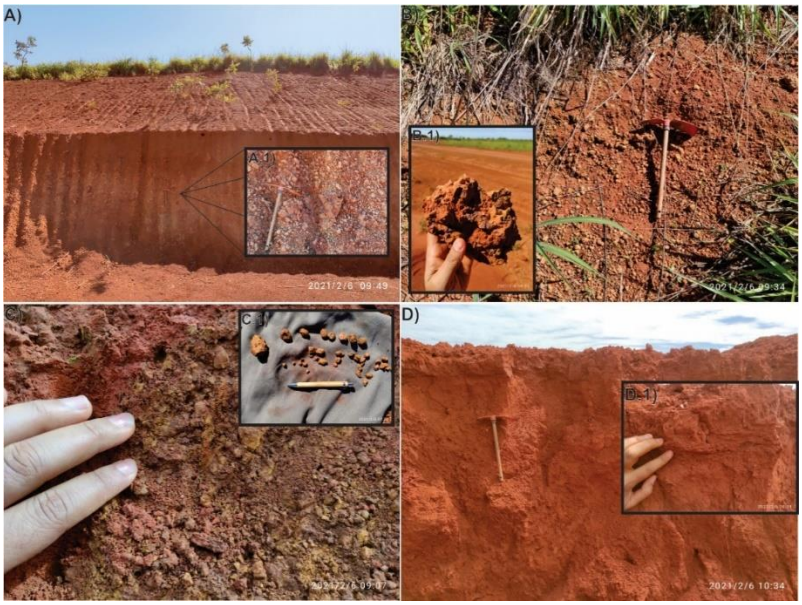


Figura 238 - Registros fotográficos de diagnósticos nos domínios pedológicos e litológicos do Sistema Aquífero Cachoeirinha. A) Corte de estrada que retrata a cobertura cascalhosa que representa o Sistema, sendo A.1)retratando níveis de cascalhos grossos (319445/7924206 UTM 22S); B) Coberturas lateríticas no contexto do Sistema, sendo B.1) amostra de laterita vista de perto (319445/7924206 UTM 22S);C) Cobertura com matriz areno-argilosa composta por cascalhos de tamanhos variados, sendo C.1) retratando os diferentes tamanhos (319445/7924206 UTM 22S); D) Solo areno-siltoso com níveis argilosos que representam o Sistema, sendo D.1) uma vista de perto da pedologia (329845/7920647 UTM 22S).

O domínio fraturado é representado na UGH Santana-Aporé pelo Sistema aquífero Serra Geral (Formação homônima), que possui potencial hídrico variável, associado sobretudo às fraturas e demais descontinuidades/anisotropias das rochas basálticas. Um exemplo de exposição nos arredores da UGH é apresentado na Figura 239.

Figura 239 - Registros fotográficos nos domínios pedológicos e litológicos do Sistema Aquífero Serra Geral. A) Pedreira de rochas basálticas representativas deste Sistema aquífero (488049/7808241 UTM 22S); B) Manto de alteração e rochas basálticas do Sistema, sendo B.1 a rocha basáltica vista de perto e que é representativa do Sistema (488049/7808241 UTM 22S); C) Afloramento de rochas basáltica que compõe o Sistema aquífero próximo ao rio Aporé; D) Rio Aporé passando sobre o domínio do Serra Geral.

Em termos aflorantes, é de extensão limitada (< 10% da área da UGH Santana-Aporé), identificável nas drenagens dos principais rios (sobretudo no baixo curso dos rios Formoso, Santana, Lontra/Araré; e médio/baixo curso dos rios Aporé e Barreiros); mas também está em subsuperfície, abaixo dos pacotes arenosos mais superficiais/recentes (Grupos Bauru/Caiuá e Fm. Cachoeirinha). Assim, pode funcionar como substrato hidrogeológico (base) do sistema Bauru-Caiuá ou estar como aquífero fraturado sob o pacote do Bauru-Caiuá (inclusive com possibilidade de mistura de água/aquíferos). Também funciona como camada confinante do aquífero Guarani.

Misturas de água de diferentes aquíferos provavelmente ocorrem também do sistema Serra Geral com o pacote subjacente do sistema Guarani, pois há poços sem revestimento/separação, os quais atravessam os basaltos e avançam um pouco já no pacote sedimentar dos arenitos do sistema Guarani. Assim, detalhes construtivos dos poços são determinantes para se conhecer

estas potenciais interações, o que nem sempre estão disponíveis (ou ainda carecem de padronização ou detalhes técnicos).

A Figura 240 retrata as diferentes realidades hídricas subterrâneas sobretudo nas porções livres/semi-confinadas diagnosticadas na UGH Santana-Aporé:

- No trecho centro-norte, nas proximidades de Cassilândia, afloram litotipos sedimentares predominantemente arenosos (sobretudo do sistema livre Bauru-Caiuá); abaixo na estratigrafia, há os basaltos (que podem aflorar na calha do rio Aporé, por exemplo) e, subjacentes, arenitos do sistema Guarani (que, neste setor, apresentam pequena área aflorante, mas à medida que se caminha para S/SE, encontram-se confinados, em profundidades crescentes – ainda não muito profundos, portanto, relativamente mais acessíveis que no sul/SE da UGH).
- No setor oeste, há o pacote da Formação Cachoeirinha sobreposto aos Grupos Bauru e Caiuá, que é a característica de Chapadão do Sul.
- No trecho centro/sul/sudeste (Paranaíba/Aparecida do Taboado), há sobretudo pacotes sedimentares arenosos (sistema livre Bauru-Caiuá), tendo os basaltos (Serra Geral) como seu substrato hidrogeológico; em alguns casos, também fornecedor de água (fraturas). Neste setor, abaixo há ainda o sistema Guarani (confinado), mas já a profundidades expressivas (500-800m; como ilustrado nos perfis dos dois “poções” da SANESUL em Paranaíba e Aparecida do Taboado), podendo ser acessível apenas por estes tipos de poços de grandes profundidades (que demandam perfurações que atravessem espessas camadas de rocha basáltica), elevadas vazões e temperaturas naturais (indo de temperatura ambiente em Cassilândia/arredores nas porções livres, a temperaturas próximas de 50ºC na porção sudeste da UGH).

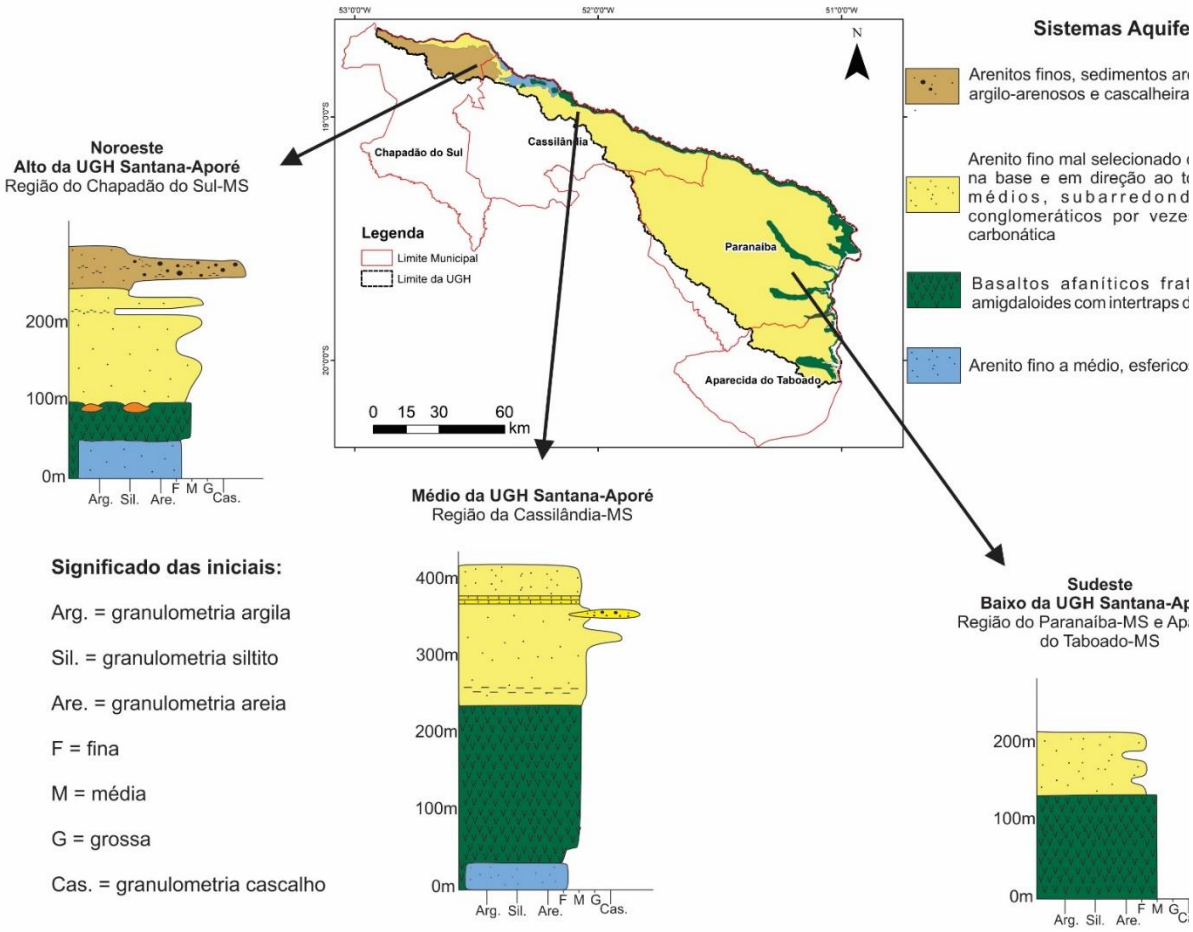


Figura 240 - Espessuras, litotipos e espacialização dos Sistemas aquíferos na UGH em perfil vertical e em superfície, contextualizando os limites municipais.

Um aspecto que fica claro é que um destes “poções” (do sistema Guarani confinado) - com vazões na casa de algumas centenas de metros cúbicos por hora - é suficiente para manter o abastecimento da sede (urbana) de um município como Aparecida do Taboado; e de boa parte de Paranaíba (de população comparativamente maior).

Já municípios que apresentam poços mais rasos, como nos casos de Cassilândia ou Chapadão do Sul, necessitam em torno de 7-12 poços de aquíferos livres (menores). Se de um lado, demandam mais pontos (poços) e seu controle “pulverizado”; por outro,

permitem possibilidade de perfurar mais poços que reforcem as vazões captadas nos demais; normalmente requerem redes de distribuição menos extensas (independentemente a se constituir em sistemas interligados ou não, poços podem ser perfurados por bairro[s], por exemplo), além de facilitar manutenções e reforços em épocas de escassez. Também representam sistemas menos dependentes de uma só fonte (aqui pensando-se na regularidade e segurança hídrica). Por outro lado, há ainda a possibilidade de se utilizar sistemas mistos (seja com uso de diferentes sistemas aquíferos; seja com águas subterrâneas e superficiais).

Questões como manutenção de poços, falhas operacionais (problemas na bomba, raios, carreamento de sólidos das formações geológicas etc.), interferência entre poços próximos, entre outras, devem ser consideradas para todos os tipos de poços/situações; o mesmo quanto à proteção sanitária de poços. Já no caso dos “poções”, querer-se ainda acompanhamento mais detalhado da evolução do nível d´água (NE e ND) ao longo do tempo, dadas particularidades de sua condição confinada, artesianismo ou mesmo poços jorrantes.

Um ponto importante do diagnóstico diz respeito à quantidade e qualidade das bases de dados de poços, pois trazem subsídios às ações de gestão (e eventuais problemas ou carências nestas bases impactam também nas avaliações como recursos hídricos).

Conforme verificado, há duas bases principais de poços, do SIAGAS/CPRM (55 poços na UGH Santana-Aporé e 169 se acrescida envoltória de 30km) e IMASUL/órgão outorgante (126 poços na UGH Santana-Aporé, incluindo poços outorgados para direito de uso das águas; usos insignificantes; e poços sujeitos à outorga). O que se nota é, não obstante sua utilidade para fins de diagnóstico, há falhas e imprecisões nessas bases, seja pela presença de muitos dados em branco de certas variáveis; seja pela diferente nomenclatura e/ou falta de padronização e/ou detalhes técnicos mais precisos de certas tipologias (aquífero captado, usos da água, misturas de água de diferentes aquíferos etc.). Outra questão diz respeito à não existência monitoramento, salvo quatro poços da rede RIMAS (CPRM), situados nos arredores da UGH, restrita a poços mais rasos (de até 69m).

8.3 USOS, DEMANDAS E BALANÇO

[EM ELABORAÇÃO]

8.4 CARGAS E FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

[EM ELABORAÇÃO]

8.5 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

8.5.1 Inventário de monitoramento - UGH Santana- Aporé

[EM ELABORAÇÃO]

Quando se considera a localização dos pontos de coleta de amostras, esta deve sempre se pautar pelo conceito de representatividade, isto é, entende-se que as estações de monitoramento selecionadas possam refletir adequadamente as condições de qualidade reinantes no ambiente aquático. Em linguagem estatística, busca-se a extração de uma amostra que possa representar as características globais da população.

O monitoramento atual da qualidade das águas da UGH Santana -Aporé é realizado por uma rede composta por onze estações distribuídas da seguinte forma:

- 7 localizadas ao longo do rio Aporé;
- 3 localizadas ao longo do rio Santana;
- 1 localizada no córrego Fazendinha, afluente do rio Santana.

Na Tabela 92 podem ser verificadas as informações referentes às citadas estações de monitoramento de qualidade da água no que diz respeito às suas respectivas localizações em ordem unifilar no rio Aporé e no rio Santana, além do ponto de monitoramento existente no córrego Fazendinha, tributário direto deste último.

Tabela 92 - Pontos de Monitoramento – UGH Santana-Aporé

UPG	Ponto Monitoramento	Localização	Município	Corpo Hídrico	Referência	Responsável
Aporé	**00MS19AR2321**	18º41'26.002"S 52º37'36.998"W	Chapadão do Sul - MS	Rio Aporé	Próximo à nascente	IMASUL
	00MS19AR2243	18º51'10.001"S 52º10'50.999"W	Cassilândia - MS	Rio Aporé	A montante da foz do Rio da Prata	IMASUL
	00MS19AR2233	18º51'42.998"S 52º10'9.998"W	Cassilândia - MS	Rio Aporé	A jusante da foz do Rio da Prata	IMASUL
	00MS19AR2143	19º5'8.002"S 51º44'53.002"W	Cassilândia - MS	Rio Aporé	A montante da cidade de Cassilândia	IMASUL
	00MS19AR2138	19º6'23.998"S 51º43'10.999"W	Cassilândia - MS	Rio Aporé	A jusante da cidade de Cassilândia -	IMASUL
	00MS19AR2039	19º18'27"S 51º5'21.001"W	Paranaíba - MS	Rio Aporé	Próximo à foz	IMASUL
	60970000	19º08'23.56"S 51º32'09.28"W	Itajá - GO	Rio Aporé	Próximo a ponte da Rodovia GO-178	ANA
Santana	**00MS18SN2065**	19º39'26.132"S 51º22'54.322"W	Paranaíba - MS	Rio Santana	A Jusante da ponte da Rodovia MS-240	IMASUL
	00MS18SN2013	19º42'30.942"S 51º7'46.006"W	Paranaíba - MS	Rio Santana	A Montante da foz do Córrego Fazendinha	IMASUL
	00MS18FA2000	19º42'22.439"S 51º7'50.981"W	Paranaíba - MS	Córrego Fazendinha	Foz	IMASUL
	00MS18SN2010	19º42'25.074"S 51º7'15.226"W	Paranaíba - MS	Rio Santana	A Jusante da foz do Córrego Fazendinha	IMASUL

Fonte: IMASUL/ANA, 2021.

As localizações geral e detalhada dos pontos de monitoramento da UGH Santana-Aporé podem ser observadas, respectivamente, nas Figura 241 e Figura 242.

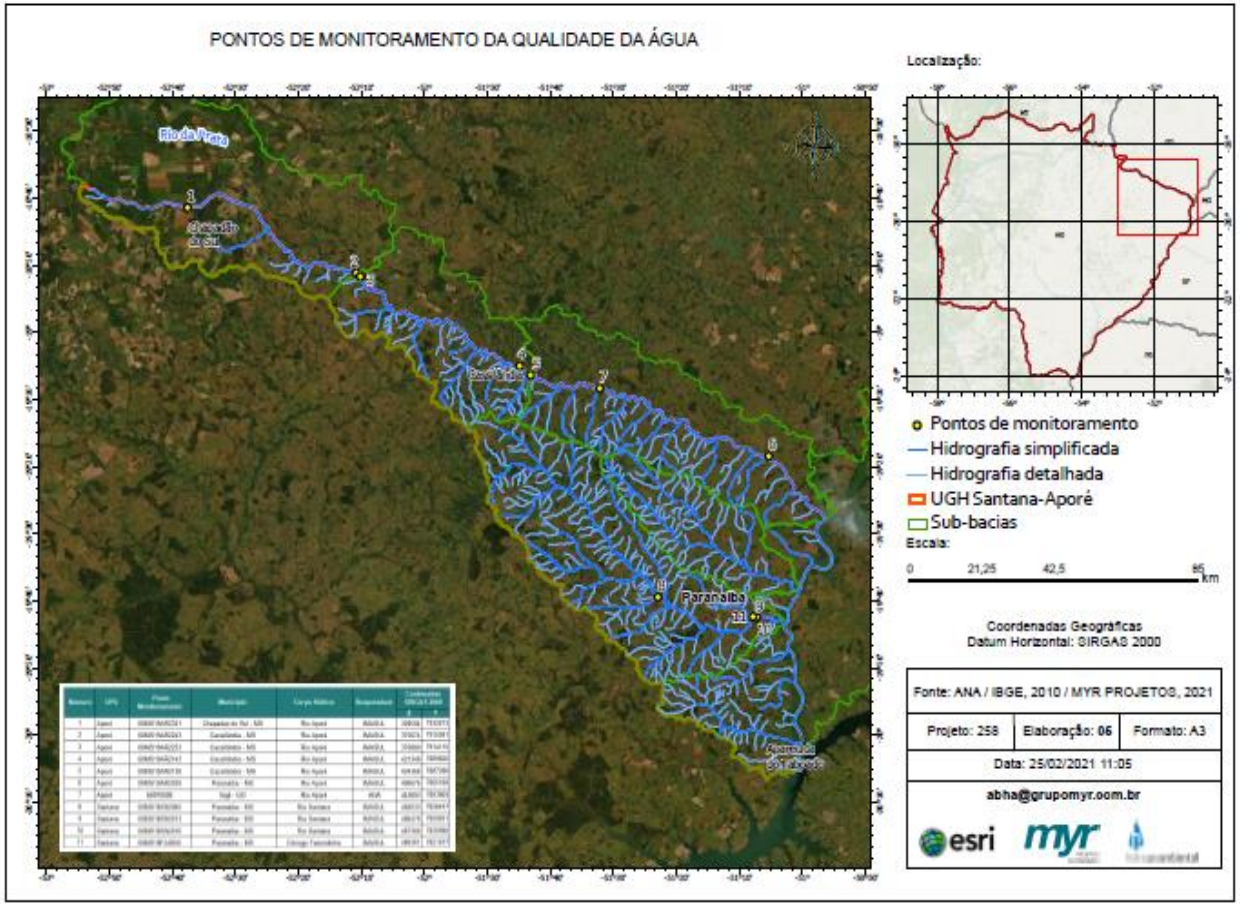


Figura 241 - Localização geral dos pontos de Monitoramento da Qualidade de Água – UGH Santana-Aporé.

Fonte: Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

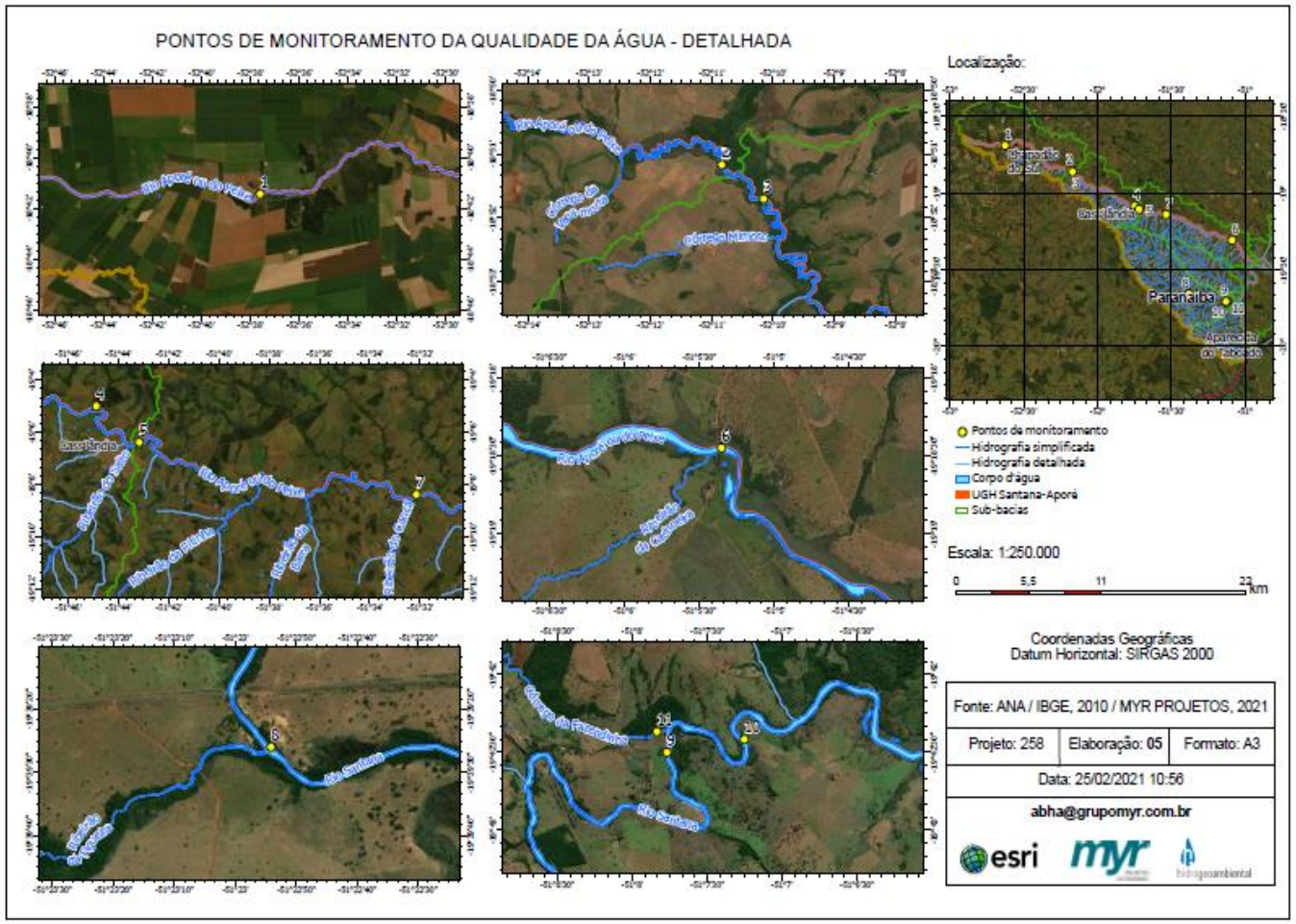


Figura 242 - Localização detalhada dos pontos de Monitoramento da Qualidade de Água – UGH Santana-Aporé.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

Verifica-se que o rio Aporé apresenta estações de monitoramento localizadas em trechos relevantes, como por exemplo, a montante e a jusante (00MS19AR2143 e 00MS19AR2138) do município de Cassilândia e dos cursos de água que recebem os lançamentos de seus efluentes tratados (ETE Palmito e ETE Izanópolis). Da mesma forma, verificam-se pontos a montante e jusante do rio da Prata (00MS19AR2243 e 00MS19AR2233), onde se encontra a PCH Retiro Velho (com início de sua operação em 2009).

Ressalva, no entanto, pode ser direcionada à necessidade de implantação de pontos de monitoramento que possam cobrir eventuais influências de outros núcleos urbanos. Para o município de Chapadão do Sul, apesar de sua zona urbanizada se encontrar distante da margem do rio Aporé, o lançamento dos efluentes tratados do município (ETE Aporé) ocorre em seção fluvial localizada a jusante do ponto de monitoramento (00MS19AR2321) existente no atual programa. Assim, indica-se a implantação de um ponto de amostragem a jusante do lançamento dos efluentes do município e da potencial zona de mistura.

Para o município de Aporé (Médio Aporé), dados do IBGE (2010) indicam que não há rede geral de esgotamento no município, prevalecendo o uso de soluções individuais como fossa séptica (zona urbana 25% e zona rural 33%) e rudimentar (zona urbana 74% e zona rural 56%).

De maneira semelhante, para o município de Lagoa Santa (Baixo Aporé), que margeia o rio Aporé nas margens direita e esquerda, também é indicada a implantação de uma estação para monitoramento em seção fluvial a jusante do município. Dessa maneira, a inclusão de dois novos pontos permitiria cobrir de forma satisfatória trechos do rio Aporé próximo a todos os núcleos urbanos mais relevantes da bacia.

O rio Santana, por sua vez, possui uma boa distribuição de pontos na sua parte baixa, onde há estações de monitoramento localizadas a montante e a jusante do córrego Fazendinha, corpo hídrico mais impactado na região. Este percorre toda a zona

adensada da cidade de Paranaíba e possui um ponto de monitoramento a jusante deste centro urbano permitindo, assim, avaliar de forma adequada o potencial impacto provocado pela interferência antrópica ao longo de seu curso. Em contrapartida, as zonas altas e médias do rio Santana são, ainda, áreas que necessitam de implantação de uma rede de monitoramento.

Observa-se, ademais, que toda a extensão dos corpos hídricos localizados nas sub-bacias 58, 65A, 65B e 65C são descobertas de pontos de monitoramento. A sub-bacia 65A, por exemplo, que contempla o rio Formoso e o córrego do Campo, seria passível da implantação de um monitoramento específico, visto que estes corpos hídricos estão localizados nas proximidades de zonas adensadas, pertencentes ao município de Aparecida do Taboado.

Observa-se ainda, que a sub-bacia 58, que compreende a área dos rios Ariranha e Barreiros, e as sub-bacias 65B e 65C são áreas de baixo adensamento populacional, mas são expressivamente utilizadas para atividades agropecuárias. Dessa forma, o monitoramento dessas regiões auxiliaria na melhor compreensão de possíveis impactos promovidos por essa atividade, contribuindo assim, para uma gestão mais assertiva e aplicação de políticas públicas adequadas.

Com relação à frequência de monitoramento, entende-se que a periodicidade trimestral adotada, principalmente nos períodos mais recentes, permite perfeitamente a aquisição de representatividade dos comportamentos nas duas condições sazonais (chuva e estiagem). Indica-se, no entanto, manter a coletas sendo realizadas impreterivelmente nos mesmos meses programados e que, preferencialmente, o intervalo de amostragem entre os diferentes pontos seja breve.

8.5.2 Análise dos dados de qualidade da água

A caracterização da qualidade da água do rio Aporé foi realizada a partir dos dados obtidos entre os anos de 2013 e 2019. Para o rio Santana e o córrego Fazendinha, a

análise abrangeu os anos de 2017 a 2019, visto que o volume de dados disponíveis para esta região era menor e mais recente.

Os resultados de qualidade das águas dos pontos de monitoramento existentes foram coletados a partir dos relatórios da IMASUL, que contam com o suporte da SANESUL, e avaliados a partir dos valores de referência preestabelecidos pelas legislações vigentes, sendo a Resolução CONAMA 357/2005 e a deliberação CECA/MS 036/2012, conforme descrito na Tabela 93.

Tabela 93 - Valores de Referência - CONAMA357/05 e CECA/MS 036

Padrões CONAMA 357 e CECA/MS 036			
Parâmetro	**Unidade**	**Classe 1**	**Classe 2**
Temperatura da água	ºC	-	-
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
OD	mg O2/L	≥6	≥5
DBO (5,20)	mg O2/L	≤3	≤5
Coli. Termotolerantes	NMP/100 mL	≤200	≤1000
Nitrogênio total	mg N/L	-	-
Fósforo total	mg P/L	≤0,1	≤0,1
Sólidos totais	mg/L	-	-
Turbidez	UNT	até 40	até 100
Chuvas (24h)	-	-	-
Temperatura do ar	ºC	-	-
Alcalinidade	mg/L	-	-
Cloreto Total	mgCl- /L	250	250
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	-
DQO	mg/L	-	-
Organofosfato	mg P/L	-	-
Nitrogênio Amoniacal	mg NH3- N/L	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	
Nitrogênio Nitrato	mg NO3-N/L	10	10
Nitrogênio Nitrito	mg NO2-N/L	1	1
Nitrogênio K. Total	mg N/L	-	-
Sólidos fixos totais	mg/L	-	-
Sólidos suspensos totais	mg/L	-	-
Sólidos voláteis totais	mg/L	-	-
Sólidos Dissolv. Totais	mg/L	500	500
Cor Verdadeira	Pt/L	75	75

Fonte: Ministério do Meio Ambiente,2021.

Para um monitoramento representativo de qualidade das águas superficiais, além do atendimento aos padrões legalmente estabelecidos, deve ser dada maior importância àqueles que são preponderantes e mais preocupantes na região em estudo, principalmente quando estes se relacionam a aspectos que envolvam lançamento de efluentes próximos. Em contrapartida, menor ênfase pode ser destinada ao monitoramento de parâmetros cujos teores mais proeminentes não são esperados de ocorrer na área ou que, através de um histórico de dados considerado significativo, os resultados analíticos não indiquem prevalência fora dos padrões.

Na Tabela 94 podem ser verificadas as informações referentes às estações de monitoramento no que diz respeito à localização, frequência de análise e parâmetros analisados.

Tabela 94 - Localização geral, frequência e parâmetros de monitoramento da atual rede.

Aporé						
Órgão	**Estado**	**Corpos Hídricos**	**Pontos de Monitoramento**	**Anos Monitorados**	**Periodicidade da Análise**	**Parâmetros Levantados**
IMASUL	Mato Grosso do Sul	Rio Aporé	00MS19AR2321, 00MS19AR2243, 00MS19AR2233, 00MS19AR2143, 00MS19AR2138, e 00MS19AR2039	2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019	Trimestral	Temperatura da água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (5,20), Coliformes termotolerantes, Nitrogênio total, Fósforo total, Sólidos totais, Turbidez, Chuvas (24h), Temperatura do ar, Alcalinidade, Cloreto total, Condutividade elétrica, Demanda Química de Oxigênio, Ortofosfato, Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio nitrito, Nitrogênio K. total, Sólidos suspensos totais, Sólidos voláteis totais, Sólidos dissolvidos totais, Cor verdadeira.
ANA	Goiás	Rio Aporé	60970000	2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019	Medições Alternadas	Chuvas, Temperatura do ar, Temperatura da amostra, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido.

Entende-se que o conjunto de analitos utilizados representam de forma satisfatória características que compreendem a caracterização genérica da água (pH, alcalinidade, temperatura, condutividade elétrica e cor verdadeira), o grau de oxigenação e contaminação orgânica/sanitária da água (OD, DBO, DQO, cloreto), de avaliação bacteriológica da água (coliformes termotolerantes), da presença de sólidos na água (sólidos suspensos totais, sólidos voláteis totais, sólidos dissolvidos totais, turbidez), da presença de nutrientes no corpo hídrico (fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrogênio kjeldahl).

Ressalta-se, no entanto, tendo em vista a expressiva vocação agrícola da UGH Santa-Aporé, a inexistência de parâmetros de monitoramento que compreendam a presença de elementos-traço e eventuais contaminantes associados a defensivos agrícolas. Para fins de melhoria no escopo analítico e necessidade de se avaliar preventivamente potenciais efeitos das atividades agrícolas na bacia, sugere-se a inclusão de parâmetros correlatos: Arsênio Total, Bário Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Fenóis Totais, Mercúrio Total, Zinco Total, Nitrito, Nitrato, Cobre total, Cromo total, Cianeto. Parâmetros outros de natureza orgânica relacionados especificamente a agrotóxicos, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, podem ser incluídos oportunamente. O objetivo dessa ampliação do escopo é verificar, em caráter preventivo, a presença de analitos que indiquem condições de toxicidade na água. Dessa forma, indica-se que os mesmos sejam incorporados no atual programa de monitoramento e sejam analisados com frequência trimestral (período de estiagem e se chuvas) por um período de dois anos hidrológicos consecutivos. Caso não sejam detectadas condições que requeiram atenção peculiar no período de monitoramento proposto, a amostragem e análise pode ser alterada para a frequência semestral.

Adicionalmente, é importante destacar que o assertivo conjunto de parâmetros selecionados pode também refletir condições de qualidade do manancial através de indicadores específicos, cuja resposta se dá por meio de faixas de valores associados a gradientes de cores com as correspondentes classes de qualidade. Tal resposta é de fundamental importância para o diagnóstico por meio da visualização muitas vezes

através de mapas temáticos, os quais indicam a evolução temporal de qualidade das águas nas áreas em estudo.

Para o presente estudo, o Índice de Qualidade das Águas – IQA foi adotado como método de avaliação de toda UGH, visto que este consiste na metodologia oficial utilizada pelo IMASUL. O IQA foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF-USA/1970) e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo/Cetesb. O índice incorpora nove parâmetros para a avaliação da qualidade das águas: coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido. Para esses parâmetros, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou a condição de cada um.

O IQA é calculado através da ponderação dos produtos resultantes da multiplicação de vários fatores, que correspondem às variáveis que integram o índice. Para isso, utilizam-se os seguintes embasamentos empíricos:

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{wi} \qquad \sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas - um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas em uma escala de 0 a 100. Esse índice é usado como uma ferramenta complementar na interpretação de dados e foi utilizado nas UGH Santana-Aporé por permitir uma

comparação entre diferentes corpos hídricos e, também, o comportamento destes em diferentes períodos.

Os valores IQA apresentados neste estudo foram baseados nos dados coletados dos pontos de monitoramento da IMASUL, ressaltando que, para a realização dos referidos cálculos, foi necessária a obtenção dos valores correspondentes aos nove parâmetros supracitados. Os resultados da aplicação do IQA para os distintos pontos de monitoramento do rio Aporé, sob as condições sazonais de chuva e estiagem, podem ser consultados nas Tabela 95. Ressalta-se que os dados relativos ao ponto 60970000 (ANA) foram insuficientes, e por isso, este não se encontra incluído nas tabelas a seguir.

Tabela 95 - Valores de IQA médio para a UPG Aporé ao longo do tempo e sob diferentes condições sazonais (chuva e estiagem).

UPG APORÉ		IQA SAZONAL						
Pontos	Período	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
00MS19AR2321	Chuvoso	67	67		61	62	71	70
	Estiagem		67	63		61	57	65
00MS19AR2243	Chuvoso	69	75	62	69	79	64	73
	Estiagem	72	75	74		78	79	79
00MS19AR2233	Chuvoso	79	74	67	69	79	62	74
	Estiagem	81	80	76		70	80	77
00MS19AR2143	Chuvoso	73	72		63	75	64	71
	Estiagem	81	81	77		74	77	75UP
00MS19AR2138	Chuvoso	68	65		56	62	60	68
	Estiagem		69	71		67	64	62
00MS19AR2039	Chuvoso	66	65		66	68	66	70
	Estiagem	75	73	74		72	74	71

Fonte: IMASUL modificada por MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021**.**

.

Legenda:

Qualidade	Cor
Ótima: 80 – 100	
Boa: 52 – 79	
Aceitável: 37-51	
Ruim: 20-36	
Dados insuficientes	

A avaliação do IQA demonstrou que a qualidade das águas do alto, médio e baixo Aporé manteve-se relativamente estável nos diferentes pontos de monitoramento durante todo o período analisado (2013-2019) e nas diferentes condições sazonais, variando entre as

qualificações BOA (93% dos resultados) e ÓTIMA (7% dos resultados). Vale destacar que a classificação ÓTIMA ocorreu especificamente nos períodos de estiagem e nos pontos 00MS19AR2233 (jusante da foz do rio da Prata) e 00MS19AR2143 (montante da cidade de Cassilândia).

Tabela 96 - Valores de IQA médio para a UPG Santana ao longo do tempo e sob diferentes condições sazonais (chuva e estiagem).

UPG SANTANA		IQA SAZONAL		
Ponto	Período	2017	2018	2019
00MS18SN2065	Chuvoso	49	65	65
	Estiagem	67	82	71
00MS18SN2013	Chuvoso	51	65	64
	Estiagem	74	81	70
00MS18SN2010	Chuvoso	53	53	63
	Estiagem	67	72	65
00MS18FA2000	Chuvoso	62	54	42
	Estiagem	61	66	55

Fonte: IMASUL modificada por Myr,2021.

Os valores de IQA do rio Santana, bem como do córrego Fazendinha (00MS18FA2000), também se mantiveram relativamente estáveis na maioria dos pontos de monitoramento durante todo o período analisado (2017-2019). Dessa forma, verifica-se que os valores do indicador variou ao longo do tempo e nos diferentes períodos sazonais entre as qualificações ACEITÁVEL (12,5% dos resultados), BOA (79,2%) e ÓTIMA (8,3%). A classificação ACEITÁVEL ocorreu especificamente nos períodos chuvosos para as estações 00MS18SN2065 (2017), 00MS18SN2013 (2017) e 00MS18FA2000 (2019). Quanto à classificação ÓTIMA, esta ocorreu para os pontos 00MS18SN2065 e 00MS18SN2013 apenas para o ano de 2018.

Ao analisar os parâmetros que compõem o índice IQA isoladamente, observa-se que a temperatura da água, na UPH Aporé (Figura 243), apresenta forte caráter sazonal variando entre os valores de 18 a 29°C nos diferentes pontos de monitoramento. Os menores valores e amplitude dos resultados, no entanto, são observados para o ponto mais a montante (00MS19AR2321), localizado na cota mais elevada (735 m) entre os demais.

Para a UPH Santana (Figura 244), os diferentes pontos de monitoramento apresentaram temperaturas com comportamentos relativamente aproximados ao longo do tempo e do espaço e com uma amplitude menor que a UPH Aporé, apresentando valores variando entre 20 a 29°C.

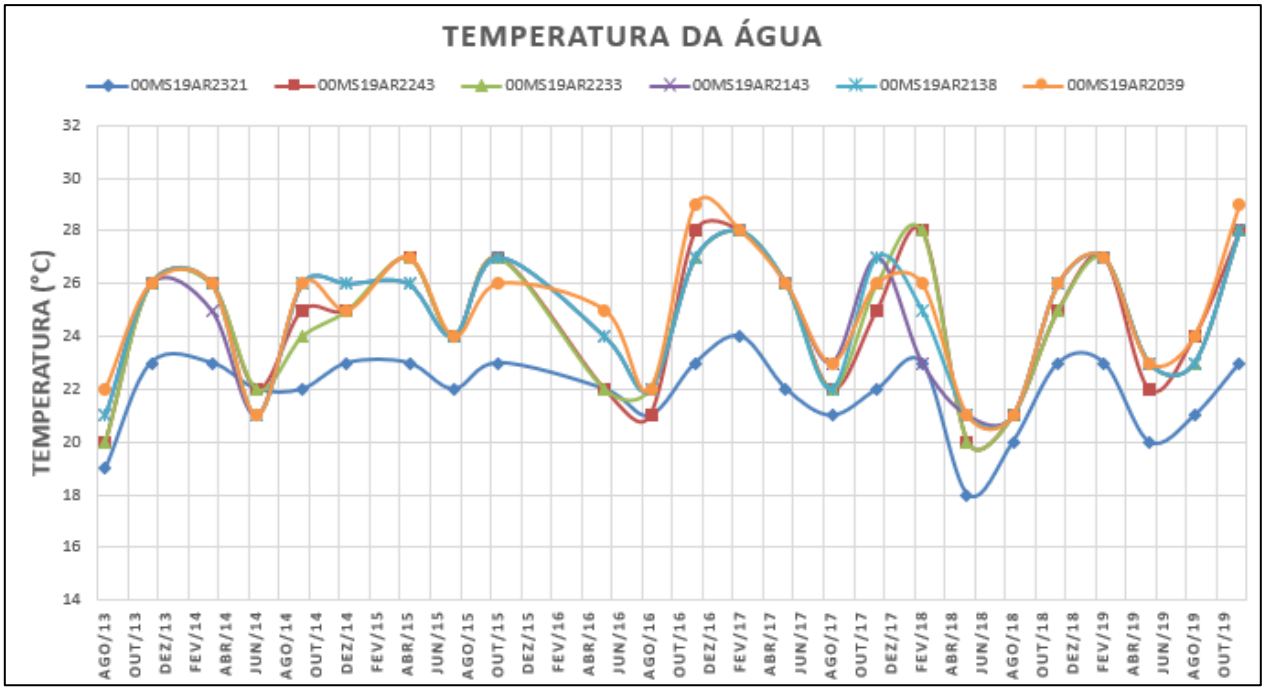


Figura 243 – Evolução da Temperatura da água no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

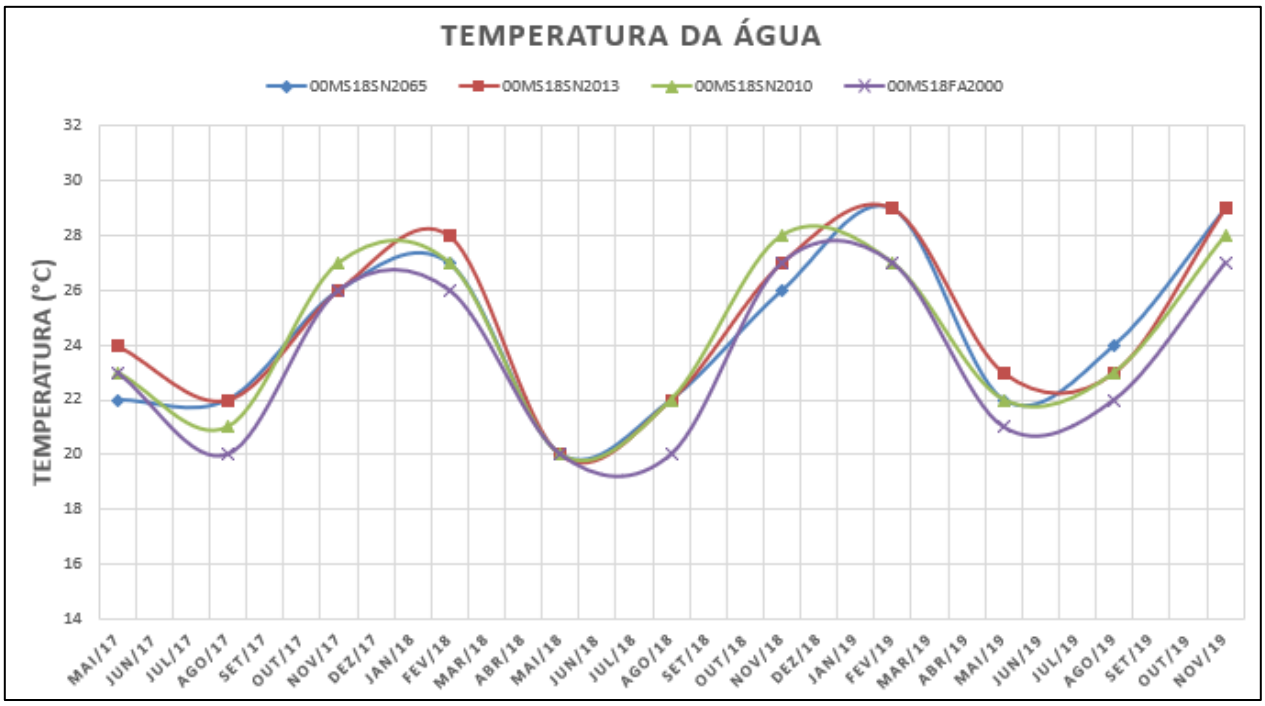


Figura 244 - Evolução da Temperatura da água no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Os valores de pH para UPH Aporé (Figura 245) apresentaram oscilações, variando entre condições mais ácidas e básicas nos diferentes pontos do curso de água (4,5 a 8,2). Vale destacar que os teores de pH se apresentaram mais reduzidos para o ponto mais a montante na bacia (00MS19AR2321) com maior número de violações ao padrão legal e, sucessivamente para jusante, foram percebidas elevações ao longo dos demais. Dessa forma, notaram-se comportamentos aproximados entre os grupos de pontos 00MS19AR2243, 00MS19AR2233 e 00MS19AR2143, 00MS19AR2138, 00MS19AR2039. O ponto 00MS19AR2321 se encontra em trecho que transpassa uma grande área de cultivo de eucalipto e de mata ciliar e pode estar sendo submetido ao aporte de cargas pontuais ou difusas com a presença de ácidos orgânicos (ácidos húmicos e fúlvicos) de origem vegetal reduzindo os teores de pH.

Quanto aos pontos da UPH Santana (Figura 246), as oscilações foram mais discretas e, da mesma forma, os comportamentos foram aproximados entre os diferentes pontos, com condições levemente básicas. Nota-se, no entanto, que os teores foram mais

reduzidos para o ponto localizado no córrego Fazendinha (00MS18FA2000), possivelmente relacionado com a influência da zona urbana do município de Paranaíba. De toda maneira, os resultados ao longo do tempo e do espaço estiveram no intervalo de conformidade segundo o padrão para Classe 2.

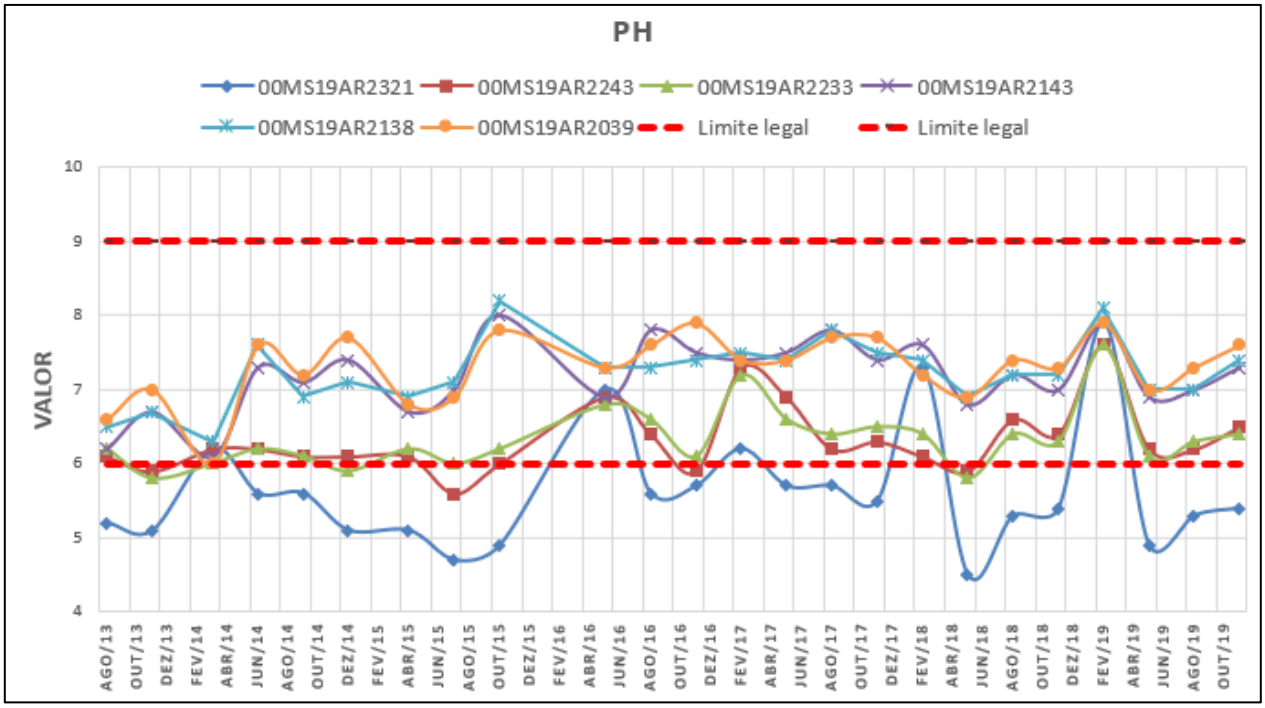


Figura 245 – Evolução do pH no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

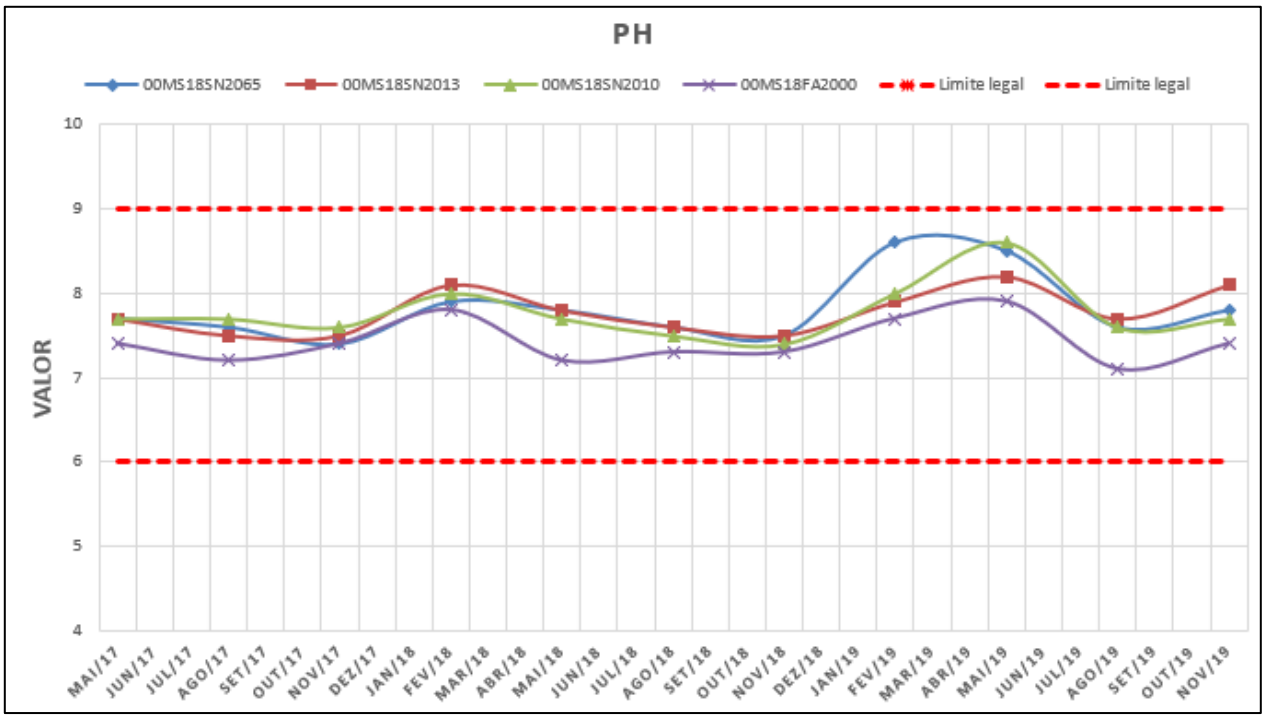


Figura 246 – Evolução do pH no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Para o parâmetro DBO, os resultados se apresentaram iguais ou inferiores a 5 mg/L para a maioria dos pontos de monitoramento da UPH Aporé (Figura 247). Nota-se, no entanto, uma lacuna de resultados para o ano de 2016 e, na sequência, uma tendência de concentrações um pouco mais elevadas para os anos seguintes. Há variações importantes no período de estiagem de 2017 nos pontos de monitoramento ao longo do rio Aporé.

Para a UPH Santana (Figura 248), especialmente no período chuvoso dos anos de 2018 e 2019 ao longo do rio Santana e no córrego Fazendinha, foram observados valores atípicos e acima dos referenciais preestabelecidos para classe 2. Esta condição de violação não foi observada em nenhum dos resultados para o ponto mais a montante da bacia (00MS18SN2065). Por outro lado, as concentrações mais elevadas foram verificadas no ponto de monitoramento localizado no córrego Fazendinha (00MS18FA2000), corroborando com a potencial influência dos aportes de cargas orgânicas oriundas do município de Paranaíba.

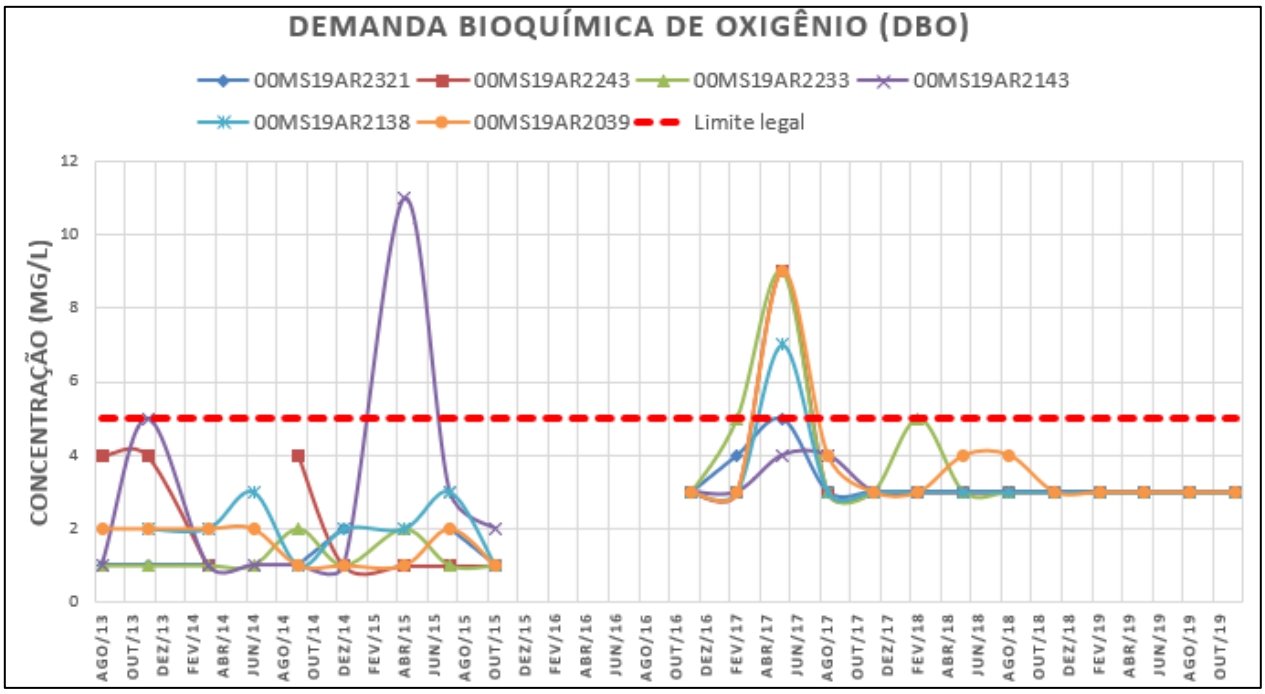


Figura 247 - Evolução de DBO no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

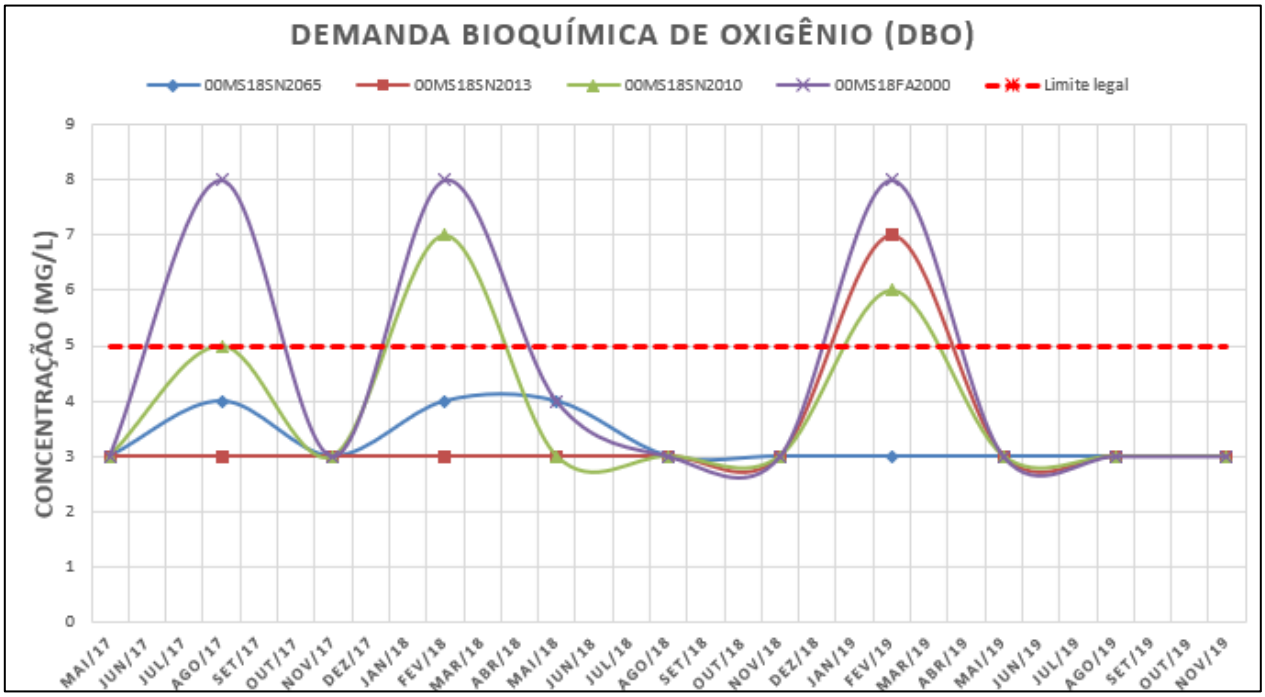


Figura 248 - Evolução de DBO no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Os resultados de oxigênio dissolvido, apresentados nos pontos de monitoramento da UPG Aporé (Figura 249), apontaram a maior parte de suas concentrações iguais ou superiores a 5,0 mg/L, indicando que as cargas ora lançadas na região ainda não implicaram em alterações significativas da oxigenação dos corpos hídricos ali inseridos. Variações de comportamento observadas entre os diferentes pontos podem estar associados às diferentes cotas altimétricas onde se encontram favorecendo ou não a difusão desse elemento n massa d'água.

Para a UPH Santana (Figura 250), da mesma forma, é notório que os eventuais aportes de cargas orgânicas, tanto para o rio Santana quanto para o córrego Fazendinha, não resultaram em condições de oxigenação crítica nesses corpos hídricos. Os resultados estiveram prevalentemente em conformidade ao padrão legal ao longo do tempo e do espaço. Nota-se, no entanto, tendência de concentrações brevemente mais baixas para o córrego Fazendinha, o que poderia indicar influência de despejos pontuais e ou difusos oriundos do espaço urbano do município de Paranaíba.

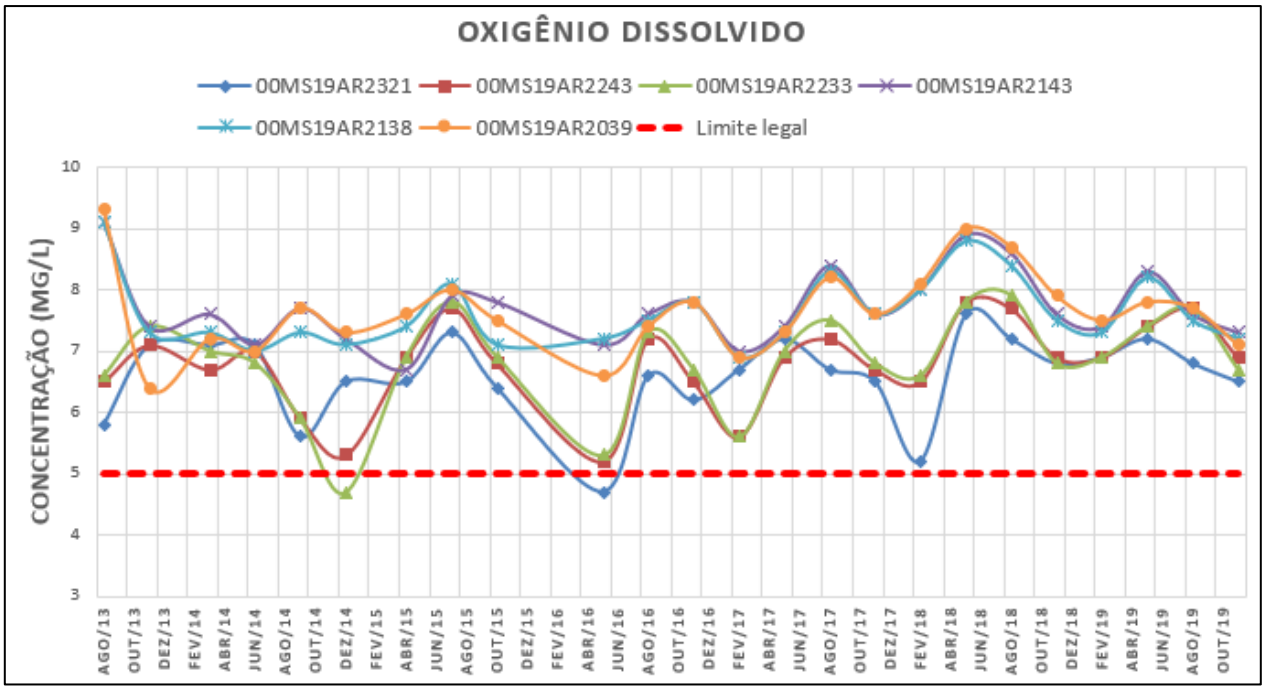


Figura 249 - Evolução de OD no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

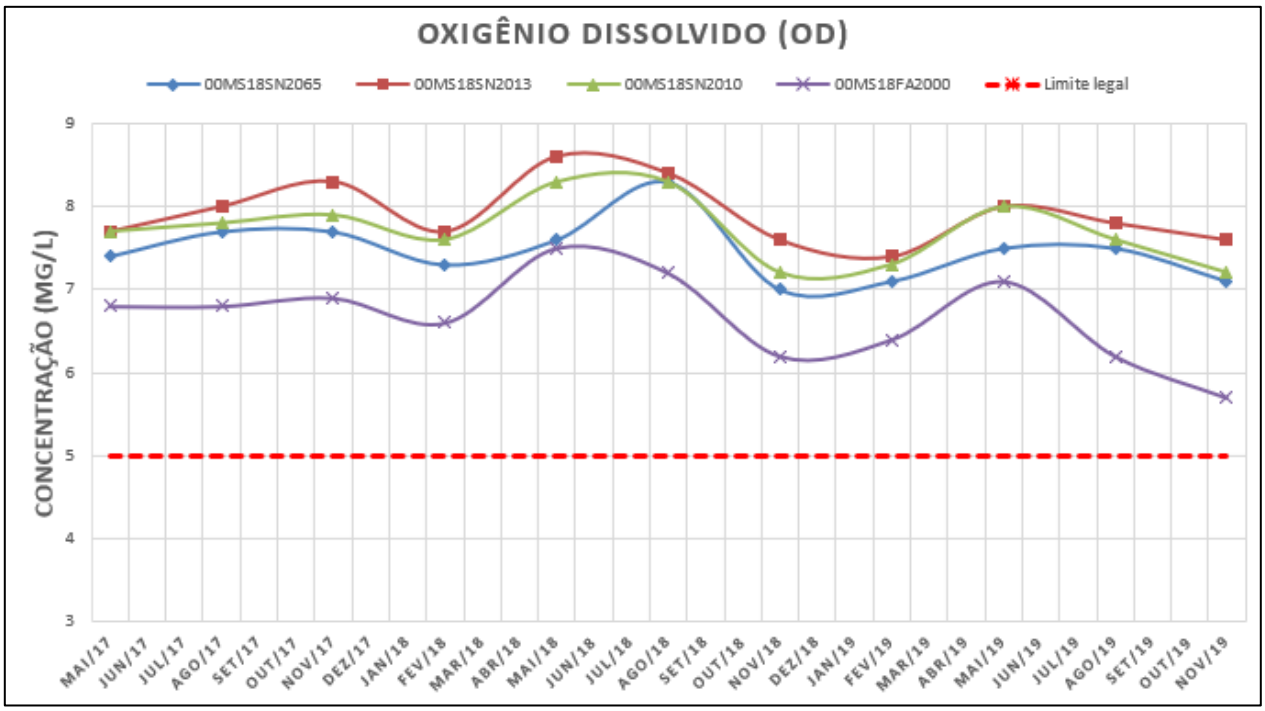


Figura 250 - Evolução de OD no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Na UPH Aporé (Figura 251), os teores de nitrogênio total obtidos no período estudado apresentaram-se significativamente reduzidos e não sofreram alterações expressivas ao longo dos anos. No Alto Aporé, porém, observou-se que o ponto de monitoramento mais próximo à nascente do rio apresentou valor anômalo no período de estiagem de 2018, alcançando 6,85 mg/L. Este ponto está localizado em uma área a montante da cidade de Chapadão do Sul, predominantemente utilizada para atividades agrícolas, o que poderia implicar em uma alteração atípica de qualidade da água.

Os resultados para nitrogênio total obtidos nas campanhas de monitoramento para a UPH Santana reforçam a fragilidade existente no sistema de esgotamento sanitário e, especificamente, no tratamento do município de Paranaíba indicados pelo ponto 00MS18FA2000 (córrego Fazendinha). O reflexo dessa condição pode ser verificado em teores também pronunciados no ponto de monitoramento no rio Santana a jusante da foz do córrego Fazendinha (00MS18SN2010). Os demais pontos de montante (00MS18SN2065 e 00MS18SN2013) não indicaram afetação quanto ao analito nitrogênio total.

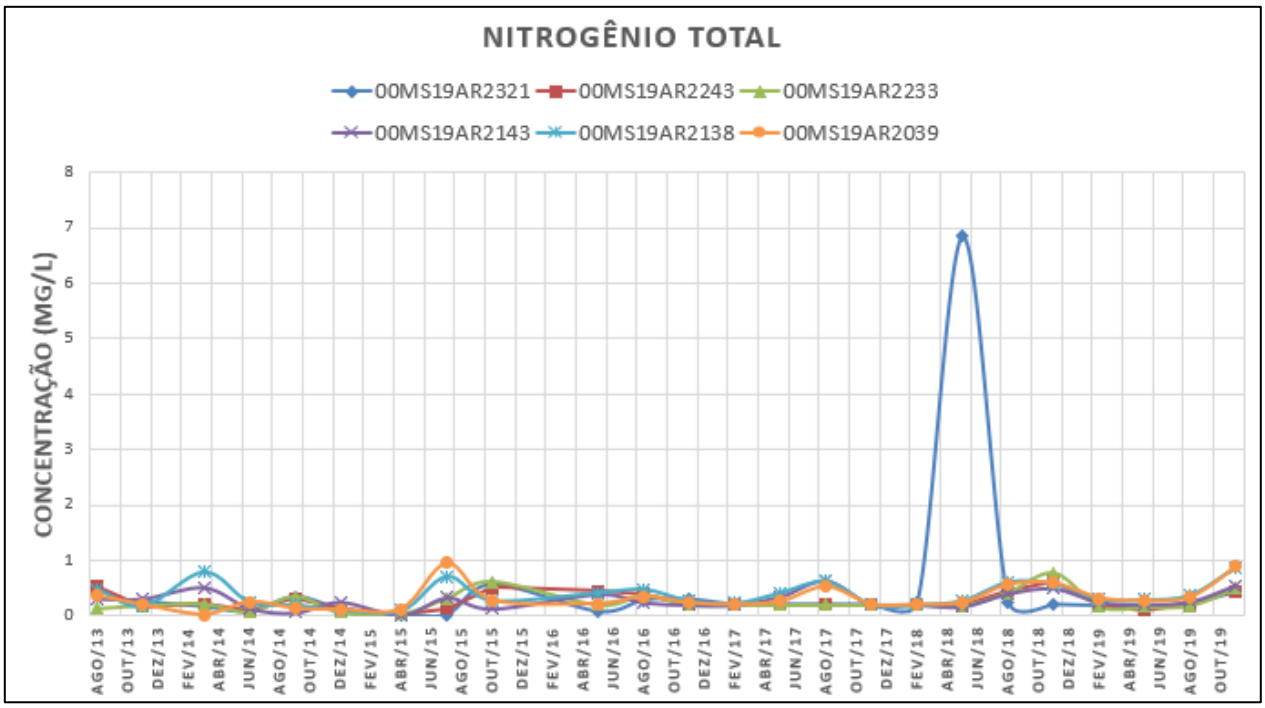


Figura 251 - Evolução de nitrogênio total no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

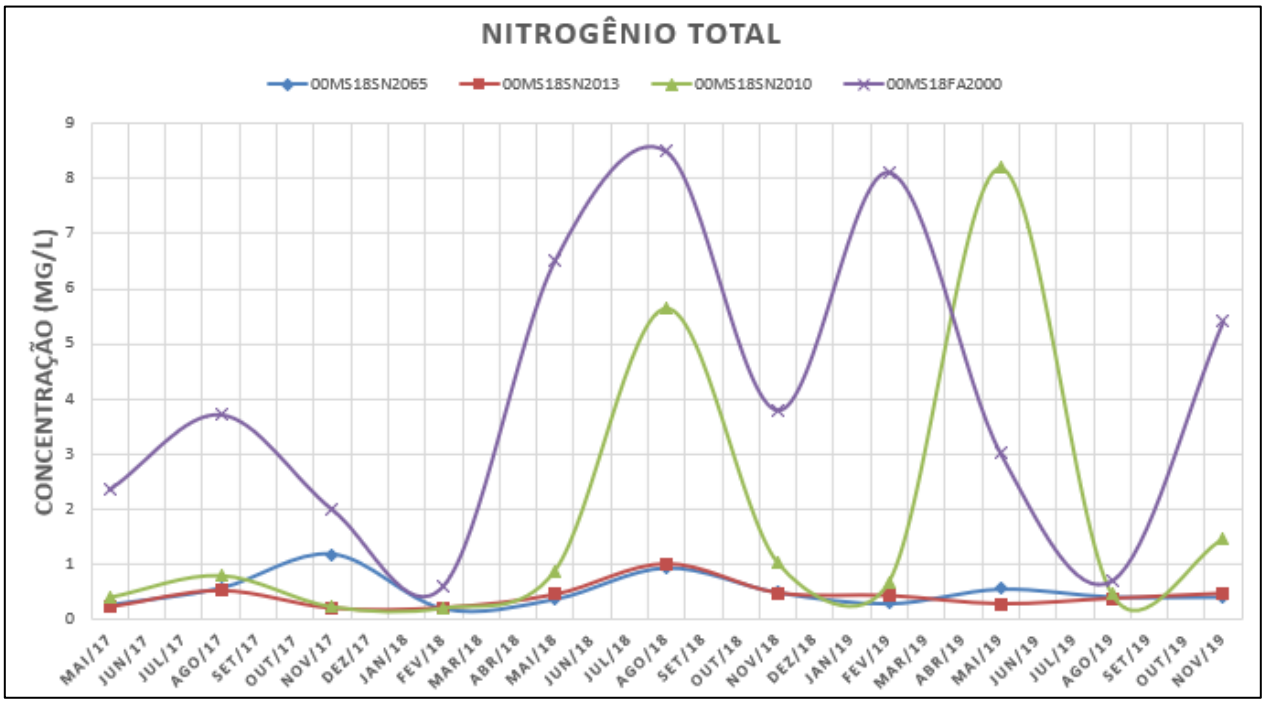


Figura 252 - Evolução de nitrogênio total no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

As médias das concentrações de fósforo total ao longo da UPH Aporé (Figura 253) sofreram variações significativas ao longo do período. Majoritariamente, as concentrações permaneceram dentro do limite previsto pela CONAMA 357/05 de até 0,100 mg/L para classe 2. Porém, alterações expressivas foram identificadas em diversos momentos, principalmente nos períodos chuvosos. Considerando-se a heterogeneidade dos comportamentos nos diferentes pontos, supõe-se que este cenário seja promovido por fontes poluidoras provenientes de origem agropecuária e ainda, da contribuição urbana pontual ou difusa ao longo dos cursos de água.

Para a UPH Santana (Figura 254), nota-se uma piora na qualidade dos pontos de monitoramento do córrego Fazendinha, bem como no rio Santana, no trecho a jusante da foz do córrego correspondente. Nestes locais, os valores médios de fósforo total atingiram teores expressivamente elevados e reforçam a fragilidade existente no sistema de tratamento de efluentes do município de Paranaíba no que tange à remoção de nutrientes.

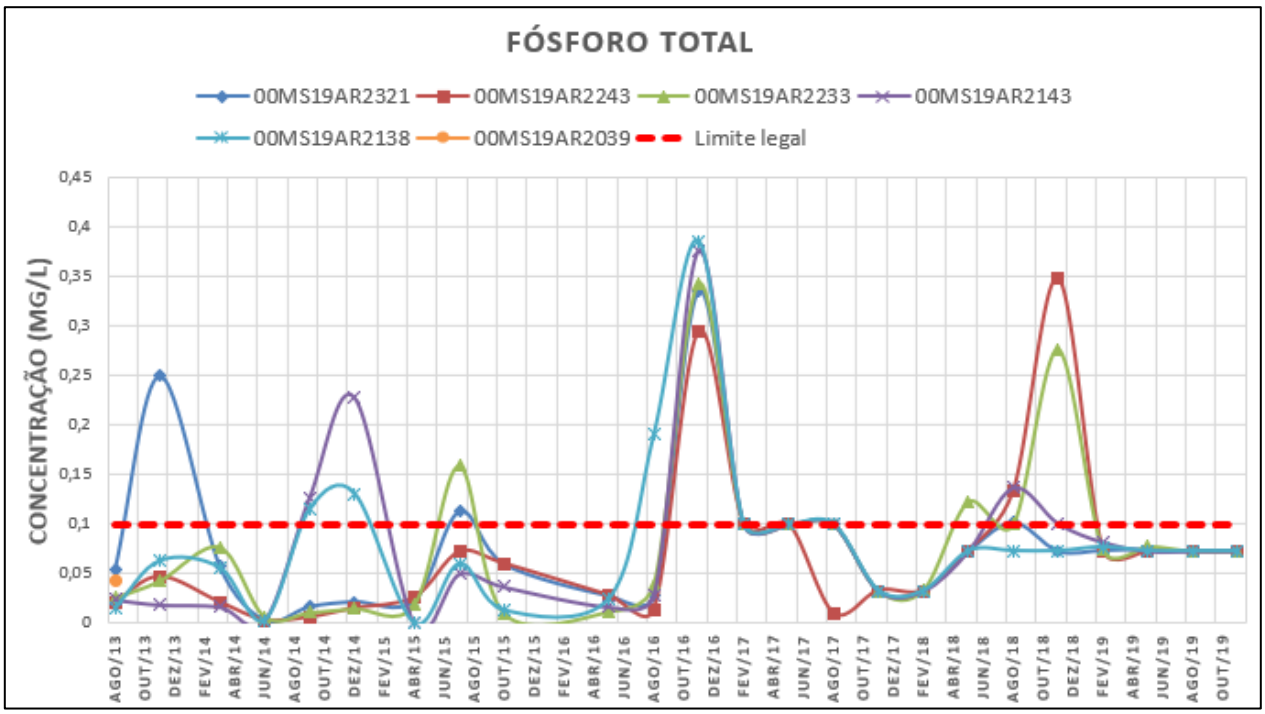


Figura 253 - Evolução de fósforo total no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

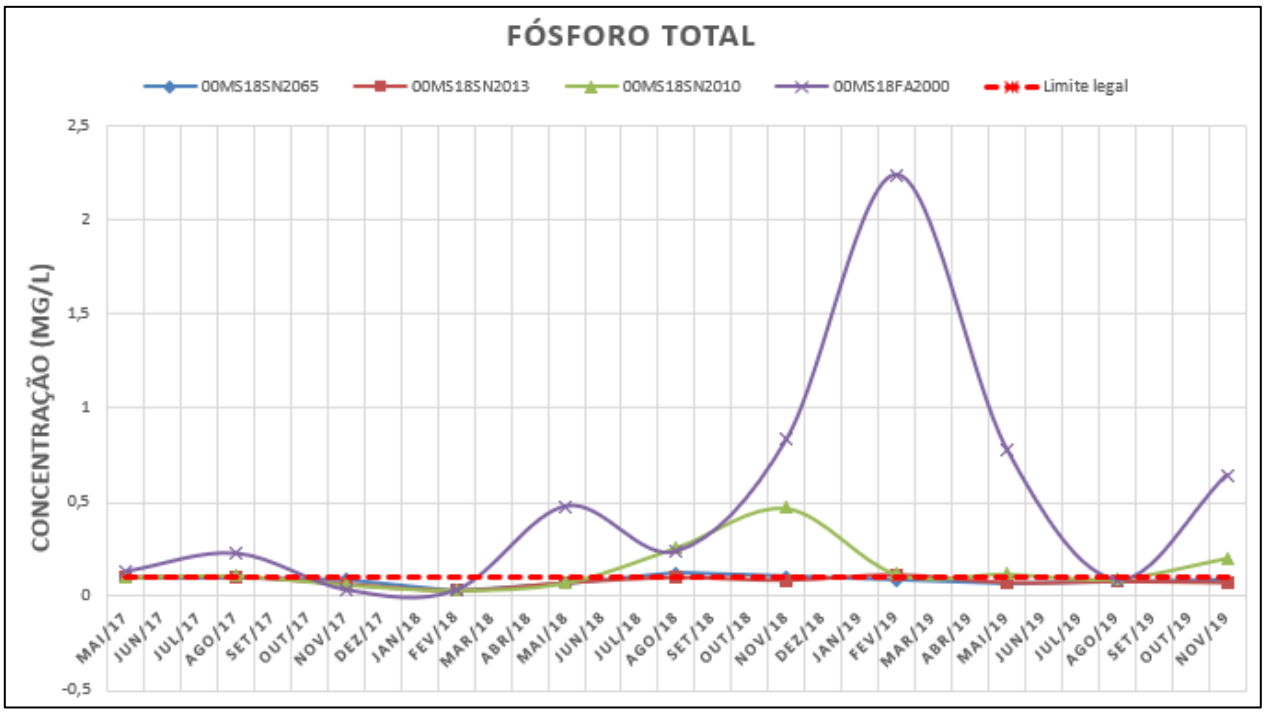


Figura 254 - Evolução de fósforo total no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Com relação ao parâmetro turbidez, seus resultados para a UPH Aporé (Figura 255) indicam, em sua maioria, resultados inferiores a 100 NTU e não demonstraram alterações significativas ao longo dos anos. Observa-se apenas alterações expressivas nos valores do referido analito no período chuvoso de 2018 no rio Aporé nos pontos 00MS19AR2243 e 00MS19AR2233 (montante e jusante do rio da Prata), estando essa variação possivelmente relacionada ao carreamento de sólidos oriundos do escoamento superficial das áreas de entorno.

Para a UPH Santana (Figura 256), as oscilações foram mais proeminentes e, da mesma forma, ocorreram entre os períodos chuvosos corroborando o forte contexto sazonal atrelado a esse parâmetro de qualidade da água.

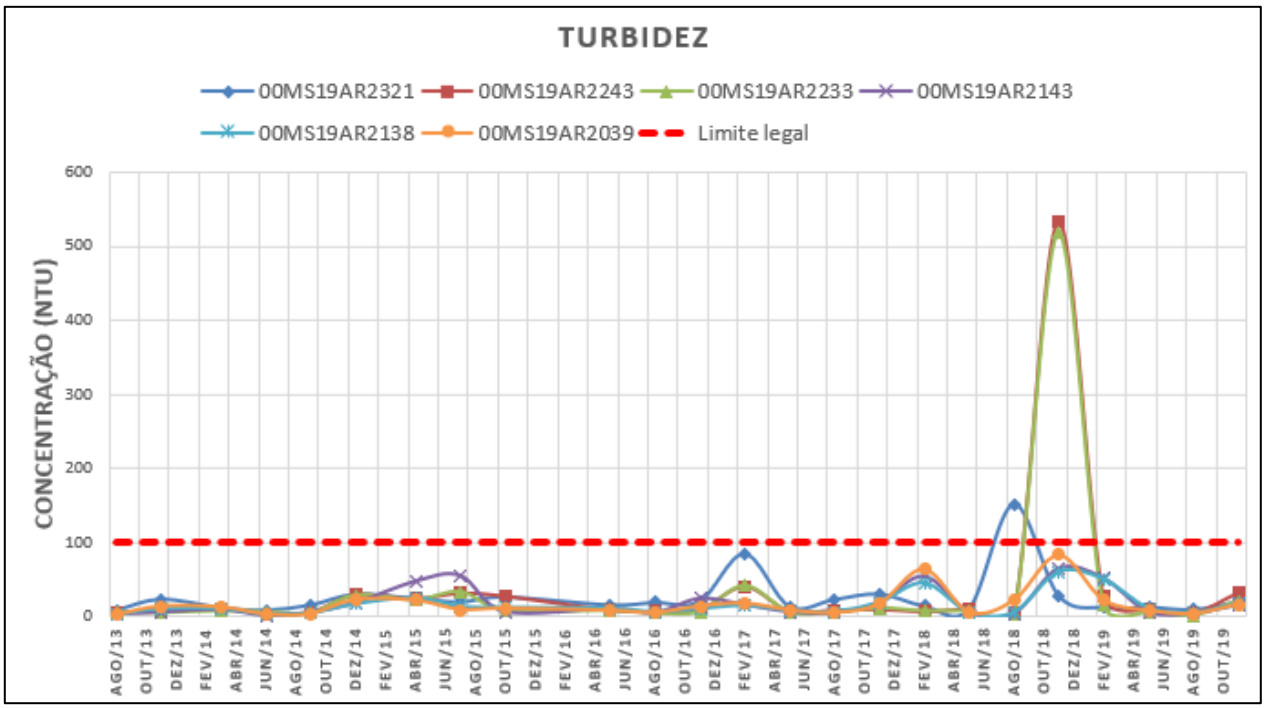


Figura 255 - Evolução de turbidez no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

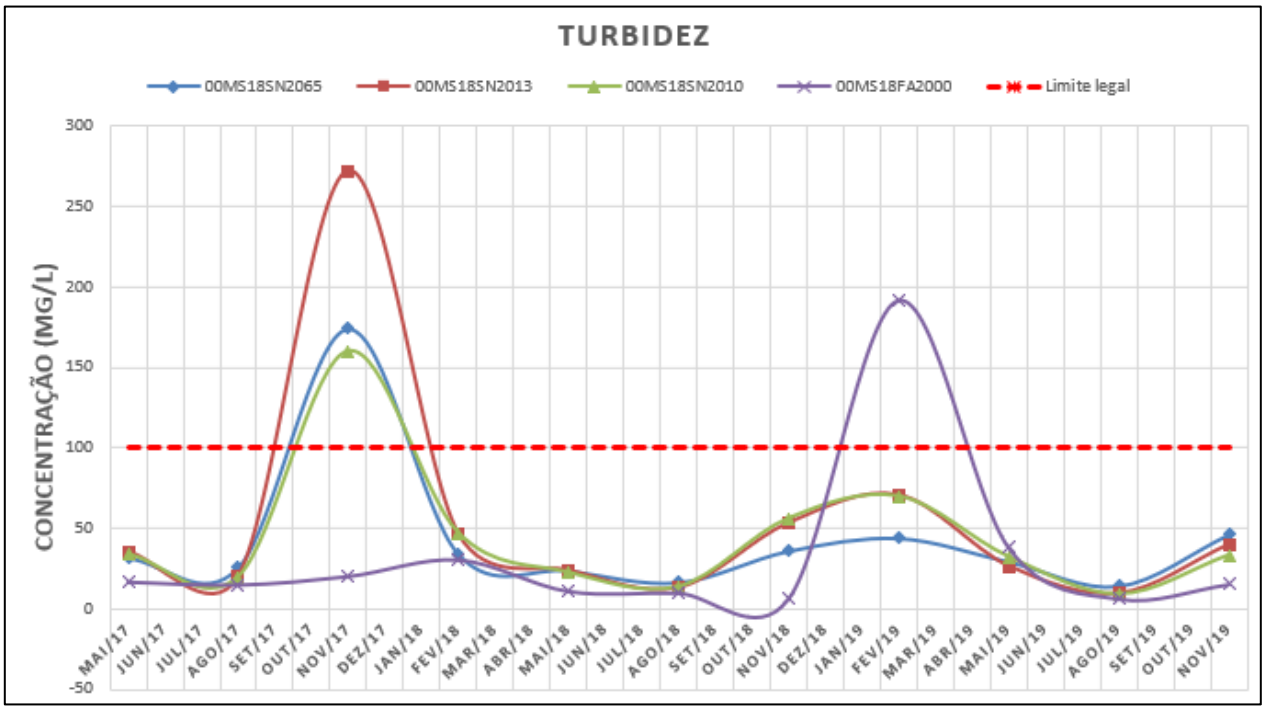


Figura 256 - Evolução de turbidez no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Quanto ao parâmetro sólidos totais, seu comportamento tende relativamente a se assemelhar ao de Turbidez e, da mesma maneira, atrelar-se às condições de sazonalidade. Para a UPH Aporé (Figura 257), teores de sólidos totais que oscilavam entre 10 e 130 mg/L até o ano de 2016, se elevaram expressivamente no ano de 2018 e, apara alguns pontos, distantes entre si ao longo do rio Aporé (00MS19AR2321 e 00MS19AR2138), foram atingidos picos de 400 e 500 mg/L em pontos.

Comportamento similar foi observado para a UPH Santana, onde também foram verificadas elevações das concentrações na chuva de 2018, o que indica ser um comportamento de caráter regional.

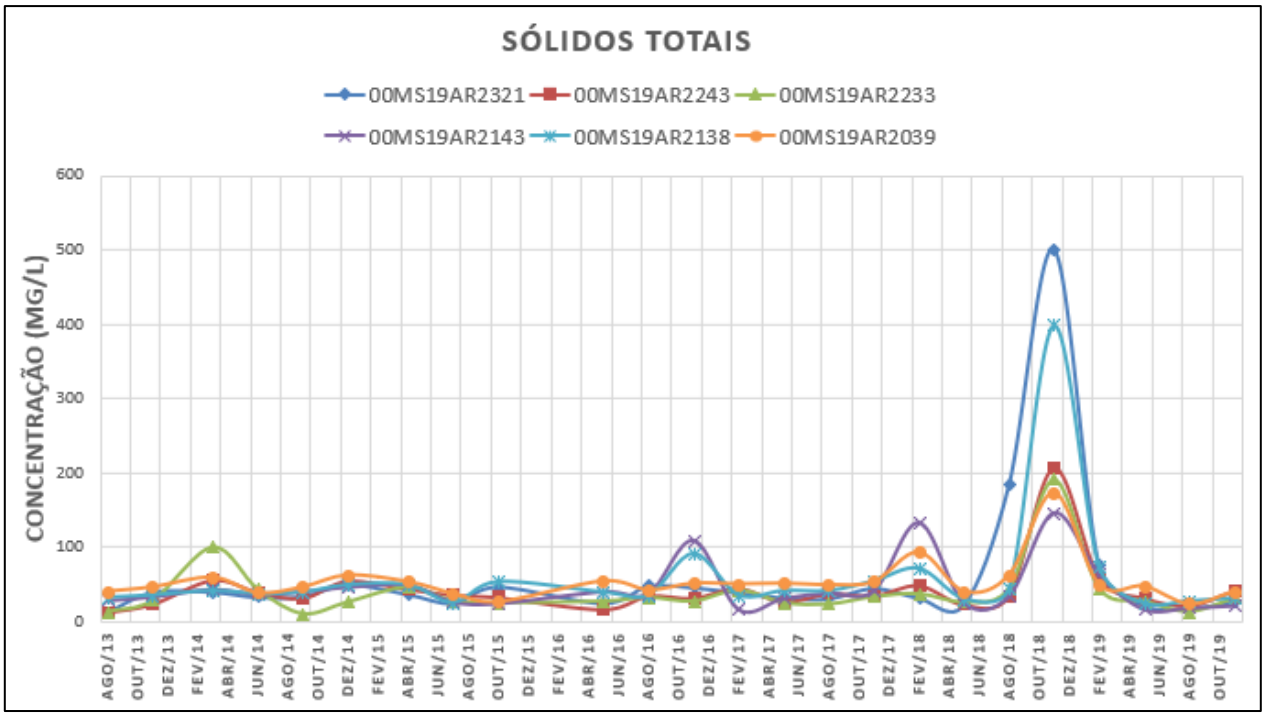


Figura 257 - Evolução de Sólidos Totais no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

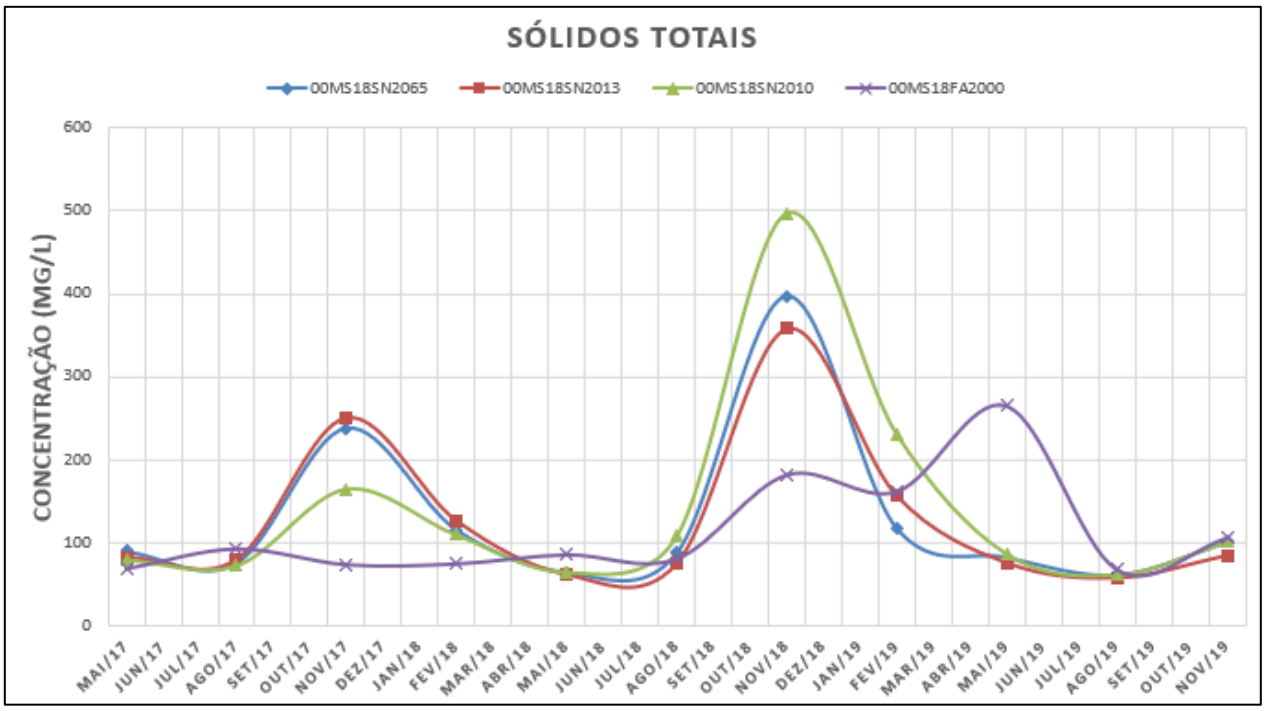


Figura 258 - Evolução de Sólidos Totais no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Por fim, com relação ao indicador de contaminação fecal Coliformes Termotolerantes, na porção alta e média do rio Aporé (Figura 259), seus valores se mantiveram na maior parte do tempo dentro dos parâmetros correspondentes à classe 2. Nos períodos chuvosos, porém, há alterações significativas deste parâmetro, alcançando em alguns pontos de monitoramento valores expressivos. Além das áreas urbanas, identifica-se nas proximidades das margens do rio Aporé a presença significativa de pastagens, fator que pode contribuir para a alteração desse parâmetro. O primeiro ponto de monitoramento a jusante da cidade de Cassilândia (00MS19AR2138) foi o que apresentou valores mais críticos de Coliformes Termotolerantes, sendo compatíveis às classes 3 e 4 na grande maioria das análises, tanto em períodos de estiagem quanto em períodos chuvosos. Dessa forma, os dados sugerem uma fragilidade na eficiência so sistema de tratamento municipal.

Para os pontos de monitoramento da UPH Santana (Figura 260), o rio homônimo apresentou valores de coliformes termotolerantes convergentes ou superiores à classe 3, na maioria das medições e notadamente nos períodos de chuva. O córrego

Fazendinha, principalmente, evidenciou alterações expressivas durante o período avaliado. Os dados indicam uma fragilidade no sistema de esgotamento sanitário do município de Paranaíba, visto que uma grande variação é encontrada nos pontos de monitoramento do rio Santana que estão localizados a jusante da área urbana do município.

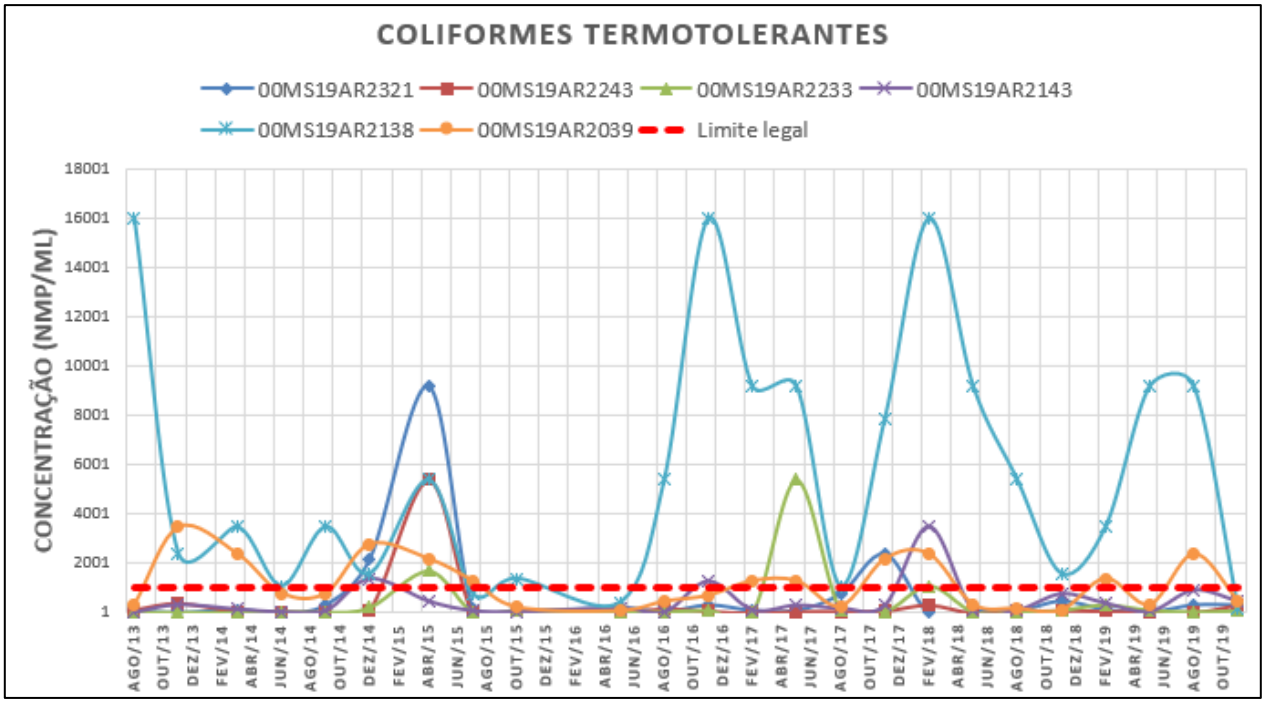


Figura 259 - Evolução de coliformes termotolerantes no tempo e no espaço para a UPH Aporé.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

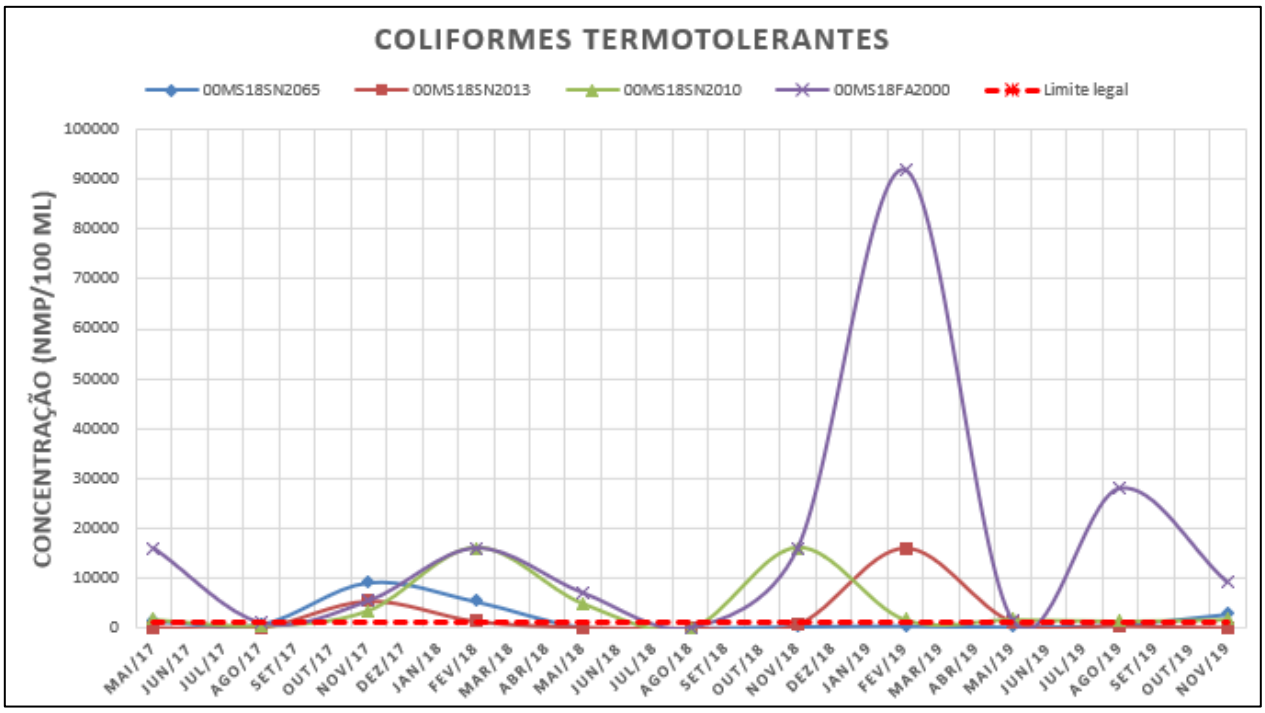


Figura 260 - Evolução de coliformes termotolerantes no tempo e no espaço para a UPH Santana.

Fonte: IMASUL/ANA, adaptado por Myr Projetos Sustentáveis,2021.

Com relação especificamente às violações aos padrões de Classe 2 pela Resolução CONAMA357/05 e CECA/MS 036, nas Tabela 97 e Tabela 98 podem ser verificados os resultados gerais de monitoramento, respectivamente para as UPH Aporé e Santana, com destaque para as inconformidades legais ao longo do espaço (pontos de monitoramento) e do tempo, incluindo-se a distinção sazonal.

Em linhas gerais, para a UPH Aporé, verifica-se que os analitos com maior percentual de inconformidades foram o pH, o Fósforo total e Coliformes Termotolerantes. Para o pH, as violações foram mais comuns no ponto de monitoramento mais a montante no rio Aporé e que podem estar associadas a possível contribuição de áreas agrícolas de entorno e material orgânico de origem vegetal, como já destacado.

Para os outros parâmetros, principalmente coliformes totais, as inconformidades foram mais distribuídas no tempo e no espaço, mas com destaque para o ponto localizado a jusante no município de Cassilândia (00MS19AR2138), com violações prevalentes ao

longo do tempo, indicando haver forte influência urbana e de fragilidade do sistema de tratamento municipal. Nos demais pontos, não se descartam as contribuições difusas oriundas tanto de zonas urbanas, mas principalmente de áreas agropecuárias, uma vez que as elevações do analito ocorreram também em meses chuvosos.

Para o Fósforo total, as violações observadas no rio Aporé poderiam também estar tanto associadas a condições dos serviços de saneamento quanto de contribuição difusa das áreas cultivadas da bacia hidrográfica.

Com relação a UPH Santana, os analitos com violações mais pronunciadas foram, da mesma maneira, os Coliformes totais e Fósforo total, possivelmente associados a causas semelhantes às que foram indicadas para a UPH Aporé. Da mesma forma, nota-se maior percentual de violações nos pontos de monitoramento do córrego Fazendinha e no rio Santana a jusante da confluência com o citado tributário. Essa condição evidencia o impacto das contribuições pontuais e ou difusas advindas do município de Paranaíba. Igualmente, notam-se inconformidades para DBO nesses dois pontos, corroborando a provável contribuição sanitária da zona urbana, mas não se refletindo nas condições de oxigenação das águas do trecho.

É importante pontuar que, de acordo com o Plano de Saneamento Básico do município de Paranaíba do ano de 2018, o sistema de esgotamento sanitário atende 63,17% da população. Observou-se que parte da cidade utiliza soluções individuais para a destinação final de efluentes líquidos, como por exemplo, a fossa negra. O Sistema de Informação de Atenção Básica - SIAB (2018) demonstrou ainda que o município de Paranaíba possuía, em 2015, 636 domicílios que ainda lançavam esgoto a céu aberto, sendo que 315 destes encontravam-se em zona urbana.

Neste contexto, vale destacar que o abastecimento de água para consumo humano na UGH-Santana-Aporé é realizado prioritariamente através de captação subterrânea, porém ocorre uma captação a fio d'água no rio Santana, designada ao abastecimento da cidade de Paranaíba. O impacto excessivo na qualidade das águas superficiais poderá comprometer a captação existente.

Tabela 97 - Resultados gerais de monitoramento da UPH Aporé com destaque para as inconformidades legais (Classe 2) ao longo do tempo e do espaço.

Parâmetro	Ponto Monitoramento	2013		2014				2015			2016			2017				2018				2019				Nº dados	Nº violações	% Violações
		ago/13	nov/13	mar/14	jun/14	set/14	dez/14	abr/15	jul/15	out/15	mai/16	ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	mai/19	ago/19	nov/19			
pH	00MS19AR2321	5,2	5,1	6,2	5,6	5,6	5,1	5,1	4,7	4,9	7	5,6	5,7	6,2	5,7	5,7	5,5	7,3	4,5	5,3	5,4	7,9	4,9	5,3	5,4	24	19	79,2
	00MS19AR2243	6,1	5,9	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1	5,6	6	6,9	6,4	5,9	7,3	6,9	6,2	6,3	6,1	5,9	6,6	6,4	7,6	6,2	6,2	6,5	24	3	12,5
	00MS19AR2233	6,2	5,8	6	6,2	6,1	5,9	6,2	6	6,2	6,8	6,6	6,1	7,2	6,6	6,4	6,5	6,4	5,8	6,4	6,3	7,6	6,1	6,3	6,4	24	3	12,5
	00MS19AR2143	6,2	6,7	6,1	7,3	7,1	7,4	6,7	7	8	6,9	7,8	7,5	7,4	7,5	7,8	7,4	7,6	6,8	7,2	7	7,9	6,9	7	7,3	24	0	0,0
	00MS19AR2138	6,5	6,7	6,3	7,6	6,9	7,1	6,9	7,1	8,2	7,3	7,3	7,4	7,5	7,4	7,8	7,5	7,4	6,9	7,2	7,2	8,1	7	7	7,4	24	0	0,0
	00MS19AR2039	6,6	7	6	7,6	7,2	7,7	6,8	6,9	7,8	7,3	7,6	7,9	7,4	7,4	7,7	7,7	7,2	6,9	7,4	7,3	7,9	7	7,3	7,6	24	0	0,0
OD (mg/L)	00MS19AR2321	5,8	7,1	7,1	7,1	5,6	6,5	6,5	7,3	6,4	4,7	6,6	6,2	6,7	7,2	6,7	6,5	5,2	7,6	7,2	6,8	6,9	7,2	6,8	6,5	24	1	4,2
	00MS19AR2243	6,5	7,1	6,7	7	5,9	5,3	6,9	7,7	6,8	5,2	7,2	6,5	5,6	6,9	7,2	6,7	6,5	7,8	7,7	6,9	6,9	7,4	7,7	6,9	24	0	0,0
	00MS19AR2233	6,6	7,4	7	6,8	5,9	4,7	6,9	7,8	6,9	5,3	7,3	6,7	5,6	7	7,5	6,8	6,6	7,8	7,9	6,8	6,9	7,4	7,7	6,7	24	1	4,2
	00MS19AR2143	9,1	7,4	7,6	7,1	7,7	7,2	6,7	7,9	7,8	7,1	7,6	7,8	7	7,4	8,4	7,6	8	8,9	8,6	7,6	7,4	8,3	7,6	7,3	24	0	0,0
	00MS19AR2138	9,1	7,3	7,3	7	7,3	7,1	7,4	8,1	7,1	7,2	7,5	7,8	6,9	7,3	8,3	7,6	8	8,8	8,4	7,5	7,3	8,2	7,5	7,2	24	0	0,0
	00MS19AR2039	9,3	6,4	7,2	7	7,7	7,3	7,6	8	7,5	6,6	7,4	7,8	6,9	7,3	8,2	7,6	8,1	9	8,7	7,9	7,5	7,8	7,7	7,1	24	0	0,0
DBO (mg/L)	00MS19AR2321	1	1	1		1	2		2	1			3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	0	0,0
	00MS19AR2243	4	4	1		4	1	1	1	1			3	3	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	1	4,8
	00MS19AR2233	1	1	1	1	2	1	2	1	1			3	5	9	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	22	1	4,5
	00MS19AR2143	1	5	1	1	1	1		3	2			3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	0	0,0
	00MS19AR2138		2	2	3	1	2	2	3	1			3	3	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	1	4,8
	00MS19AR2039	2	2	2	2	1	1	1	2	1			3	3	9	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	22	1	4,5
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	00MS19AR2321	92	17	130	18	330	2200	9200	170	78	220	45	330	110	110	790	2400	1,8	78	78	490	140	40	330	330	24	3	12,5
	00MS19AR2243	140	400	68	45	45	140	5400	20	78	40	170	78	1,8	68	68	93	330	1,8	78	110	78	40	20	330	24	1	4,2
	00MS19AR2233	20	24	14	45	20	220	1700	45	78	40	45	110	1,8	5400	92	45	1100	45	1,8	110	320	110	45	92	24	3	12,5
	00MS19AR2143	45	350	170	61	110	1400	490	110	68	210	45	1300	140	330	210	330	3500	130	130	790	410	78	940	490	24	3	12,5
	00MS19AR2138	16000	2400	3500	1100	3500	1600	5400	790	1400	430	5400	16000	9200	9200	1100	7900	16000	9200	5400	1600	3500	9200	9200	200	24	21	87,5
	00MS19AR2039	330	3500	2400	790	790	2800	2200	1300	220	78	460	700	1300	1300	260	2200	2400	330	170	100	1400	330	2400	490	24	11	45,8
Fósforo Total (mg/L)	00MS19AR2321	0,054	0,25	0,058	0,003	0,017	0,022	0,023	0,113	0,06	0,028	0,028	0,336	0,1	0,1	0,1	0,033	0,033	0,073	0,102	0,073	0,074	0,075	0,073	0,073	24	4	16,7
	00MS19AR2243	0,021	0,047	0,021	0,003	0,006	0,015	0,026	0,072	0,06	0,028	0,014	0,295	0,1	0,1	0,01	0,033	0,033	0,073	0,134	0,348	0,073	0,073	0,073	0,073	24	3	12,5
	00MS19AR2233	0,026	0,043	0,077	0,007	0,011	0,015	0,019	0,159	0,01	0,012	0,04	0,343	0,1	0,1	0,1	0,033	0,034	0,123	0,1	0,276	0,074	0,078	0,073	0,073	24	4	16,7
	00MS19AR2143	0,024	0,019	0,017	0,003	0,127	0,228	0	0,05	0,037	0,017	0,029	0,376	0,1	0,1	0,1	0,033	0,033	0,073	0,137	0,101	0,082	0,073	0,073	0,073	24	5	20,8
	00MS19AR2138	0,015	0,063	0,056	0,003	0,115	0,131	0	0,06	0,013	0,025	0,191	0,385	0,1	0,1	0,1	0,033	0,033	0,073	0,073	0,073	0,077	0,073	0,073	0,073	24	4	16,7
	00MS19AR2039	0,043	0,051	0,047	0,012	0,121	0,212	0	0,07	0,054	0,021	0,025	0,368	0,1	0,1	0,1	0,033	0,033	0,073	0,073	0,123	0,086	0,078	0,073	0,073	24	4	16,7
Turbidez	00MS19AR2321	9,1	23,8	12,5	9,06	16	30,5	24,7	20,1	26,8	16,1	19,3	20,7	85,1	14	23,3	30,8	14,6	10,2	152	28,6	12,1	13	9,74	20,4	24	1	4,2
	00MS19AR2243	6	7,5	11,3	4,3	6,44	29,8	24,8	32,1	28	9,47	7,21	9,6	41,3	7,67	9,25	10,3	7,46	10,1	5,01	533	28,2	10	5,35	32,7	24	1	4,2
	00MS19AR2233	6,5	5,6	7,6	6,62	4,85	29	22,5	33,5	8,53	8,02	4,55	6,68	41,8	6,02	5,51	11,5	7,56	7,69	3,73	519	15,3	6,6	1,8	21,4	24	1	4,2
	00MS19AR2143	3,6	6,3	9,8	1,6	5,93	19	48,1	55,9	6,77	11,2	5,37	24,6	16,2	6,67	5,68	18,9	55,1	6,43	3,96	65,8	52,3	6,35	4,9	15,7	24	0	0,0
	00MS19AR2138	2,8	10,2	10,6	3,3	4,82	17	25,1	13,3	12,2	11	6,3	10,4	14,8	8,19	6,55	18,8	45,1	6,17	5,42	60,2	50,3	11,3	5,5	17	24	0	0,0
	00MS19AR2039	2,1	13,8	12,8	2,9	3,69	23	21,9	9,34	10,9	8,16	5,18	13,9	17,9	8,59	5	17	64,7	5,7	21,7	83,9	22,3	7,87	3,93	16,3	24	0	0,0

Chuvoso	Novembro a Abril
Estiagem	Maio a Outubro
	Violação ao limite legal
	Resultados nulos

Página: 582 / 667

Tabela 98 - Resultados gerais de monitoramento da UPH Santana com destaque para as inconformidades legais (Classe 2) ao longo do tempo e do espaço.

Parâmetro	Ponto Monitoramento	2017			2018				2019				N° dados	N° violações	% violações
		mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	mai/19	ago/19	nov/19			
pH	00MS18SN2065	7,7	7,6	7,4	7,9	7,8	7,6	7,5	8,6	8,5	7,6	7,8	11	0	0,0
	00MS18SN2013	7,7	7,5	7,5	8,1	7,8	7,6	7,5	7,9	8,2	7,7	8,1	11	0	0,0
	00MS18SN2010	7,7	7,7	7,6	8	7,7	7,5	7,4	8	8,6	7,6	7,7	11	0	0,0
	00MS18FA2000	7,4	7,2	7,4	7,8	7,2	7,3	7,3	7,7	7,9	7,1	7,4	11	0	0,0
OD	00MS18SN2065	7,4	7,7	7,7	7,3	7,6	8,3	7	7,1	7,5	7,5	7,1	11	0	0,0
	00MS18SN2013	7,7	8	8,3	7,7	8,6	8,4	7,6	7,4	8	7,8	7,6	11	0	0,0
	00MS18SN2010	7,7	7,8	7,9	7,6	8,3	8,3	7,2	7,3	8	7,6	7,2	11	0	0,0
	00MS18FA2000	6,8	6,8	6,9	6,6	7,5	7,2	6,2	6,4	7,1	6,2	5,7	11	0	0,0
DBO (5,20)	00MS18SN2065	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	11	0	0,0
	00MS18SN2013	3	3	3	3	3	3	3	7	3	3	3	11	1	9,1
	00MS18SN2010	3	5	3	7	3	3	3	6	3	3	3	11	2	18,2
	00MS18FA2000	3	8	3	8	4	3	3	8	3	3	3	11	3	27,3
Coliformes Termotolerantes	00MS18SN2065	1400	790	9200	5400	140	1,8	330	490	260	700	2800	11	4	36,4
	00MS18SN2013	170	130	5400	1400	170	1,8	790	16000	1300	490	130	11	4	36,4
	00MS18SN2010	1700	490	3500	16000	4900	1,8	16000	1700	1700	1400	1700	11	9	81,8
	00MS18FA2000	16000	1000	5400	16000	7000	1,8	16000	92000	1600	28000	9200	11	9	81,8
Fósforo Total	00MS18SN2065	0,1	0,1	0,09	0,033	0,073	0,127	0,105	0,088	0,073	0,079	0,085	11	2	18,2
	00MS18SN2013	0,1	0,102	0,066	0,033	0,073	0,099	0,085	0,113	0,073	0,079	0,073	11	2	18,2
	00MS18SN2010	0,1	0,11	0,062	0,033	0,073	0,261	0,47	0,118	0,119	0,093	0,204	11	6	54,5
	00MS18FA2000	0,132	0,227	0,033	0,033	0,479	0,238	0,835	2,238	0,78	0,088	0,645	11	8	72,7
Turbidez	00MS18SN2065	31,6	25,6	174	34,3	23,9	16,5	36	44	29,4	14,2	46,2	11	1	9,1
	00MS18SN2013	35,3	20	272	46,4	23,9	13	53,2	70,6	26,4	9,51	39,8	11	1	9,1
	00MS18SN2010	33,6	19,7	160	46,9	22,4	13,5	56	69,8	32,1	8,9	33,1	11	1	9,1
	00MS18FA2000	16,8	15	20,3	30,6	11	9,93	6,23	192	38,2	6,2	15,2	11	1	9,1

Chuvoso	Novembro a Abril
Estiagem	Maio a Outubro
	Violação ao limite legal
	Resultados nulos

De maneira abrangente, os parâmetros analisados nos pontos de monitoramento demonstram uma fragilidade no sistema de esgotamento sanitário dos municípios pertencentes à UGH Santana-Aporé, visto que é possível observar alterações expressivas nos valores dos parâmetros nos pontos localizados principalmente a jusante das zonas urbanas. Por não disporem de sistemas de coleta e tratamento de esgoto que atendam plenamente a população, os municípios possuem soluções individuais para a destinação final de efluentes líquidos como a fossa negra e o lançamento de esgoto a céu aberto. Da mesma forma, é destacada também a influência das atividades agropecuárias na qualidade dos corpos hídricos, uma vez que estão expressivamente presentes em toda a UGH.

Em Mato Grosso do Sul, a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH-MS) e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos são disciplinados pela Lei 2.406, de 29 de janeiro de 2002. A PERH-MS prevê como instrumentos o plano estadual, o sistema de informações, o enquadramento dos corpos de água, a outorga dos direitos de uso e a cobrança pelo uso. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MS), órgão de instância superior do sistema, foi regulamentado pelo Decreto n° 11.621/2004 e reorganizado pelo Decreto nº 12.366/2007.

Dentre os instrumentos previstos em lei, o Plano Estadual de Recursos Hídricos foi aprovado pelo CERH-MS por meio da Resolução nº 11, de 05 de novembro de 2009. O PRH Paranaíba contém proposta de enquadramento dos corpos hídricos superficiais da respectiva bacia, que se desdobra nos Planos de Ação das UGHs, incluindo-se, com isso, o PARH Santana-Aporé, cuja classificação se restringiu à Classe 2 para seus corpos hídricos. Essa proposta de enquadramento foi aprovada pelo CBH Paranaíba, por meio da Deliberação nº 39/2013. Destaca-se, porém, que, embora conste no art. 2º da mencionada Deliberação a determinação de seu encaminhamento ao CNRH, não ocorreu, até o momento, a publicação de ato normativo desse Conselho que aprovasse o enquadramento.

Dessa maneira, embora os corpos hídricos avaliados sejam classificados como classe 2, que visa o atendimento dos usos preponderantes atuais e futuros, quando são verificados os comportamentos dos parâmetros de qualidade nos pontos de monitoramento da bacia, observa-se uma piora na classificação em vários trechos desses, tornando-os inapropriados para os usos preestabelecidos pela classe correspondente.

Nas Tabela 99 e Tabela 100 podem ser observados, respectivamente para a UPH Aporé e Santana, os resultados médios para os diferentes parâmetros de qualidade da água nos distintos períodos sazonais (chuva e estiagem) e as suas correspondentes indicações de classes de enquadramento.

Tabela 99 – Indicações de classes de enquadramento segundo os resultados médios para os parâmetros de qualidade da água obtidos para cada um dos pontos da UPH Aporé nos diferentes períodos sazonais.

Parâmetro	Ponto Monitoramento	Concentração média			
		Chuva	Enquadram.	Estiagem	Enquadram.
pH	00MS19AR2321	5,9	NA	5,4	NA
	00MS19AR2243	6,4	Classe 1 e 2	6,3	Classe 1 e 2
	00MS19AR2233	6,4	Classe 1 e 2	6,3	Classe 1 e 2
	00MS19AR2143	7,3	Classe 1 e 2	7,1	Classe 1 e 2
	00MS19AR2138	7,3	Classe 1 e 2	7,2	Classe 1 e 2
	00MS19AR2039	7,5	Classe 1 e 2	7,2	Classe 1 e 2
OD (mg/L)	00MS19AR2321	6,5	Classe 1	6,7	Classe 1
	00MS19AR2243	6,5	Classe 1	7,0	Classe 1
	00MS19AR2233	6,5	Classe 1	7,1	Classe 1
	00MS19AR2143	7,4	Classe 1	7,9	Classe 1
	00MS19AR2138	7,4	Classe 1	7,8	Classe 1
	00MS19AR2039	7,4	Classe 1	7,8	Classe 1
DBO (mg/L)	00MS19AR2321	2,8	Classe 1	2,4	Classe 1
	00MS19AR2243	2,7	Classe 1	3,2	Classe 2
	00MS19AR2233	2,9	Classe 1	2,6	Classe 1
	00MS19AR2143	3,0	Classe 1	2,4	Classe 1
	00MS19AR2138	2,7	Classe 1	2,9	Classe 1
	00MS19AR2039	2,5	Classe 1	3,1	Classe 2
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	00MS19AR2321	1522	Classe 3	179	Classe 1
	00MS19AR2243	696	Classe 2	63	Classe 1
	00MS19AR2233	372	Classe 2	429	Classe 2
	00MS19AR2143	920	Classe 2	188	Classe 1
	00MS19AR2138	6380	Classe 4	5387	Classe 4
	00MS19AR2039	1709	Classe 3	797	Classe 2
Fósforo Total (mg/L)	00MS19AR2321	0,102	Classe 3	0,063	Classe 2
	00MS19AR2243	0,104	Classe 3	0,049	Classe 2
	00MS19AR2233	0,101	Classe 3	0,065	Classe 2
	00MS19AR2143	0,105	Classe 3	0,061	Classe 2
	00MS19AR2138	0,097	Classe 2	0,069	Classe 2
	00MS19AR2039	0,108	Classe 3	0,064	Classe 2
Turbidez	00MS19AR2321	29,1	Classe 1	25,1	Classe 1
	00MS19AR2243	72,5	Classe 2	10,9	Classe 1
	00MS19AR2233	68,0	Classe 2	8,0	Classe 1
	00MS19AR2143	32,2	Classe 1	9,6	Classe 1
	00MS19AR2138	26,9	Classe 1	7,7	Classe 1
	00MS19AR2039	29,5	Classe 1	7,7	Classe 1

Tabela 100 – Indicações de classes de enquadramento segundo os resultados médios para os parâmetros de qualidade da água obtidos para cada um dos pontos da UPH Santana nos diferentes períodos sazonais.

Parâmetro	Ponto Monitoramento	Concentração média			
		Chuva	Enquadram.	Estiagem	Enquadram.
pH	00MS18SN2065	7,8	Classe 1 e 2	7,8	Classe 1 e 2
	00MS18SN2013	7,8	Classe 1 e 2	7,8	Classe 1 e 2
	00MS18SN2010	7,7	Classe 1 e 2	7,8	Classe 1 e 2
	00MS18FA2000	7,5	Classe 1 e 2	7,4	Classe 1 e 2
OD	00MS18SN2065	7,2	Classe 1	7,7	Classe 1
	00MS18SN2013	7,7	Classe 1	8,1	Classe 1
	00MS18SN2010	7,4	Classe 1	8,0	Classe 1
	00MS18FA2000	6,4	Classe 1	6,9	Classe 1
DBO (5,20)	00MS18SN2065	3,2	Classe 2	3,3	Classe 2
	00MS18SN2013	3,8	Classe 2	3,0	Classe 1
	00MS18SN2010	4,4	Classe 2	3,3	Classe 2
	00MS18FA2000	5,0	Classe 2	4,0	Classe 2
Coliformes Termotolerantes	00MS18SN2065	3644,0	Classe 3	548,6	Classe 2
	00MS18SN2013	4744,0	Classe 4	377,0	Classe 2
	00MS18SN2010	7780,0	Classe 4	1698,6	Classe 3
	00MS18FA2000	27720,0	Classe 4	8933,6	Classe 4
Fósforo Total	00MS18SN2065	0,080	Classe 2	0,092	Classe 2
	00MS18SN2013	0,074	Classe 2	0,088	Classe 2
	00MS18SN2010	0,177	Classe 3	0,126	Classe 3
	00MS18FA2000	0,757	Classe 3	0,324	Classe 3
Turbidez	00MS18SN2065	66,9	Classe 2	23,5	Classe 1
	00MS18SN2013	96,4	Classe 2	21,4	Classe 1
	00MS18SN2010	73,2	Classe 2	21,7	Classe 1
	00MS18FA2000	52,9	Classe 2	16,2	Classe 1

8.6 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

8.6.1 Hidrogeoquímica das águas subterrâneas

As características químicas das águas subterrâneas refletem naturalmente os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas/sedimentos que as armazenam e nos quais circulam. A caracterização da qualidade é definida por sua composição e pelo conhecimento dos efeitos à saúde que seus constituintes podem causar. O conjunto de todos os elementos que as compõem permite estabelecer padrões de qualidade, classificando-as, assim, de acordo com seus limites estudados e suas

demandas por tipo de uso, como para consumo humano, agrícola, industrial etc. (FEITOSA & MANOEL FILHO, 2000).

No Plano anterior (PARH Santana-Aporé), não foram abordados dados ou estudos específicos sobre a qualidade das águas subterrâneas. Desta forma, no presente Diagnóstico, há a descrição da qualidade das águas dos principais sistemas aquíferos, com uso de dados de análises hidroquímicas de relatórios e publicações técnicos-científicas, além de dados de quatro poços de monitoramento da RIMAS (CPRM), situados nas proximidades da UGH Santana-Aporé. Também foram analisados dados fornecidos pela SANESUL e DAE / Cassilândia e informações obtidas em campo.

Os dados disponíveis das análises de águas brutas de poços utilizados para abastecimento público situados dentro da UGH foram tabulados e organizados, a partir de boletins/laudos de análises repassados pelas empresas de abastecimento de água. A localização destes poços é apresentada no mapa da Figura 261.

Deve-se ressaltar que os laudos disponíveis não contemplam todos os parâmetros necessários para confecção de diagramas clássicos de hidroquímica, como de Piper (que requer íons de: cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato/bicarbonato, sulfato e cloreto). Assim, a avaliação de dados foi centrada nos resultados de análises e comparativo com valores máximos permitidos. Tal abordagem é útil para gestão de recursos hídricos, exatamente por focar em eventuais não conformidades na qualidade das águas, trazendo elementos não só da hidroquímica natural, mas também, potencialmente, aqueles da ação antrópica (uso e ocupação do solo; proteção sanitária de poços; interferência entre poços etc.).

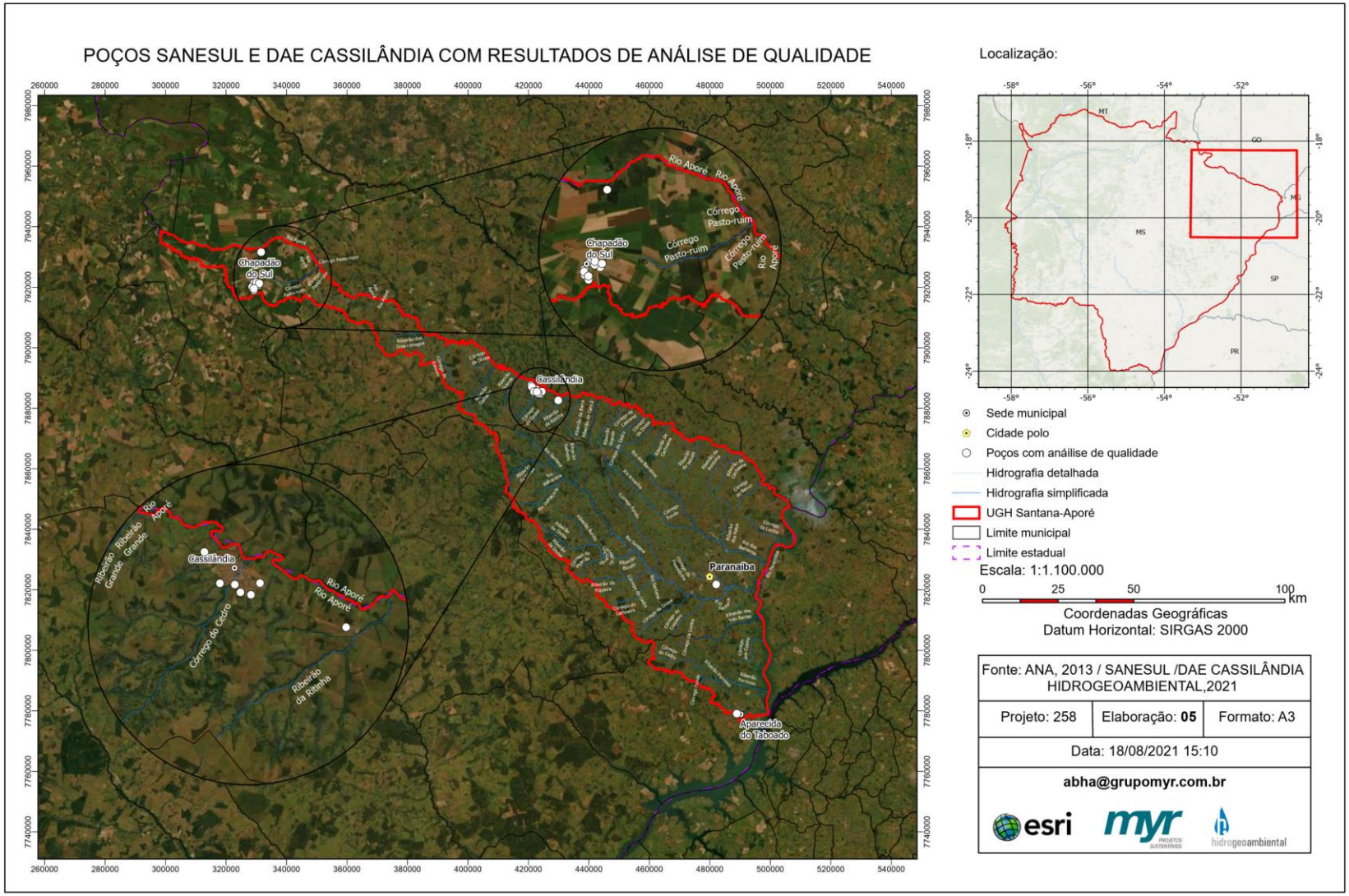


Figura 261 – Poços SANESUL e DAE-Cassilândia contidos na UGH e que possuem resultados quanto à qualidade de águas subterrâneas (água bruta).

Os principais parâmetros em água bruta com dados disponíveis são:

- **Parâmetros Químicos:** alumínio, cloreto, cobre, cromo total, dureza, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, nitrito, níquel, pH, sólidos totais dissolvidos, sulfato, turbidez e zinco.
- **Agroquímicos**: Alaclor, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Bentazona, Carbofuran, Clordano (cis + trans), Clorotalonil, Clorpirifós, 2,4-D, Endosulfan(I + II + sulfato), Endrin, Glifosato Hexaclorobenzeno, Lindano (gama-BHC), Malation, Metolacloro, Metoxicloro, Molinato, Pendimetalina, Pentaclorofenol, Permetrina, Propanil, Simazina, Trifuralina.
- **Orgânicos**: Benzeno, Cloreto de vinila, Clorofórmio, 1,4-Diclorobenzeno, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroeteno, 1,2-Dicloroeteno, Diclorometano, Estireno, Etilbenzeno, Tetracloreto de carbono, Triclorobenzenos, Tetracloroeteno, Tricloroeteno, Tolueno, Xileno.
- **Parâmetros Biológicos:** *Escherichia coli*.
- **Parâmetros físicos:** condutividade, cor aparente e temperatura.

Do ponto de vista do controle de poluição e contaminação das águas subterrâneas, alguns instrumentos legais são utilizados para avaliar sua qualidade.

- Resolução CONAMA nº 396 de 03/04/2008: dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 420 de 28/12/2009: dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
- Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021: altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A Tabela 101 apresenta um sumário dos valores máximos permitidos para parâmetros químicos e organolépticos considerados para efeitos de potabilidade. Os valores superiores aos mencionados representam riscos à saúde. As normatizações supramencionadas não abordam valores de alcalinidade, condutividade elétrica e pH.

Sobre o pH, a definição do limite inferior de VMP para pH não é muito claro nas legislações vigentes. Na literatura, considera-se que meio aquoso com pH baixo torna a água corrosiva; e com pH elevado, tende a formar incrustações (nas tubulações de poços e rede de água, por exemplo). A vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

Para os demais parâmetros (orgânicos, inorgânicos, agroquímicos etc.) não mencionados na Tabela abaixo, foram verificadas eventuais não conformidades nas análises, não sendo constatadas quaisquer, para os parâmetros analisados.

Tabela 101- Valores máximos permitidos para parâmetros químicos e organolépticos que devem ser considerados para efeitos de qualidade, valores máximos e potabilidade.

PARÂMETRO	Parametrização normativa		
	Resolução CONAMA 396 de 2008 (consumo humano)	Resolução CONAMA 420 de 2009	Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021
Alumínio (mg/L)	0,2	3,5	0,2
Cloreto (mg/L)	250		250
Cobre (mg/L)	2	2	2
Cor aparente (UC)	-	-	15
Cromo total(mg/L)	0,05	0,05	0,05
Dureza (mg/L)	-	-	300
Ferro total (mg/L)	0,3	2,45	0,3
Fluoreto (mg/L)	1,5	-	1,5
Manganês (mg/L)	0,1	0,4	0,1
Nitrato (mg/L N)	10	10	10
Nitrito (mg/L N)	1	-	1

Níquel (mg/L)	0,02	0,02	0,07
Sódio (mg/L)	200	-	200
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	1000	-	500
Sulfato (mg/L)	250	-	250
Turbidez (NTU)	-	-	5
Zinco (mg/L)	5	1,05	5
Niquel (mg/L)	-	-	0.07
Sódio (mg/L)	-	-	200

Os resultados hidroquímicos da UGH Santana-Aporé foram organizados por sistema aquífero ou, na falta desta definição, por sistema municipal, com dados do período de 2015 a 2021. Esse material, a partir de laudos repassados pela SANESUL e DAE/Cassilândia, foi organizado segundo estatísticas de concentrações máxima, mínima, média e mediana em função do principal sistema aquífero ou sistema de água considerado . Ao todo, foram compiladas 132 análises referentes a 21 poços.

Também foram considerados dados de aquíferos, regionais ou estaduais, de publicações técnico-científicas.

Lançado no final de julho de 2021, o “Relatório de Implantação da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas do Mato Grosso do Sul” mostra os primeiros resultados da rede estadual (MATO GROSSO DO SUL, 2021), uma iniciativa de grande valor.

O relatório enfatiza que a grande maioria dos municípios do MS, principalmente no interior do estado, utilizam as águas subterrâneas como recurso hídrico principal ou único para o abastecimento público de água. Assim, a Rede Estadual de Monitoramento está sendo constituída por poços existentes, cadastrados, operados pelas empresas de abastecimento público, e utilizados para produção de água.

Os resultados das análises laboratoriais realizadas nos programas de automonitoramento desses poços comporão o banco de dados do Programa de Monitoramento, sendo que

neste relatório de 2021, são apresentados resultados de análises efetuadas em 2018 e 2019.

Para a seleção dos pontos de amostragem, estão sendo adotados alguns critérios pelo IMASUL: a) poços outorgados; b) poços com finalidade de abastecimento público; e c) poços com explotação somente de um sistema aquífero.

A Figura 262 apresenta a localização dos pontos de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas da rede estadual já implementada. Não há pontos na UGH Santana-Aporé; o ponto mais próximo é situado em Selvíria, em poço que extrai água do sistema aquífero Serra Geral.

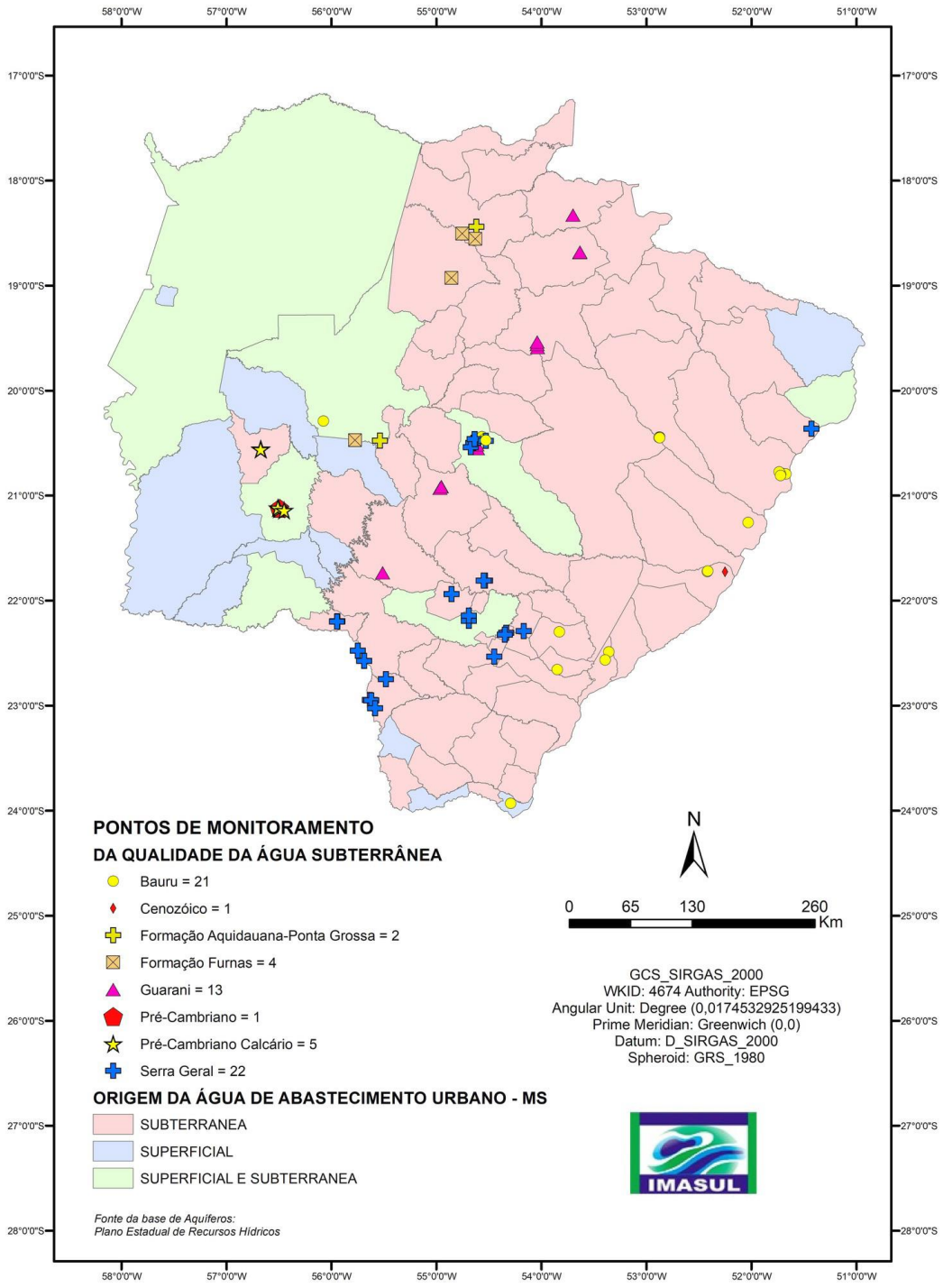


Figura 262 – Pontos de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas da rede estadual já implementada.

Fonte: MATO GROSSO DO SUL (2021).

8.6.1.1 Sistema Aquífero Guarani

Características gerais de qualidade e classificação das águas

Conforme caracterizado no Capítulo 4.2.2, o sistema aquífero Guarani é uma reserva estratégica de água, transfronteiriço e com porções livre e confinada. Sua qualidade normalmente é satisfatória, principalmente nas porções mais rasas do sistema. Nestas porções, os sólidos totais dissolvidos normalmente se situam abaixo de 100 mg/L; em profundidades intermediárias, a salinidade atinge valores superiores a 200 mg/L, chegando a valores que excedem 600 mg/L nas porções confinadas. Os valores de temperatura, pH, salinidade, íons cloreto, sulfato e sódio também aumentam com a profundidade das águas no sistema. Quanto à potabilidade, atenção especial deve ser dada à eventual presença de altos teores de sais decorrentes da dissolução dos materiais rochosos (ANA, 2013b).

Valores anômalos de pH são mais frequentes nas partes confinadas e podem alcançar 10,35. A temperatura da água em profundidade pode chegar a atingir 63°C (CPRM 2012 a), como em certas porções da posição da calha do rio Paraná, em Presidente Prudente/SP e arredores, sendo menor nas porções livres e em sentido às bordas da bacia geológica do Paraná; e maior na parte central, sobretudo a maiores profundidades e pressão confinante.

Segundo dados da literatura, as águas do sistema Guarani são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e cálcio-magnesianas, embora as de característica sódica estejam presentes secundariamente em suas zonas confinadas (ANA 2013a; ANA 2013b; CPRM 2012a). Há relatos ainda de classificações como cloro-sulfatadas sódicas (SILVA, 1983 apud Gastmans & Kiang, 2003).

Parâmetros hidroquímicos regionais

Dados hidroquímicos do sistema Guarani são apresentados na Tabela 102. No caso da rede estadual (MS), refere-se à mediana de dados de 13 poços (período 2018-19); os demais dados são de publicações da literatura.

Tabela 102 – Compilação de dados de alguns parâmetros químicos e organolépticos que compõe o Sistema Aquífero Guarani a nível regional.

Parâmetro	CPRM (2012a)	Gastmans & Kiang (2003) - confinado	Gastmans & Kiang (2003) - não confinado	Rede estadual - Mato Grosso do Sul (2021) – mediana de análises (2018-19)
Alcalinidade (mg/L)	-	-	-	55
Aluminio (mg/L)	-	-	-	0,05
Cloreto (mg/L)	-	0,35 a 132,75	<11	2
Cobre (mg/L)	-	-	-	0,04
Condutividade (µS/cm)	20 a 100 (870 confinado)	-	-	108,5
Cor aparente (UC)	-	-	-	5
Cromo total (mg/L)	-	-	-	0,02
Dureza (mg/L)	-	-	-	53,5
Ferro (mg/L)	-	-	-	0,08
Fluoreto (mg/L)	-	-	-	0,2
Manganes (mg/L)	-	-	-	0,015
Nitrato (mg/L)	-	-	-	0,4
Nitrito (mg/L)	-	-	-	0,006
pH	6,5 a 9,5	8,2 – 10,4	-	7,2
STD (mg/L)	74	61-650	-	121,7
Sulfato (mg/L)	<92	<92,16	<12	2
Turbidez (NTU)	-	-	-	0,5
Zinco (mg/L)	-	-	-	0,04
Niquel (mg/L)	-	-	-	0,006
Sódio (mg/L)	0,3 a 170	13,8 a 225,4	<20,7	10

Fonte: MYR – Hidrogeoambiental (2021).

Parâmetros hidroquímicos do sistema na UGH Santana-Aporé

A Tabela 103 apresenta a síntese dos resultados de parâmetros químicos e organolépticos selecionados, a partir de análises efetuadas nos “poções” da SANESUL situados em Aparecida do Taboado e Paranaíba. No geral das análises efetuadas (para todos os parâmetros, incluindo orgânicos, agroquímicos e microbiológicos), não foram encontradas não conformidades. No entanto, as concentrações de fluoreto apresentam alguns valores próximos ao VMP (valor máximo de 1,4mg/L; VMP de 1,5 mg/L), o que requer monitoramento e atenção.

Tabela 103– Caracterização estatística dos parâmetros químicos e organolépticos – análises em poços que extarem água do Sistema Aquífero Guarani na UGH.

Informações gerais	Considerando-se todas as análises					Mediana de cada poço	
Período - 2015 até 2021 / Parâmetros	MAX.	MIN.	MEDIANA	MÉDIA	Número de análises	Aparecida do Taboado	Paranaíba
Alcalinidade (mg/L)	263,00	0,10	125,90	112,05	6	127,60	25,00
Aluminio (mg/L)	0,10	0,01	0,01	0,03	10	0,01	0,01
Cloreto (mg/L)	13,00	0,05	7,00	7,45	29	7,00	12,00
Cobre (mg/L)	0,10	0,01	0,02	0,03	9	0,02	0,02
Condutividade (µS/cm)	333	197	320	316	33	320,00	262,90
Cor aparente (UC)	6,2	1,0	2,5	2,5	17	2,50	1,00
Cromo total (mg/L)	0,03	0,01	0,02	0,02	11	0,02	0,02
Dureza (mg/L)	92	3	40	50	29	42,00	40,00
Ferro (mg/L)	0,22	0,02	0,09	0,10	11	0,10	0,08
Fluoreto (mg/L)	1,40	0,10	1,20	1,19	26	1,20	1,20

Manganes (mg/L)	0,030	0,003	0,012	0,013	11	0,01	0,02
Nitrato (mg/L)	4,200	0,150	0,200	0,708	13	0,15	1,40
Nitrito (mg/L)	0,300	0,002	0,100	0,122	10	0,10	0,01
pH	8,90	6,40	8,30	8,25	38	8,30	8,10
STD (mg/L)	299	169	277	274	27	276,90	261,40
Sulfato (mg/L)	21,5	1,0	13,9	11,9	20	14,60	1,50
Turbidez (NTU)	2,35	0,05	0,25	0,35	20	0,25	0,20
Zinco (mg/L)	1,30	0,01	0,06	0,26	10	0,08	0,03
Niquel (mg/L)	0,008	0,001	0,003	0,004	4	0,00	-
Sódio (mg/L)	5,0	5,0	5,0	5,0	1	5,00	-
Fósforo (mg/L)	0,04	0,04	0,04	0,04	4	0,04	-

Obs.: MAX.= valor máximo; MIN.= valor mínimo; STD – Sólidos totais dissolvidos.

Fonte: MYR – Hidrogeoambiental (2021).

Outras informações do sistema aquífero Guarani

As altas temperaturas observadas no sistema Guarani confinado, através dos dois “poções” localizados na UGH Santana-Aporé (~ 45-50°C), estão associadas à pressão de confinamento e grau geotérmico nas profundidades ali observadas (camadas arenosas de reservatório do aquífero Guarani alcançadas a profundidades de 668 e 877m, respectivamente, em Paranaíba e Aparecida do Taboado, segundo dados dos perfis de poços).

Isso também se observa no mapa geotermal do Brasil - Figura 263(IBGE, 2010), que na região basicamente está associado ao aquífero Guarani, notadamente em sua porção confinada.

As temperaturas da água do sistema Guarani vão desde a ambiente – presente nas porções livres (pequenos trechos em Cassilândia/Chapadão do Sul e ainda em Costa Rica/MS, Chapadão do Céu/GO, Mineiros/GO etc.) -, até esses valores de 45-50ºC na porção SE da UGH Santana-Aporé, indicados anteriormente. Em partes intermediárias, como em São João do Aporé (parte de Paranaíba, no limite com Lagoa Santa/GO), são conhecidos empreendimentos de águas termais (hotelaria, parques de águas/lazer – os clubes aquáticos instalados nessa região utilizam destas águas para atividades recreativas de banhos de piscinas), às margens do rio Aporé. Este fenômeno ocorre devido águas com elevadas temperaturas possivelmente ressurgirem de profundidades para superfície por meio de falhas ou fraturas geológicas (Figura 264). Segundo relatos coletados em campo em 2021, as águas termais naturais saem localmente a temperatura entre 29 e 33°C, o que é coerente com o paulatino aumento da temperatura do sistema aquífero Guarani de NW a SE. Há instalações de poços tubulares com temperaturas de até 32-33°C e em profundidades inferiores a 200-300m (Figura 265).

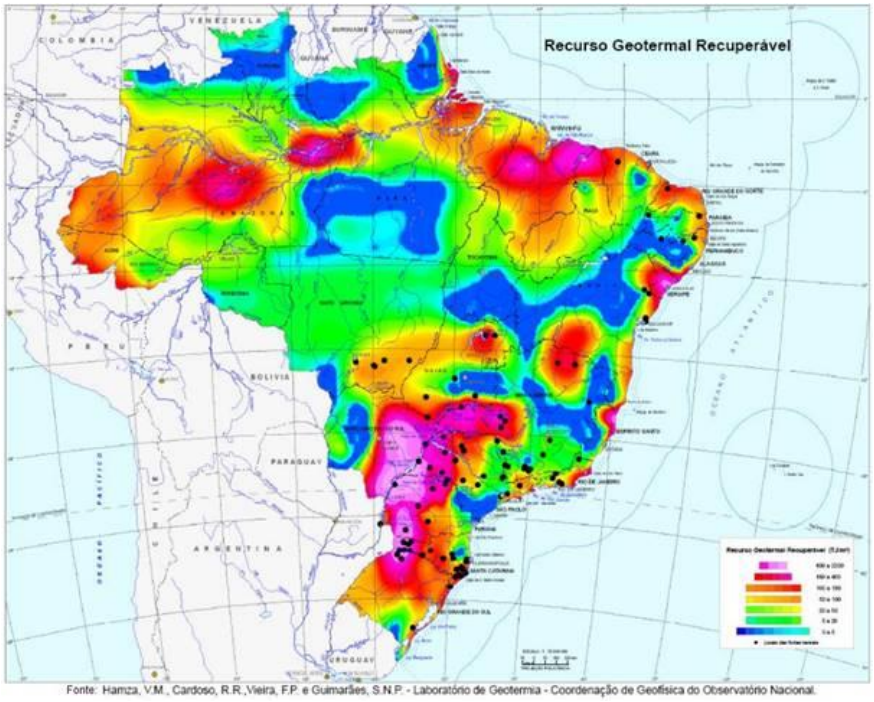


Figura 263 – Mapa Geotermal do Brasil (Fonte: IBGE 2010).

Figura 264 – Lagoa termal em empreendimento às margens do rio Aporé, em Lagoa Santa-GO.

Figura 265 – Poço de água termal para uso recreativo em balneários em Paranaíba-MS (São J. do Aporé) às margens do rio Aporé, na divisa com Lagoa Santa-GO.

Ainda sobre teores anômalos de fluoreto, há outros relatos na literatura para o sistema aquífero Guarani. Ezaki *et al.* (2016) indicam que as concentrações mais altas de flúor no sistema aquífero Guarani no Estado de São Paulo podem estar associadas a processos hidrotermais e eventos tectônicos com controles estruturais que teriam propiciado a circulação de soluções residuais do magma, provocando mineralizações, e a remobilização do fluoreto contido nas rochas percoladas.

Silvério da Silva *et al*. (2002), em estudo na Depressão Central Gaúcha, sugerem as seguintes hipóteses sobre a fonte de fluoreto: (i) processo de intemperização de minerais oriundos de granitóides, no processo de caolinização; (ii) enriquecimento da matriz de ossos de fósseis de répteis; (iii) presença de diques básicos que possam ter contribuído para a concentração relativa de fluoreto ou no semi-confinamento local do sistema aquífero Guarani, formando águas subterrâneas de elevada força iônica.

8.6.1.2 Sistemas Aquíferos Bauru-Caiuá e Cachoeirinha

Características gerais de qualidade e classificação das águas

Águas do sistema Bauru-Caiuá normalmente atendem aos requisitos para consumo humano, entretanto para alguns tipos de usos industriais demandam correção da dureza e do pH, em especial no domínio das águas bicarbonatadas cálcicas. Esta constatação se refere a altos teores de carbonatos e bicarbonatos associados ao magnésio de unidades aquíferas carbonáticas da Formação Marilia (Grupo Bauru). Apesar de não apresentarem toxicidade, estas águas podem demandar tratamento para seu uso, já que são responsáveis por incrustações e deposição de sedimentos, que por sua vez podem comprometer tubulações e redes de distribuição (ANA, 2013b).

Estudos realizados neste sistema aquífero no Estado de Mato Grosso do Sul mostram valores de pH de 5,01 a 7,27 e, em geral, apresentaram características levemente ácidas a neutras. Tais valores são de menor amplitude aos relatados para o mesmo sistema aquífero no Estado de São Paulo, de 4,08 a 10,97 (BARISON & CHANG, 2002 apud UECHI et al 2017).

No cômputo geral, as águas desse sistema são de baixa salinidade, com resíduo seco raramente atingindo 300 mg/L (DAEE, 2005a apud CPRM, 2012 b).

Águas do sistema Bauru-Caiuá na região de Aparecida do Taboado são bicarbonatadas sódicas (UECHI et al., 2017). No geral, a predominância de águas bicarbonatadas cálcicas está em áreas de planaltos e espigões e as bicarbonatadas cálcio-magnesianas nas áreas próximas aos vales (CPRM, 2012 b)

Não há estudos específicos à qualidade das águas da Formação Cachoeirinha. No entanto, os poços da SANESUL situados em Chapadão do Sul apresentam perfis descritivos indiscriminadamente associados a esta formação (sem distinção aos Grupos Bauru/Caiuá), conforme indicado no Capítulo 8.2.2.3.

Parâmetros hidroquímicos regionais

Dados hidroquímicos regionais estão apresentados na Tabela 104, incluindo mediana de valores do sistema Bauru-Caiuá e Cenozoico da rede estadual – MS (MATO GROSSO DO SUL, 2021) e mediana do último dado disponível da rede de poços de monitoramento

rasos RIMAS/CPRM (quatro poços situados na envoltória de 30km da UGH; descritivo no Capítulo 8.2.2.1).

Tabela 104 – Compilação de dados de alguns parâmetros químicos e organolépticos para os sistemas Bauru-Caiuá e Cenozoico.

Parâmetro	Mediana – dados mais recentes, de 2019 – RIMAS/CPRM (poços de monitoramento rasos)	Mediana de análises (2018-19) Bauru-Caiuá	Mediana de análises (2018-19) - Cenozoico
Alcalinidade (mg/L)	40,43	20,7	46,8
Aluminio (mg/L)	0,06	0,08	0,12
Cloreto (mg/L)	1,35	2,3	2,3
Cobre (mg/L)	0	0,04	0,02
Condutividade (µS/cm)	90,9	66	99
Cor aparente (UC)	-	5	5
Cromo total (mg/L)	0,01	0,03	0,03
Dureza (mg/L)	36,87	36	30,4
Ferro (mg/L)	0,1	0,08	0,04
Fluoreto (mg/L)	0,06	0,2	0,2
Manganes (mg/L)	0,005	0,05	0,01
Nitrato (mg/L N)	4,3	0,9	0,3
Nitrito (mg/L N)	0,01	0,006	0,2
pH	5,9	5,7	5,8
STD (mg/L)	80	84,5	151,5
Sulfato (mg/L)	0,07	2	2
Turbidez (NTU)	0,79	0,5	0,5
Zinco (mg/L)	0,023	-	0,04
Niquel (mg/L)	0,007	0,01	0,016
Sódio (mg/L)	1,29	11	10

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

De forma mais detalhada, na Tabela 105 são apresentados os valores de análises de cada um dos poços de monitoramento rasos da RIMAS/CPRM localizados na envoltória de 30km da UGH Santana-Aporé – dados de 2019. Os resultados indicaram não conformidade para nitrato (13,45 mg/L) no poço situado em Inocência, bem como valor de pH relativamente baixo (4,8) no poço de Aparecida do Taboado.

Tabela 105 – Dados de análises nos poços de monitoramento rasos da RIMAS/CPRM situados na envoltória de 30km da UGH Santana-Aporé.

Parâmetro	Aparecida do Taboado - 3500026837 2019	Carneirinho - 3100020776 2019	Carneirinho - 3100020777 2019	Inocência - 3500034020 2019
Alcalinidade (mg/L)	2,65	-	-	78,2
Aluminio (mg/L)	0,058	0	0,075	0
Cloreto (mg/L)	-	0,01	1,35	1,91
Cobre (mg/L)	-	0	0	
Condutividade (µS/cm)	8,1	161	24,5	157,3
Cor aparente (UC)	-	-	-	-
Cromo total (mg/L)	0,027	0	0	0,037
Dureza (mg/L)	2,46	-	-	71,28
Ferro (mg/L)	0,123	0,054	0,068	0,135
Fluoreto (mg/L)	-	0,24	0,04	0,058
Manganês (mg/L)	0,014	0	0,008	0,002
Nitrato (mg/L N)	0,72	4,77	3,82	13,45
Nitrito (mg/L N)	-	0,01	0,01	-
pH	4,8	7,2	5,36	6,37
STD (mg/L)	40	-	-	120
Sulfato (mg/L)	-	0,07	0,01	0,113
Turbidez (NTU)	0,02	-	-	1,55
Zinco (mg/L)	0,01	0,035	0,041	0,011
Niquel (mg/L)	0,013	0	0	0,013
Sódio (mg/L)	1,12	1,09	1,47	1,46

Fonte de dados: RIMAS – CPRM (2021).

Parâmetros hidroquímicos na UGH Santana-Aporé

A Tabela 106 apresenta resultados de análises efetuadas em amostras de água de poços de Chapadão do Sul, cujo descritivo de perfis desses poços, fornecido pela SANESUL, indica apenas “Formação Cachoeirinha”, sem distinção para o limite com as formações arenosas dos Grupos Bauru-Caiuá. Por este motivo, são aqui apresentados em

separado. Além destes resultados selecionados, foram analisados todos os demais parâmetros (incluindo orgânicos, agroquímicos, microbiológicos), não se encontrando não conformidades, corroborando com a qualidade normalmente boa das águas. Por outro lado, essa Tabela mostra valores de ferro de até 0,47 mg/L e pH baixo (média e mediana das análises de 4,8; valor mínimo de 3,6), o que requer monitoramento e atenção; eventualmente correção/tratamento.

Tabela 106 – Caracterização estatística dos parâmetros químicos e organolépticos – poços em Chapadão do Sul – base de dados da SANESUL.

Período - 2015 até 2021 / Parâmetros	MAX	MIN	MEDIANA	MÉDIA	N
Alcalinidade (mg/L)	10,00	1,00	1,75	2,09	26
Aluminio (mg/L)	0,11	0,01	0,04	0,04	41
Cloreto (mg/L)	7,80	1,00	2,00	3,06	45
Cobre (mg/L)	0,07	0,01	0,02	0,02	41
Condutividade (µS/cm)	48	3	9	13	47
Cor aparente (UC)	4,1	1,0	2,5	2,4	47
Cromo total (mg/L)	0,04	0,01	0,02	0,02	41
Dureza (mg/L)	60,0	0,1	8,0	11,5	44
Ferro (mg/L)	0,47	0,02	0,06	0,08	45
Fluoreto (mg/L)	1,00	0,01	0,10	0,16	44
Manganês (mg/L)	0,06	0,00	0,01	0,02	47
Nitrato (mg/L)	2,5	0,003	0,150	0,479	60
Nitrito (mg/L)	0,6	0,002	0,100	0,137	45
pH	8,6	3,6	4,8	4,8	59
STD (mg/L)	74	6	13	18	60
Sulfato (mg/L)	2,30	0,50	1,00	1,09	44
Turbidez (NTU)	0,70	0,04	0,25	0,25	60
Zinco (mg/L)	0,25	0,00	0,03	0,04	38
Niquel (mg/L)	0,02	0,00	0,01	0,01	23
Sódio (mg/L)	15,0	5,0	10,0	9,4	5

Obs: MAX.= valor máximo; MIN.= valor mínimo.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

8.6.1.3 Poços situados em Cassilândia

Dados hidroquímicos de parâmetros selecionados em análises efetuadas em poços de Cassilândia (DAE/prefeitura municipal) são apresentados na Tabela 107.

Conforme já observado anteriormente, não foram obtidos os perfis descritivos desses poços para se analisar exatamente qual ou quais aquíferos são captados. No entanto, ao se considerar dados esparsos das bases disponíveis (SIAGAS/CPRM e IMASUL), conclui-se que há poços com extração de água do aquífero Guarani (não estando claro se há mistura com águas dos sistemas Serra Geral e Bauru-Caiuá), sobretudo poços mais profundos; outros, mais rasos, podem captar águas dos sistemas Bauru-Caiuá ou Serra Geral. Por este motivo, as análises foram apresentadas aqui em separado.

Quanto aos valores máximos permitidos colocados pelas normas, nenhum parâmetro excedeu aos limites, tanto para as análises selecionadas mostradas na Tabela a seguir, como para outros parâmetros (incluindo orgânicos, agroquímicos, microbiológicos).

Tabela 107 – Caracterização estatística dos parâmetros químicos e organolépticos – poços do DAE/Cassilândia.

PERIODO - 2015 até 2021	MAX.	MIN.	MEDIANA	MÉDIA	N
Alcalinidade (mg/L)	1,00	1,00	1,00	1,00	1
Aluminio (mg/L)	0,05	0,02	0,04	0,04	2
Cloreto (mg/L)	2,00	2,00	2,00	2,00	2
Cobre (mg/L)	0,39	0,02	0,08	0,11	9
Condutividade (µS/cm)	142	6	74	74	2
Cor aparente (UC)	2,5	1,0	1,8	1,8	2
Cromo total (mg/L)	-	-	-	-	0
Dureza (mg/L)	64	10	37	37	2
Ferro (mg/L)	-	-	-	-	0
Fluoreto (mg/L)	0,10	0,10	0,10	0,10	2
Manganes (mg/L)	0,09	0,08	0,08	0,08	2
Nitrato (mg/L)	0,300	0,300	0,300	0,300	3
Nitrito (mg/L)	0,004	0,003	0,004	0,004	2
pH	5,2	4,9	5,1	5,1	3
STD (mg/L)	122	6	6	20	10

Sulfato (mg/L)	12,1	1,6	6,9	6,9	2
Turbidez (NTU)	1,00	0,25	0,70	0,65	3
Zinco (mg/L)	0,30	0,05	0,05	0,08	8
Niquel (mg/L)	-	-	-	-	0
Sódio (mg/L)	-	-	-	-	0

Obs: MAX.= valor máximo; MIN.= valor mínimo.

Fonte: MYR – HIDROGEOAMBIENTAL, 2021.

8.6.1.4 Sistema Aquífero Serra Geral

A hidroquímica das águas subterrâneas do sistema aquífero Serra Geral mostra teores de sólidos totais dissolvidos (STD) que ficam entre 23 e 210 mg/L e valores de pH variando entre 6,0 e 9,5 (ANA 2013a). Cabe destacar que, em algumas regiões, as águas neste sistema sofrem restrições de uso devido às altas concentrações de ferro e manganês, provavelmente de origem não-antrópica (ANA, 2007 apud ANA 2013b).

As águas neste sistema podem ser bicarbonatadas cálcico-sódicas, bicarbonatadas cálcico-magnesianas, bicarbonatadas sódio-cálcicas, bicarbonatadas sódicas, bicarbonatadas cálcicas, sulfatadas e cloretadas sódicas. As águas bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas cálcio-magnesianas são predominantes (Lastoria, 2002 apud Lastoria et al., 2006). As classes com menor frequência são as cloretadas e sulfatadas. Essas variedades todas de tipos de água se devem ao fato do sistema aquífero possuir um controle litoquímico, uma vez que suas características químicas estão correlacionadas a processos de intemperismo que atuam sobre as rochas basálticas (ANA 2013b). Lembrando que tais rochas são compostas predominantemente por plagioclásios (feldspatos) e piroxênios. Podendo ocorrer ainda outros minerais, primários ou secundários.

Dados hidroquímicos do sistema Serra Geral no MS são apresentados na Tabela 108, a partir dos resultados do monitoramento em rede estadual. Não há dados específicos na UGH Santana-Aporé, embora um dos poços da SANESUL em Cassilândia apresente os basaltos em perfil nas profundidades entre 130 e 138m (CPS 010).

Tabela 108 – Compilação de dados de alguns parâmetros químicos e organolépticos que compõe o Sistema Aquífero Serra Geral a nível regional.

Parâmetro	Mata Grosso do Sul (2021) – mediana (Serra Geral)
Alcalinidade (mg/L)	59,5
Aluminio (mg/L)	0,05
Cloreto (mg/L)	2,3
Cobre (mg/L)	0,02
Condutividade (µS/cm)	139,6
Cor aparente (UC)	5
Cromo total (mg/L)	0,03
Dureza (mg/L)	64,4
Ferro (mg/L)	0,07
Fluoreto (mg/L)	0,2
Manganes (mg/L)	0,021
Nitrato (mg/L)	1
Nitrito (mg/L)	0,006
pH	6,7
STD (mg/L)	122
Sulfato (mg/L)	2
Turbidez (NTU)	0,5
Zinco (mg/L)	0,05
Niquel (mg/L)	0,01
Sódio (mg/L)	10

8.6.2 Vulnerabilidade de risco de contaminação das águas subterrâneas

8.6.2.1 Fontes potenciais de contaminação

Há diversas fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas: áreas urbanizadas, as quais normalmente concentram problemas associados às demais fontes; empreendimentos diversos com potencial contaminante (indústrias, comércio/serviços,

logística etc.); locais com disposição de resíduos sólidos (inclusive antigos lixões ou aterros controlados); postos e locais com armazenamento de combustíveis e demais produtos perigosos; feições lineares de transporte – rodovias, ferrovias, dutos – nos quais ocorre parte dos acidentes com produtos perigosos; minerações; situações associadas ao saneamento, sobretudo esgoto; agricultura (insumos, como fertilizantes e agroquímicos); pecuária; cemitérios; e áreas contaminadas (MMA, 2014).

Os resíduos sólidos são de diferentes naturezas: resíduos sólidos urbanos (RSU), os resíduos dos serviços de saúde (RSS), os resíduos de construção civil (RCC), entre outros. Além de ações de reaproveitamento, os mesmos podem ser tratados em distintos processos (incineração, co-processamento, inertização, compostagem etc.) ou dispostos, adequada ou inadequadamente.

No caso de disposição, não basta saber a situação atual ou municipal. É necessário ter um inventário dos locais com disposição, tipologia, situação e gerenciamento dos potenciais passivos ambientais.

Indústrias, assim como atividades de comércio e serviços, podem contribuir para contaminação das águas subterrâneas, através de situações como a disposição de compostos ou substâncias tóxicas. Tanto efluentes mal gerenciados, quanto acidentes e vazamentos de produtos químicos, quanto resíduos sólidos dispostos inadequadamente, podem representar uma ameaça de contaminação dos aquíferos.

Os postos de combustíveis são um importante causador potencial da contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. O fenômeno é gerado pela infiltração de compostos notadamente orgânicos, como derivados de petróleo (como óleo diesel e gasolina), oriundos do vazamento de tanques de armazenamento de combustível ou de acidentes. Uma vez ocorrido o vazamento de um ou mais destes produtos a partir de um tanque de armazenamento subterrâneo de combustível, as características físico-químicas destes contaminantes, bem como a sua interação com o material geológico-hidrogeológico, serão fatores determinantes para o seu comportamento no meio impactado (FETTER, 1998).

Há diversas formas possíveis dos contaminantes se apresentarem no ambiente na associação a postos de combustível (fases livre, dissolvida, residual, adsorvida e vapor) – trata-se de um exemplo de *LNAPL – Light non-aquous phase liquid* (composto pouco miscível e menos denso que a água) – CETESB (2015). Outra situação envolve o álcool, que devido à elevada solubilidade em água, pode gerar fenômenos de co-solvência; ademais, é relativamente frequente sua degradação gerar um cheiro característico (azedume).

Problemas relacionados à mineração ocorrem quando há disposição inadequada de resíduos (estéril e rejeitos da atividade mineradora, além de poluentes associados ao uso de máquinas e equipamentos), situação que favorece a exposição dos materiais às intempéries, seu carreamento a corpos d'água e infiltração no subsolo. Levantamento de poligonais junto à Agência Nacional de Mineração – ANM são insuficientes para a abordagem de inventário de fontes de contaminação, pois não retratam os impactos ambientais negativos, nem eventuais situações de contaminação.

O esgoto – neste caso, mais especificamente o de origem doméstica - pode gerar contaminação dos aquíferos através das seguintes possibilidades: vazamento de redes de transporte de esgoto in natura; existência de sistemas de saneamento in situ (fossas e outros sistemas locais); disposição inadequada de lodos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), que sejam classificados como não inertes. Outra possibilidade é a ocorrência de acidentes com produtos perigosos utilizados no tratamento, seja de ETAs (Estações de Tratamento de Água) ou ETEs.

Em locais isolados, onde nem sempre existe rede coletora de esgotos e fornecimento de água tratada encanada, é relativamente comum haver, na mesma propriedade ou em regiões próximas, poços (para abastecimento dos residentes) e fossas sépticas. Um problema comum associado a essas instalações é a contaminação da água dos poços pelas fossas.

A agricultura pode ser considera uma fonte potencial difusa de contaminação da água subterrânea; esta atividade requer a utilização de diversos compostos químicos que podem ser lixiviados e atingir

os aquíferos, incluindo os agroquímicos (agrotóxicos ou defensivos agrícolas), os fertilizantes e corretivos, que se constituem nos insumos aplicados às culturas agrícolas. No caso de agroquímicos, importante se obter informações sobre os princípios ativos utilizados; no geral para insumos, quantidades e especificações, além de associações com a produção agrícola, uso e ocupação do solo.

No caso da pecuária, há os excrementos e efluentes gerados pelos rebanhos, os quais podem eventualmente infiltrar no solo e contribuir como cargas contaminantes dos aquíferos. Outra possibilidade são restos animais não aproveitados e dispostos inadequadamente.

Quanto à temática de cemitérios, estudos indicam que tais locais podem contribuir com a contaminação de aquíferos por microrganismos, íons de metais e compostos nitrogenados (PACHECO et al. 1991; MIGLIORINI, 1994; MARINHO, 1998; PACHECO & MATOS 2000). O necro-chorume, de cor castanho-acinzentada, viscosa, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade, é uma das características deste tipo de situação, associada à putrefação de corpos humanos.

Produtos perigosos são todos os produtos químicos que representam risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente. São aqueles classificados pela Organização das Nações Unidas (ONU), a partir de recomendações emanadas de seu Comitê de Peritos em Transporte de Produtos Perigosos e publicados no “Modelo de Regulamento - Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos”, conhecido como Orange Book.

Um fator de suma importância é o conhecimento dos riscos e das características específicas dos produtos envolvidos, razão pela qual a ONU agrupou os produtos perigosos em nove classes distintas, classificação também adotada pela ANTT: classe 1 - explosivos; classe 2 - gases; classe 3 - líquidos inflamáveis; classe 4 - sólidos inflamáveis; substâncias sujeitas a combustão espontânea; substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis; classe 5 - substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos; classe 6 - substâncias tóxicas e substâncias infectantes; classe 7 - material

radioativo; classe 8 - substâncias corrosivas; e classe 9 - substâncias e artigos perigosos diversos.

O transporte de produtos perigosos de um ponto de origem até um ponto de destino em veículo e/ou embalagens apropriados deve ser feito utilizando-se técnicas e cuidados especiais preconizados por normas e legislação específicas. Todo veículo que transporta produtos perigosos deve trazer a identificação de risco, constituída por sinalização, incluindo: a) rótulo de risco (dividido em duas metades, sendo a superior do rótulo reservada para o símbolo de risco ou para o nº das subclasses 1.4, 1.5 ou 1.6, e a inferior para textos indicativos da natureza do risco, o nº da classe ou subclasse e grupo de compatibilidade); e b) painel de segurança (comporta, conforme o caso, os números de identificação de risco - nº de risco - e do produto - nº ONU).

Boa parte dos acidentes com produtos perigosos ocorrem em uma das feições lineares associadas a seu transporte (como ferrovias, rodovias e dutos) ou ainda em certos empreendimentos (indústrias, locais com serviços/comércio etc.).

Dutos são tubulações especialmente desenvolvidas e construídas de acordo com normas internacionais de segurança, para transportar petróleo e seus derivados, álcool, gás e produtos químicos diversos por distâncias especialmente longas, sendo então denominados como oleodutos, gasodutos ou polidutos (capaz de transportar mais de um produto). São construídos com chapas que recebem vários tratamentos contra corrosão e passam por inspeções frequentes, através de modernos equipamentos e monitoramento à distância. Entre os dispositivos de segurança estão válvulas de bloqueio, instaladas em vários intervalos das tubulações para impedir a passagem de produtos, em caso de anormalidades. Desta forma, um duto permite que grandes quantidades de produtos sejam deslocadas de maneira segura, diminuindo o tráfego de cargas perigosas por caminhões, trens ou por navios e, consequentemente, diminuindo os riscos de acidentes ambientais (CETESB, 2015).

A preocupação com a contaminação da água subterrânea, ou seja, a alteração ou anomalia na qualidade das águas que possa afetar a saúde humana e ambiental, se concentra principalmente nos

aquíferos freáticos (rasos) ou não confinados, especialmente nas áreas em que a zona não saturada é pouco espessa.

As medidas de controle das fontes potenciais de contaminação incluem exatamente ações de inventário de fontes potenciais (ação prioritária devido às bases disponíveis atualmente muito pouco detalhadas; e à necessidade de prevenção à contaminação dos aquíferos e águas subterrâneas, os quais, se impactados, normalmente apresentam tempo de recuperação demorado e custos bastante elevados); gerenciamento de áreas contaminadas; produção mais limpa (L+P) e prevenção à poluição (P2); fiscalização; educação ambiental e capacitação técnica, além do uso de novas tecnologias.

Entre as fontes potencias poluidoras na UGH, encontram-se esgotos brutos, lixões, cemitérios e aplicação indiscriminada de agrotóxicos, com exemplos na Figura 266.

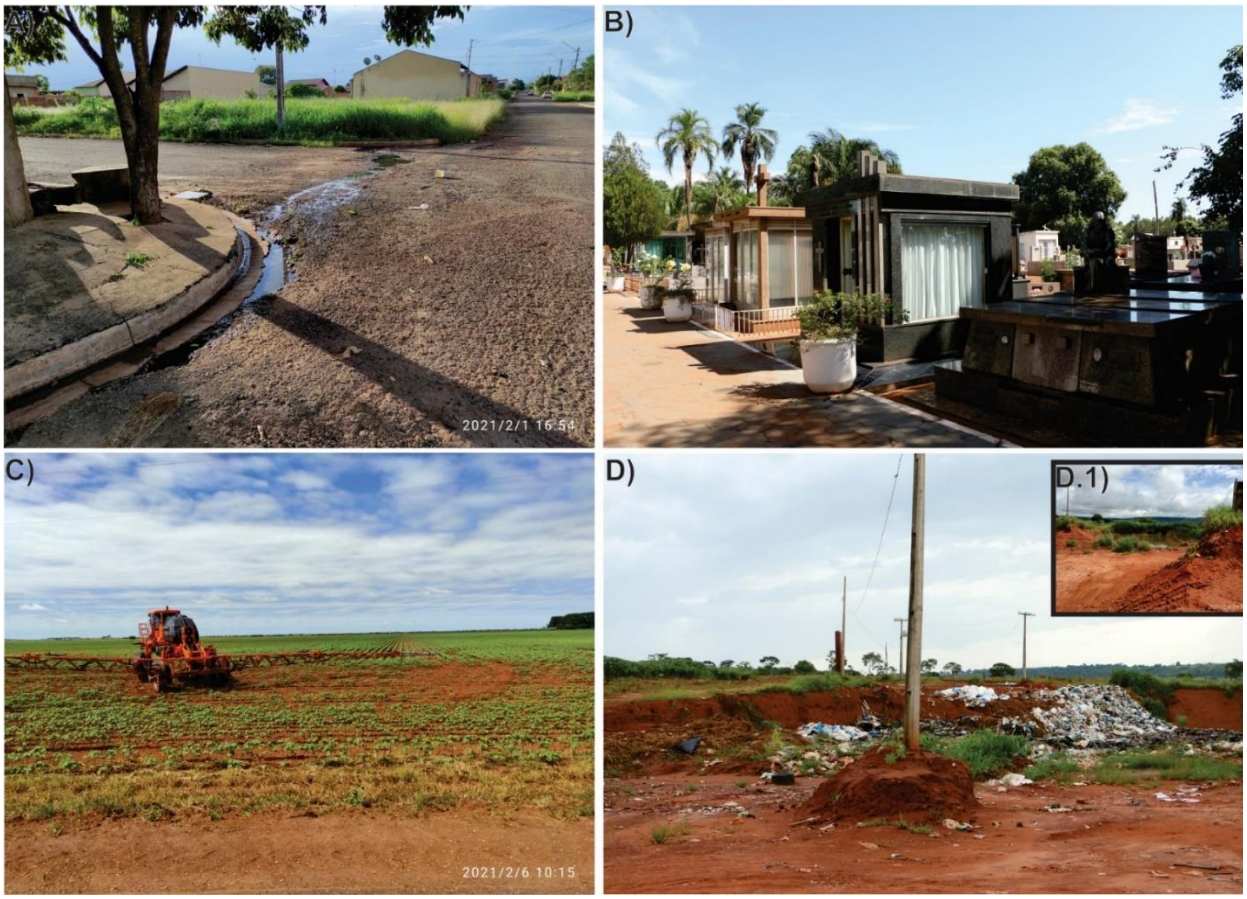


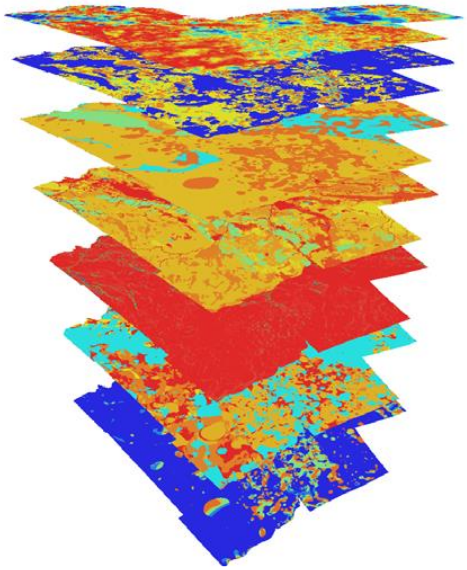
Figura 266 –Ilustrações de tipos de fontes potencias de contaminação de águas subterrâneas na UGH Santana-Aporé. A) Esgotos (489595/7777580 UTM 22S); B) Cemitérios; C) Pesticidas (323180/7924012 UTM 22S); D) Lixões ou aterros sanitários (415614/7889900 UTM 22S).

8.6.2.2 Vulnerabilidade dos aquíferos

Diante da potencial contaminação dos aquíferos e águas subterrâneas, procedeu-se à caracterização da vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos, sobretudo aqueles mais rasos, mais susceptíveis.

A vulnerabilidade à contaminação de um aquífero é o conjunto de características intrínsecas que determinam a sua susceptibilidade a ser eventualmente afetado por uma carga contaminante (FOSTER *et al*., 2002). Existem vários métodos para determinar a vulnerabilidade de sistemas de aquíferos e a escolha do método depende do objetivo do estudo e da escala de mapeamento e informações disponíveis. Atualmente, o mais comumente aplicados são modelos paramétricos por meio de matriz, classificação ou sistemas de classificação (MARGANE, 2003) como o DRASTIC (ALLER *et al*., 1987) e GOD (FOSTER & HIRATA, 1988).

O DRASTIC, desenvolvida pela agência ambiental norte-americana EPA, constitui num sistema padronizado a partir de dados decodificados em planos de informações sendo este o mais difundido atualmente. O modelo segue as seguintes premissas: o contaminante é inserido na superfície, atinge a água subterrânea, possui mobilidade e a área a ser avaliada tem dimensão de no mínimo 40 hectares (GUIGUER & KOHNKE, 2002). A metodologia considera sete fatores hidrogeológicos aos quais são atribuídos números r de 1a 10 dependendo da faixa de valores. Estes são multiplicados por pesos w que variam de 1 a 5, sendo que o fator mais significativo recebe o peso 5 e o menos significativo 1. Os sete fatores estão representados na Figura 267.



1. Profundidade do nível d'água (D). Peso 5 (D=Depth to Water

Table)

2. Recarga ao aquífero (R). Peso 4 (R=Net Recharge)

3, Litologia do aquífero (A). Peso 3 (A=Aquifer Media)

4, Tipo de solo (S). Peso 2 (S=Soil Media)

5, Topografia do local (T). Peso 1 (T=Topography)

6, Textura da zona vadosa (I). Peso 5 (I=Impact of the Vadose

Zone Media)

7, Condutividade hidráulica do aquífero (C). Peso 3 (C=Aquifer

Hydraulic Conductivity)

Figura 267 - Fatores que integram a análise de vulnerabilidade pelo método DRASTIC.

Fonte: modificado de Guiguer & Kohnke, 2002.

A metodologia descrita anteriormente e a grande maioria dos demais métodos de análise de vulnerabilidade requerem uma abundância de dados geológicos, hidrogeológicos, hidráulicos, de solo, de uso, dentre outros e que muitas vezes não se encontram disponíveis, principalmente em países como o Brasil e neste caso na UGH.

A metodologia GOD (Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table) atende justamente a este requisito, o de utilizar informações básicas, comumente disponíveis. Descrito por Foster & Hirata (1988), consiste na avaliação da vulnerabilidade intrínseca de um aquífero através da valoração de três critérios conjugados: G – o grau de confinamento do aquífero analisado (variando de livre a confinado); O – cobertura pedológica/litológica suprajacente ao aquífero e D –

profundidade do nível da água do aquífero em relação à superfície. Cada fator varia entre valores de 0 a 1 e o mapa GOD final é uma resultante do produto entre os parâmetros analisados (Figura 268).

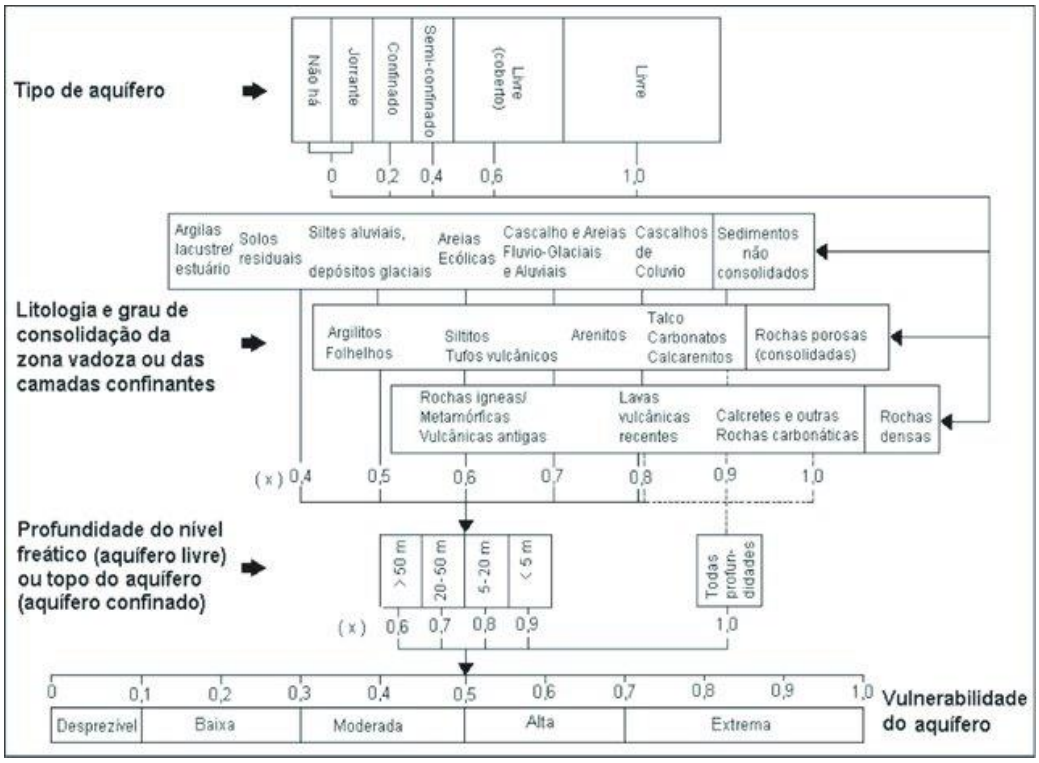


Figura 268 - Método GOD para determinação da vulnerabilidade de aquíferos

Fonte: FOSTER & HIRATA, 2002.

Grau de confinamento do aquífero:

O parâmetro “G” leva em consideração o grau de confinamento dos recursos hídricos subterrâneos. Neste critério, o presente estudo considerou os quatros sistemas aquíferos, quanto ao tipo de confinamento, como livres e adotando, portanto, nota 1,0 conforme sugere a Figura 268.

O critério “O” valoriza o tipo de cobertura suprajacente ao nível da água no aquífero quanto ao potencial grau de interceptação de contaminação pela camada. Neste contexto, levou-se em consideração as litologias decorrentes das unidades geológicas Botucatu, Serra Geral, Vale do Rio do Peixe, Marilia, Santo Anastásio e Cachoerinha. Além disso foi levado em considerações as coberturas lateriticas e os depósitos aluvionares. A Tabela 109 elucida as valorações adotadas para cada domínio de coberturas (O) obtidas com base das informações contidas na Figura 268.

Tabela 109 – Tipos de coberturas avaliados e suas respectivas notas adotadas.

Tipo de Cobertura (O)	Nota O
Cachoeirinha	0,5
Coberturas detrito-lateríticas	0,5
Botucatu	0,8
Serra Geral	0,6
Marília	0,8
Santo Anastácio	0,8
Vale do Rio do Peixe	0,7
Depósitos aluvionares	0,8

A nota “D” leva em consideração a distância entre a superfície e o nível de água do aquífero (profundidade do NE). Assume-se que quanto mais profundo estiver o nível de água do aquífero em relação à superfície, menor a vulnerabilidade do aquífero. Através do exposto na Figura 268 sobre o parâmetro D, foi feita a classificação dos intervalos das profundidades e valoração das notas para o parâmetro D.

A sobreposição e multiplicação dos três mapas por meio do software ArcGis resultaram no mapa de vulnerabilidade dos aquíferos (Figura 269). A área total e as suas respectivas porcentagens estão expostas na Tabela 110. As áreas consideradas de vulnerabilidade baixa correspondem a 0,25% da área; as de média, a 61,08% (maioria); as altas e extremas corresponde a 36,92% e 1,74%, respectivamente. Além da vulnerabilidade, foram acrescentadas fontes potenciais de contaminação levantadas: cemitérios, indústrias, lixão ou aterro sanitário e mineração.

A Tabela 110 faz ainda uma distribuição das classes de vulnerabilidade por sub bacias, tanto em km² como em porcentagem. Nota-se que a classe extrema fica presente integralmente no Alto Aporé, uma área de 91km² que equivale a 11% da área desta sub bacia. Já na Santana (maior sub bacia) a distribuição de classe de vulnerabilidade ficou 18% como alta e 82% com média vulnerabilidade. Destaca-se de maneira geral que as classes de maior vulnerabilidade (extrema e alta) encontram-se principalmente em área topograficamente elevadas na UGH, com exceção para região sudeste nas proximidades da cidade de Aparecida do Taboado.

Tabela 110 - Áreas e porcentagem por classe de vulnerabilidade na UGH

SUBBACIAS	ÁREA (km² e %)			
	Extrema	Alta	Média	Baixa
Alto Aporé	91,1 (11%)	188,1 (24%)	521,9 (65%)	0,0 (0%)
Médio Aporé	0,0 (0%)	442,0 (52%)	411,1 (48%)	0,0 (0%)
Baixo Aporé	0,0 (0%)	64,1 (5%)	1115,7 (95)	1,1 (0%)
Araré	0,0 (0%)	0,0 (0%)	41,6 (100%)	0,0 (0%)
Barreiros	0,0 (0%)	7,1 (%)	965,5 (98%)	10,5 (1%)
Lontra/Macacos	0,0 (0%)	0,0 (0%)	155,5 (100%)	0,0 (0%)
Santana	0,0 (0%)	476,5 (18%)	2138,9 (82%	7,4 (0%)
Sul / Formoso	0,0 (0%)	113,8 (14%)	718,0 (86%)	0,0 (0%)
TOTAL NA UGH (%)	**1,2**	**17,3**	**81,2**	**0,3**

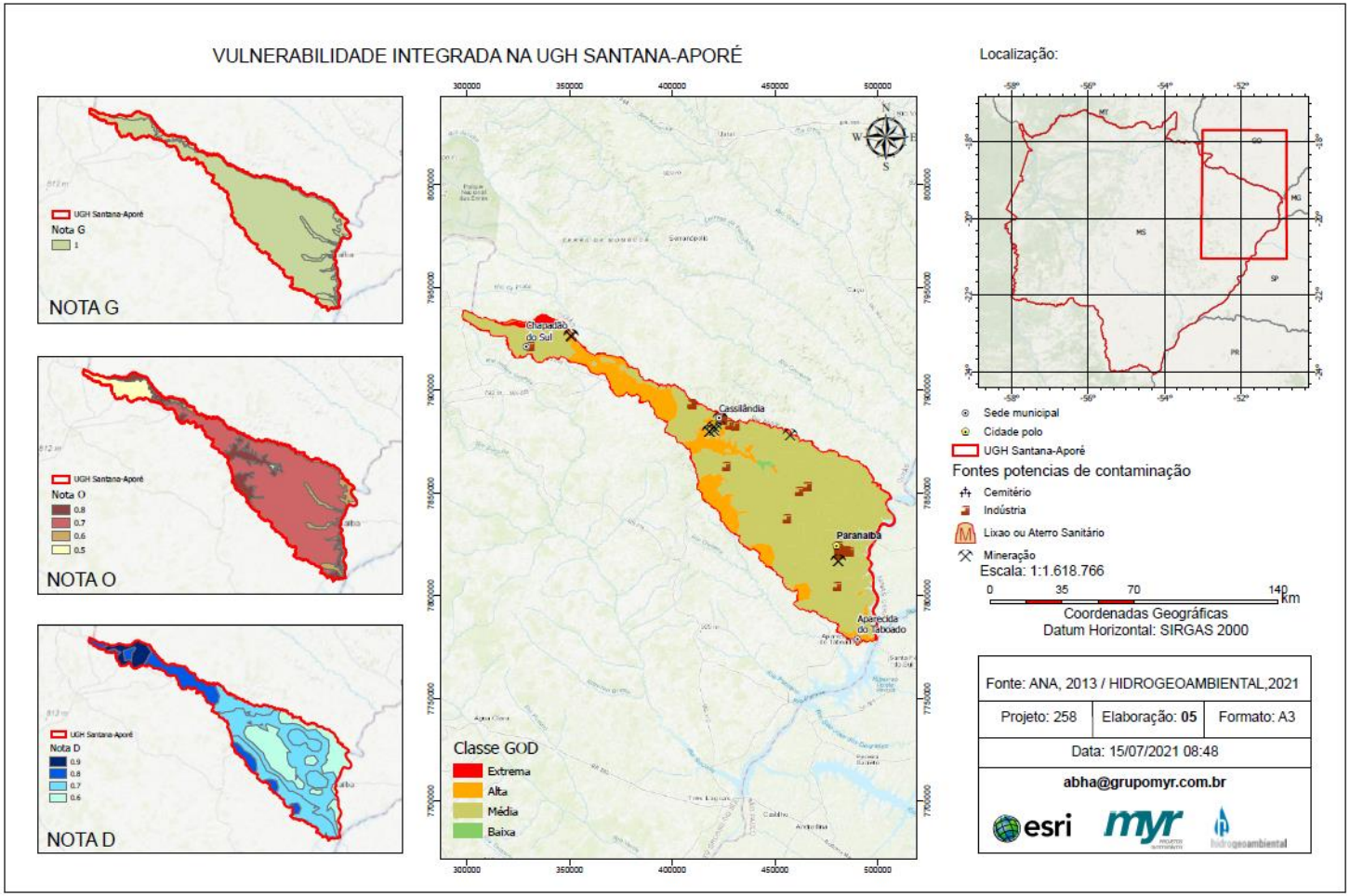


Figura 269 - Mapa de vulnerabilidade de aquíferos da UGH Santana Aporé.

8.6.2.3 Aspectos construtivos e de proteção sanitária de poços

A instalação dos poços deve levar em consideração as normas da ABNT NBR-12.212 ("Projeto de poço para captação de água subterrânea" – ABNT, 2017) e NBR-12.244 ("Construção de poço para captação de água subterrânea" – ABNT, 2006). Trata-se de uma obra de engenharia que, como tal, deve ser efetuada de forma criteriosa. Erros de projeto, de dimensionamento de equipamentos, construtivos ou de operação podem levar não só à diminuição de rendimento e vida útil do poço, como também contribuir para a potencial contaminação dos aquíferos.

Além da perfuração em si, outro aspecto importante é proteção sanitária dos poços, a qual inclui os seguintes elementos (ABNT, 2006, 2017 – Figura 270):

- Laje sanitária: “deve ser prevista a construção de uma laje de proteção, em concreto armado, com cobertura mínima de 1,5 × 1,5 m, espessura mínima de 10 cm, com declividade para as bordas”.

- Tampa de poço: “tampa cega a ser instalada após a finalização do poço, para proteger de contaminações superficiais, impedindo o acesso de animais, líquidos e outras substâncias que possam alterar as qualidades originais da água. Tampa para poço tubular a ser instalada para permitir o acesso para controle, manutenção e monitoramento do poço, protegendo suas instalações internas”.

- Selo sanitário ou proteção sanitária: “preencher do espaço anular entre a parede da perfuração e a coluna de revestimento com concreto, com espessura mínima de 75 mm, com a finalidade de preservar a qualidade das águas subterrâneas e de as proteger contra contaminantes e infiltrações de superfície. A profundidade mínima depende da geologia local, sendo recomendada no mínimo 20 m. Para prevenir riscos de contaminação, o poço deve ser selado em toda a extensão necessária ao isolamento, utilizando mistura de água e cimento ou pellets de argila expansiva ou outra técnica que evite a percolação de águas superiores pela parede

externa do revestimento. Concluídos todos os serviços, o poço deve ser lacrado com chapa soldada, tampa rosqueável com cadeado ou válvula de segurança".

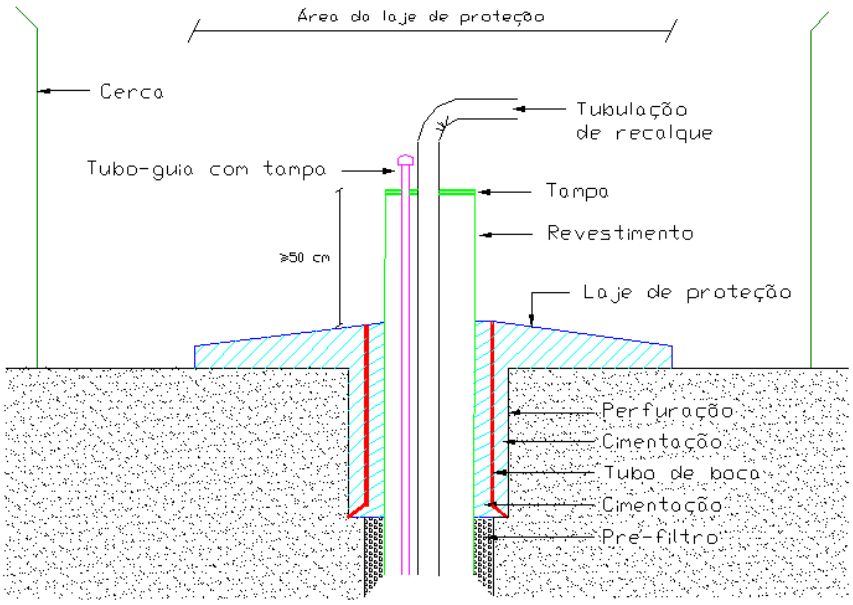


Figura 270 - Esquema de proteção sanitária de poços tubulares.

Fonte: ABNT (2006, 2017).

A consideração destes elementos de proteção sanitária deve ser preferencialmente no momento da perfuração, visando não somente garantir condições as mais adequadas possíveis de produção, mas também evitando que os poços se transformem em veículos de transporte e disseminação de contaminantes para os aquíferos; além disso, pode ser elemento importante no impedimento ou minimização de misturas de águas de distintas salinidades. Alguns destes elementos são bastante simples (como cimentação, tampa, trancamento/cadeado e cerramento), tipicamente de baixo custo. Mas se não executados (ou sem técnica devida), podem causar prejuízos incalculáveis posteriormente.

Além dos procedimentos de instalação e manutenção dos poços, requer-se também ações quando de sua desativação. Neste sentido, poços eventualmente abandonados deverão ser adequadamente tamponados, se a desativação for permanente, ou lacrados, se a desativação for temporária, após desinfecção realizada conforme a

Norma NBR12.244/2006 (ABNT, 2006), para evitar a contaminação dos aquíferos ou consequências adversas decorrentes de acidentes.

Considera-se tamponamento o conjunto de procedimentos empregados no preenchimento de um poço por calda de cimento, argila (como a bentonita) ou outros materiais inertes com objetivo de restabelecer as condições originais do aquífero e proteger contra ou evitar contaminação através do poço. Ademais, os poços devidamente tamponados deverão ser comunicados ao órgão gestor (outorgante).

8.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2006) Norma ABNT-NBR-12.224 - Construção de poço para captação de água subterrânea. ABNT, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2017) Norma ABNT NBR-12.212 Projeto de poço para captação de água subterrânea. ABNT, 2017.

ALLER, L., BENNETT, T., LEHR, J.H., PETTY, R., HACKETT, G., DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. US E.P.A, EPA/600/2-87/035, 1987, EUA.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano de ação de recursos hídricos da unidade de gestão hídrica Santana-Aporé. Brasília: ANA, 2013b. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prh-paranaiba/planos-de-acoes>.Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Brasília: ANA, 2013a. Disponível em: <https://www.cbhparanaiba.org.br/prhparanaiba/plano>. Acesso em: out, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos 2013. Brasília: ANA, 2013c.

ANA, Variáveis e parâmetros de Qualidade de Água em rios e reservatórios. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2227/3/Unidade_3.pdf>Acesso em janeiro de 2021.

ANA. Atlas BRASIL: Abastecimento Urbano de Água. Agência Nacional de Águas. Brasília. 2010.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO N. 396, DE 3 DE ABRIL DE 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO N. 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS. MOÇÃO N° 38, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2006. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pdf/Mocao_038_CNRH.pdf>. Acesso em: agosto de 2021.

BRASIL. Constituição [1988]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1988).

BRASIL. DECRETO N° 13.990, de 02 de junho de 2014. Regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de domínio de Estado do Mato Grosso do Sul

BRASIL. DECRETO Nº 13.990, DE 2 DE JULHO DE 2014. Regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul.

BRASIL. LEI Nº 2.406, DE 29 DE JANEIRO DE 2002. institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências.

BRASIL. LEI Nº 8.970, DE 28 DE DEZEMBRO DE 1994. Transforma a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em empresa pública e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

BRASIL. MOÇÃO N° 38, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2006 Recomenda a adoção do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas-SIAGAS pelos órgãos gestores e os usuários de informações hidrogeológicas.

BRASIL. RESOLUÇÃO CERH/MS N° 025, de 03 de março de 2015. Estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos. MANUAL DE OUTORGA. ANEXO- Resolução SEMADE n. 21, de 27 de novembro de 2015

BRASIL. RESOLUÇÃO CERH/MS N° 025, de 03 de março de 2015. Estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos. MANUAL DE OUTORGA. ANEXO - Resolução SEMADE n. 21, de 27 de novembro de 2015

BRASIL. RESOLUÇÃO CERH/MS N° 39, de 1º de Agosto de 2016. Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de

potencial de energia hidráulica em corpos hídricos de domínio do Estado e dá outras providências.

BRASIL. RESOLUÇÃO CERH/MS N° 40, de 03 de Outubro de 2016. Estabelece critérios de usos de recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes.

BRASIL. RESOLUÇÃO CERH/MS N° 44, de 13 de julho de 2017. Estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o setor de saneamento.

BRASIL. RESOLUÇÃO SEMAC n. 21, de 23 de outubro de 2014. Estabelece procedimentos para a regularização de uso dos Recursos Hídricos subterrâneos e dá providências.

BRASIL. RESOLUÇÃO SEMADE N. 21, DE 27 DE NOVEMBRO DE 2015. Estabelece normas e procedimentos para a Outorga de Uso de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

CARDOSO, F. B. F.. Caracterização hidrogeológica da Bacia do Rio Paraguai. Apresentação em PowerPoint da Coordenação de Águas Subterrâneas da Agencia Nacional das Águas (SIP/ANA). Cuiabá-MT, 2016. Disponivel em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/grupo-de-acompanhamento/7a-reuniao-do-gap/ana_aguassubterraneas1-anexo2.pptx> Acesso agosto de 2021.

CETESB - Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C>.Acesso em janeiro de 2021.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2015) Materiais didáticos sobre resíduos sólidos e emergências. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Qualidade de Água Subterrânea e Aquíferos Monitorados. Monitoramento de 2004 a 2006. Disponível e:

https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/programa-de-monitoramento/consulta-por-aquiferos-monitorados/. Acesso agosto de 2021.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Relatório Diagnóstico Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná - Bacia Sedimentar do Paraná. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, CPRM. Belo Horizonte, 2012b Vol. 14, 40 p.

EZAKI, S.; PÉREZ-AGUILAR, A.; HYPOLITO, R.; SHINZATO, M.C. 2016a. Anomalias de flúor nas águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Revista do Instituto Geológico, 37(1): 65-98.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000.

FETTER, C.W. (1988) Applied Hydrogeology. 2. ed. Nova York: MacMillan.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. & Rocha, G. A. Riscos de poluição de água subterrânea: uma proposta de avaliação regional. São Paulo: CEPIS/ OPS. 1988..

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. (2006) Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo: GW-Mate, World Bank/Servmar. 106p.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. Groundwater quality protection: a guide forwater service companies, municipal authorities andenvironment agencies. World Bank, GWMATE.Washington, 101 p., 2002.

GASTMANS, D.; CHANG, H. K. Avaliação da hidrogeologia e hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Estado de Mato Grosso do Sul. Revista Águas Subterrâneas. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), v. 19, n. 1, 2005.

GUIGUER, N., & KOHNKEI, M. Métodos para Determinação da Vulnerabilidade de Aquíferos. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Florianópolis, 2002.

HidroWeb - Sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2021.

IBGE. Atlas nacional do Brasil Milton Santos / IBGE, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. Censo Populacional 2010. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: Fevereiro 2021.

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA. Disponível em: https://www.imasul.ms.gov.br/disponibilidade-hidrica-subterranea/. Acesso: 5 de julho de 2021.

IMASUL, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Monitoramento da quantidade e qualidade das águas superficiais de MS. Disponível em <https://www.imasul.ms.gov.br/monitoramento-da-quantidade-e-qualidade-das-aguas-superficiais-de-ms/>. Acesso em janeiro de 2021.>

IRITANI, M.A; ROSSINI-PENTEADO, D.; EZAKI, S. e ODA, G.H. (2013) Proposta de classificação das fontes potenciais de contaminação da água subterrânea. Revista do Instituto Geológico 34 (2): 1-26.

LASTORIA, G. ; SINELLI, O. ; CHANG, H.K. ; HUTCHEON, I. ; Paranhos Filho, A.C. ; GASTMANS, D. . Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul. Águas Subterrâneas (São Paulo), v. 20, p. 139-150, 2006.

MARGANE, A., 2003. Management and Protection and Sustainable Use of Groundwater andSoil Resources in the Arab Region, Guideline for Groundwater Vulnerability Mappingand Risk Assessment for Susceptibility of Groundwater Resources to Contamination.Project N-199621897- Arab Centre for the Study of the Arid Zones and Dry Lands(ACSAD) and Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR)Damascus.

MARINHO, A. M. C. P. (1998). Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios. Estudo de caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza, 88 p., (Dissertação – Mestrado) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Licenciamento. Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2018/2019 Campo Grande, MS, 2021. 55 p.

MIGLIORINI, R. B. (1994). Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos. Estudo do Cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo, São Paulo, 74 p., (Dissertação – Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

Ministério da Saúde. DATASUS. Disponível em Sistema de Informação de Atenção Básica - SIAB: <http://www2.datasus.gov.br/SIAB/>. Acesso em janeiro de 2021.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2016) Carta das Águas Subterrâneas do Estado do Paraná. Brasília, MMA, 2016.

PACHECO, A., MATOS, B. A. (2000). Cemitérios e meio ambiente. Revista Tecnologias do Ambiente. Lisboa, Ano 7, n. 33, p. 13-15.

PACHECO, A., MENDES, J. M. B., MARTINS, T., HASSUDA, S., KIMMELMANN, A. A. (1991). Cemeteries - a potential risk to groundwater. Water Science and Technology, v. 24, n. 11, p. 97-104.

Plano de Saneamento Básico do município de Paranaíba de 2018. Disponível em: <http://www.epe.segov.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/Parana%C3%ADba-2.173-2018.pdf>.Acesso em janeiro de 2021.

SILVÉRIO DA SILVA, J.L.; HIRATA, R.C.A.; FLORES, E.L.M.; DRESSLER, V.L. 2002. Novas hipóteses sobre a origem do flúor no Sistema Aquífero Guarani na Depressão Central Gaúcha, Brasil. In: ABAS, CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, Florianópolis, Anais, CD-ROM, 21 p.

9 - ANEXOS

9.1 LISTA DA ICTIOFAUNA REGIONAL, ORIUNDA DE DADOS SECUNDÁRIOS E ASPECTOS ECOLÓGICOS

Tabela 111 – Lista da ictiofauna regional, oriunda de dados secundários e aspectos ecológicos.

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
ATHERINIFORMES	**Atherinopsidae**	*Odonthestes bonariensis*	(Valenciennes, 1835)	Grande	alóctone				
CHARACIFORMES	**Acestrorhynchidae**	*Acestrorhynchus lacustris*	(Lütken, 1875)	Médio	autóctone				
	Anostomidae	*Leporellus vittatus*	(Valenciennes, 1850)	Médio	autóctone				
		Leporinus aguapeiensis	Campos, 1945	Médio	autóctone				
		Leporinus amblyrhynchus	Garavello & Britski, 1987	Médio	autóctone				
		Leporinus elongatus	Valenciennes, 1850	Grande	autóctone			X	X
		Leporinus friderici	(Bloch, 1794)	Médio	autóctone				X
		Leporinus lacustris	Campos, 1945	Pequeno	autóctone				
		Leporinus macrocephalus	Garavello & Britski, 1988	Médio	alóctone				X
		Leporinus microphthalmus	Garavello, 1989	Pequeno	autóctone				
		Leporinus obtusidens	(Valenciennes, 1836)	Grande	autóctone			X	X
		Leporinus octofasciatus	Steindachner, 1915	Médio	autóctone				
		Leporinus paranensis	Garavello & Britski, 1987	Médio	autóctone				
		Leporinus striatus	Kner, 1859	Médio	autóctone				
		Leporinus tigrinus	Borodin, 1929	Médio	autóctone				
		Schizodon altoparanae	Garavello & Britski, 1990	Médio	autóctone				
		Schizodon borellii	(Boulenger, 1900)	Médio	autóctone				
		Schizodon intermedius	Garavello & Britski, 1990	Médio	autóctone				
		Schizodon nasutus	Kner, 1858	Médio	autóctone				
	Characidae	*Aphyocarax cf. difficilis*	(Marini, Nichols & La Monte, 1933)	Pequeno	autóctone				
		Aphyocharax anisitsi	Eigenmann & Kennedy, 1903	Pequeno	alóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Aphyocharax dentatus	Eigenmann & Kennedy, 1903	Pequeno	autóctone				
		Aphyocheirodon hemigrammus	Eigenmann, 1915	Pequeno	autóctone				
		Astyanax bockmanni	Vari & Castro, 2007	Pequeno	autóctone				
		Astyanax scabripinnis	Eigenmann, 1927	Pequeno	autóctone				
		Brycon hilarii	(Valenciennes, 1903)	Médio	alóctone				
		Brycon nattereri	Günther, 1864	Médio	autóctone	X	X		X
		Brycon orbignyanus	(Valenciennes in Cuvier & Valenciennes,1850)	Grande	autóctone	X	X	X	X
		Cynopotamus kincaidi	(Schultz, 1950)	Pequeno	alóctone				
		Galeocharax knerii	(Steindachner, 1879)	Médio	autóctone				
		Roeboides descalvadensis	Fowler, 1932	Pequeno	alóctone				
		Salminus brasiliensis	(Cuvier, 1816)	Grande	autóctone			X	X
		Salminus hilarii	Valenciennes, 1850	Médio	autóctone			X	X
		Serrapinnus notomelas	(Eigenmann 1915)	Pequeno	autóctone				
		Serrapinnus piaba	(Lütken 1875)	Pequeno					
	Characidae Incertae Sedis	*Astyanax altiparanae*	Garutti & Britski, 2000	Pequeno	autóctone				
		Astyanax biotae	Castro & Vari, 2004	Pequeno	autóctone				
		Astyanax eigenmanniorum	(Cope, 1894)	Pequeno	autóctone				
		Astyanax fasciatus	(Cuvier, 1819)	Pequeno	autóctone				X
		Astyanax goyacensis	Eigenmann, 1908	Pequeno	autóctone				
		Astyanax paranae	Eigenmann, 1914	Pequeno	autóctone				
		Astyanax paranahybae	Eigenmann, 1911	Pequeno	autóctone				
		Astyanax schubarti	Britski, 1964	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Astyanax trierythropterus	Godoy, 1970	Pequeno	autóctone				
		Bryconamericus exodon	Eigenmann, 1907	Pequeno	alóctone				
		Bryconamericus iheringii	(Boulenger, 1887)	Pequeno	autóctone				
		Bryconamericus stramineus	Eigenmann, 1908	Pequeno	autóctone				
		Bryconamericus turiuba	Langeani; Lucena; Pedrini & Tarelho-Pereira,2005	Pequeno	autóctone				
		Cheirodon stenodon	Eigenmann, 1915	Pequeno	autóctone				
		Coptobrycon bilineatus	(Ellis, 1911)	Pequeno	autóctone	X	X		
		Creagrutus varii	Ribeiro; Benine & Figueiredo, 2004	Pequeno	autóctone	X	X		
		Gymnocorymbus ternetzi	(Boulenger, 1895)	Pequeno	alóctone				
		Hasemania crenuchoides	Zarske & Géry, 1999	Pequeno	autóctone	X	X		
		Hasemania hanseni	(Fowler, 1949)	Pequeno	autóctone				
		Hemigrammus marginatus	Ellis, 1911	Pequeno	autóctone				
		Hemigrammus parana	Marinho, Carvalho, Langeani & Tatsumi 2008.	Pequeno	autóctone				
		Hollandichthys multifasciatus	(Eigenmann & Norris, 1900)	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon anisitsi	(Eigenmann, 1907)	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon balbus	Myers, 1927	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon bifasciatus	Ellis, 1911	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon coelestinus	Myers, 1929	Pequeno	autóctone	X	X		
		Hyphessobrycon duragenys	Ellis, 1911	Pequeno	autóctone	X	X		
		Hyphessobrycon eques	(Steindachner, 1882)	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Hyphessobrycon flammeus	Myers, 1924	Pequeno	alóctone	X	X		
		Hyphessobrycon herbertaxelrodi	Géry 1961	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon melanopleurus	Ellis, 1911	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon moniliger	Moreira, Lima & Costa 2002	Pequeno	autóctone				
		Hyphessobrycon reticulatus	Ellis, 1911	Pequeno	autóctone				
		Knodus moenkhausii	(Eigenmann & Kennedy, 1903)	Pequeno	alóctone				
		Moenkhausia bonita	Benine, Castro & Sabino 2004	Pequeno	autóctone				
		Moenkhausia cf. gracilima	Eigenmann 1908	Pequeno	autóctone				
		Moenkhausia forestii	Benine, Mariguela & Oliveira 2009	Pequeno	autóctone				
		Moenkhausia intermedia	Eigenmann, 1908	Pequeno	autóctone				
		Moenkhausia sanctaefilomenae	(Steindachner, 1907)	Pequeno	autóctone				
		Oligosarcus paranensis	Menezes & Géry, 1983	Médio	autóctone				
		Oligosarcus pintoi	Campos, 1945	Pequeno	autóctone				
		Oligosarcus planaltinae	Menezes & Géry, 1983	Pequeno	autóctone				
		Piabina anhembi	Silva & Kaefer, 2003	Pequeno	autóctone				
		Piabina argentea	Reinhardt, 1867	Pequeno	autóctone				
		Psellogrammus kennedyi	(Eigenmann 1903)	Pequeno	autóctone				
		Roeboides descalvadensis	Fowler 1932	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
	Cheirodontinae	*Kolpotocheirodon theloura*	Malabarba & Weitzman, 2000	Pequeno	autóctone	X	X		
		Odontostilbe microcephala	Eigenmann, 1907	Pequeno	autóctone				
		Serrapinnus heterodon	(Eigenmann, 1915)	Pequeno	autóctone				
		Serrapinnus notomelas	(Eigenmann, 1915)	Pequeno	autóctone				
		Spintherobolus papilliferus	Eigenmann, 1911	Pequeno	autóctone	X	X		
	Crenuchidae	*Characidium fasciatum*	Reinhardt, 1866	Pequeno	autóctone				
		Characidium gomesi	Travassos, 1956	Pequeno	autóctone				
		Characidium laterale	(Boulenger, 1895)	Pequeno	alóctone				
		Characidium oiticicai	Travassos, 1967	Pequeno	autóctone				
		Characidium schubarti	Travassos, 1955	Pequeno	autóctone				
		Characidium zebra	Eigenmann, 1909	Pequeno	autóctone				
	Curimatidae	*Cyphocharax gillii*	(Eigenmann & Kennedy, 1903)	Pequeno	alóctone				
		Cyphocharax modestus	(Fernández-Yépez, 1948)	Pequeno	autóctone				
		Cyphocharax nagelii	(Steindachner, 1881)	Pequeno	autóctone				
		Cyphocharax vanderi	(Britski, 1980)	Pequeno	autóctone				
		Steindachnerina brevipinna	(Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Pequeno	alóctone				
		Steindachnerina corumbae	Pavanelli & Britski, 1999	Pequeno	autóctone				
		Steindachnerina insculpta	(Fernández-Yépez, 1948)	Pequeno	autóctone				
	Cynodontidae	*Rhaphiodon vulpinus*	Spix & Agassiz, 1829	Médio	autóctone			X	
	Erythrinidae	*Erythrinus erythrinus*	(Bloch & Schneider, 1801)	Médio	alóctone				
		Hoplerythrinus unitaeniatus	(Agassiz, 1829)	Médio	alóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Hoplias lacerdae (Iintermedius)	Ribeiro, 1908	Médio	autóctone				X
		Hoplias malabaricus	(Bloch, 1794)	Grande	autóctone				X
		Hoplias microcephalus	(Agassiz, 1829)	Médio	autóctone				
	Glandulocaudinae	*Glandulocauda melanogenys*	Eigenmann, 1911	Pequeno	autóctone				
		Lophiobrycon weitzmani	Castro; Ribeiro; Benine & Melo, 2003	Pequeno	autóctone	X	X		
		Mimagoniates microlepis	(Steindachner, 1876)	Pequeno	autóctone				
	Hemiodontidae	*Hemiodus orthonops*	Eigenmann & Kennedy, 1903	Médio	alóctone				
	Lebiasinidae	*Pyrrhulina australis*	Eigenmann & Kennedy, 1903	Pequeno	autóctone				
	Parodontidae	*Apareiodon affinis*	(Steindachner, 1879)	Pequeno	autóctone				
		Apareiodon ibitiensis	Campos, 1944	Pequeno	autóctone				
		Apareiodon piracicabae	(Eigenmann, 1907)	Pequeno	autóctone				
		Apareiodon vladii	Pavanelli, 2006	Pequeno	autóctone	X	X		
		Parodon moreirai	Ingenito & Buckup, 2005	Pequeno	autóctone				
		Parodon nasus	Kner, 1859	Pequeno	autóctone				
		Parodon tortuosus	Eigenmann & Norris, 1900	Pequeno					
	Prochilodontidae	*Prochilodus lineatus*	(Valenciennes, 1836)	Grande	autóctone			X	X
		Prochilodus vimboides	Kner, 1859	Médio	autóctone	X	X	X	
	Serrasalminae	*Colossoma macropomum*	(Cuvier, 1818)	Grande	alóctone			X	X
		Metynnis lippincottianus	(Cope 1870)	Médio	autóctone				
		Metynnis maculatus	(Kner, 1858)	Pequeno	alóctone				
		Metynnis mola	Eigenmann & Kennedy, 1903	Pequeno	alóctone				
		Myleus tiete	(Eigenmann & Norris, 1900)	Pequeno	autóctone	X	X		

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Mylossoma duriventre	(Cuvier, 1818)	Médio	autóctone				
		Piaractus mesopotamicus	(Holmberg, 1887)	Grande	autóctone			X	
		Serrasalmus maculatus	Kner, 1858	Médio	autóctone				
		Serrasalmus marginatus	Valenciennes, 1837	Médio	autóctone				
	Stervardiinae	*Planaltina britskii*	Menezes; Weitzman & Burns, 2003	Pequeno	autóctone				
		Planaltina glandipedis	Menezes; Weitzman & Burns, 2003	Pequeno	autóctone				
		Planaltina myersi	Böhlke, 1954	Pequeno	autóctone			X	X
		Pseudocorynopoma heterandria	Eigenmann, 1914	Pequeno	autóctone				
	Triportheinae	*Triportheus angulatus*	(Spix & Agassiz, 1829)	Pequeno	autóctone				
		Triportheus nematurus	(Kner, 1858)	Pequeno	alóctone				
CICHLIFORMES	**Cichlidae**	*Apistogramma commbrae*	(Regan 1906)	Pequeno	autóctone				
		Astronotus crassipinnis	Heckel, 1840	Médio	alóctone				
		Australoheros facetus	(Jenyns, 1842)	Pequeno	autóctone				
		Cichla kelberi	Kullander & Ferreira, 2006	Médio	alóctone				X
		Cichla piquiti	Kullander & Ferreira, 2006	Médio	alóctone				X
		Cichlasoma paranaense	Kullander, 1983	Pequeno	autóctone				
		Crenicichla britskii	Kullander, 1982	Pequeno	autóctone				
		Crenicichla haroldoi	Luengo & Britski, 1974	Pequeno	autóctone				
		Crenicichla jaguarensis	Haseman, 1911	Pequeno	autóctone				
		Crenicichla jupiaiensis	Britski & Luengo, 1968	Pequeno	autóctone	X	X		
		Crenicichla niederleinii	(Holmberg, 1891)	Médio	alóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Geophagus brasiliensis	(Quoy & Gaimard, 1824)	Médio	autóctone				
		Geophagus proximus	(Castelnau, 1855)	Pequeno	alóctone				
		Gymnogeophagus setequedas	Reis; Malabarba & Pavanelli, 1992	Pequeno	autóctone				
		Oreochromis niloticus	(Linnaeus, 1758)	Médio	alóctone				X
		Satanoperca pappaterra	(Heckel, 1840)	Pequeno	alóctone				
		Tilapia rendalli	(Boulenger, 1897)	Médio	alóctone				X
CYPRINIFORMES	**Cyprinidae**	*Aristichthys nobilis*	(Richardson, 1845)	Grande	alóctone				
		Ctenopharyngodon idella	(Valenciennes, 1844)	Pequeno	alóctone				
		Cyprinus carpio	Linnaeus, 1758	Grande	alóctone				
		Platanichthys platana	(Regan, 1917)	Pequeno	alóctone				
CYPRINODONTIFORMES	**Poeciliidae**	*Cnesterodon hypselurus*	Lucinda & Garavello, 2001	Pequeno	autóctone				
		Pamphorichthys hollandi	(Henn, 1916)	Pequeno	autóctone				
		Phalloceros caudimaculatus	(Hensel, 1868)	Pequeno	autóctone				
		Phalloceros harpagos	Lucinda 2008	Pequeno	autóctone				
		Phallotorynus fasciolatus	Henn, 1916	Pequeno	autóctone				
		Phallotorynus jucundus	Ihering, 1930	Pequeno	autóctone				
		Phallotorynus pankalos	Lucinda; Rosa & Reis, 2005	Pequeno	autóctone				
		Phallotorynus victoriae	Oliveros, 1983	Pequeno	autóctone				
		Poecillia reticulata	Peters, 1859	Pequeno	alóctone				
		Poecillia vivipara	Bloch & Schneider, 1801	Pequeno	alóctone				
		Xiphophorus helleri	Heckel, 1848	Pequeno	alóctone				
		Xiphophorus maculatus	(Günther, 1866)	Pequeno	alóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
	Rivulidae	*Melanorivulus rossoi*	(Costa 2005)	Pequeno	autóctone				
		Rivulus apiamici	Costa, 1989	Pequeno	autóctone				
		Rivulus egens	Costa, 2005	Pequeno	autóctone				
		Rivulus pictus	Costa, 1989	Pequeno	autóctone				
		Rivulus pinima	Costa, 1989	Pequeno	autóctone				
		Rivulus rutilicaudus	Costa, 2005	Pequeno	autóctone				
		Rivulus scalaris	Costa, 2005	Pequeno	autóctone				
		Rivulus vittatus	Costa, 1989	Pequeno	autóctone				
		Simpsonichthys boitonei	de Carvalho, 1959	Pequeno	autóctone				
		Simpsonichthys parallelus	Costa, 2002	Pequeno	autóctone				
		Simpsonichthys santanae	Shibata & Garavello, 1992	Pequeno	autóctone				
GYMNOTIFORMES	**Apteronotidae**	*Apteronotus acidops*	Triques 2011	Pequeno	autóctone				
		Apteronotus albifrons	(Linnaeus, 1766)	Grande	alóctone				
		Apteronotus brasiliensis	(Reinhardt, 1852)	Médio	alóctone				
		Apteronotus caudimaculosus	Santana, 2003	Médio	alóctone				
		Apteronotus ellisi	(Arámburu, 1957)	Médio	alóctone				
		Sternarchella curvioperculata	Godoy, 1968	Médio	autóctone				
		Sternarchorhynchus britskii	Campos-da-Paz, 2000	Médio	autóctone				
		Tembeassu marauna	Triques, 1988	Médio	autóctone				
	Gymnotidae	*Gymnotus carapo*	Linnaeus, 1758	Médio	autóctone				
		Gymnotus inaequilabiatus	(Valenciennes, 1839)	Médio	alóctone				
		Gymnotus pantanal	Fernandes; Albert; Daniel-Silva; Lopes;Crampton & Alm.-Toledo, 2005	Médio	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Gymnotus pantherinus	(Steindachner, 1908)	Pequeno	autóctone				
		Gymnotus paraguensis	Albert & Crampton, 2003	Médio	alóctone				
		Gymnotus sylvius	Albert & Fernandes-Matioli, 1999	Pequeno	autóctone				
	Hypopomidae	*Brachyhypopomus gauderio*	Giora & Malabarba 2009	Pequeno	autóctone				
		Brachyhypopomus pinnicaudatus	(Hopkins; Comfort; Bastian& Bass, 1990)	Médio	alóctone				
	Rhamphichthyidae	*Gymnorhamphichthys britskii*	Carvalho, Ramos & Albert 2011	Pequeno	autóctone				
		Rhamphichthys hahni	(Meinken, 1937)	Médio	alóctone				
	Sternopygidae	*Eigenmannia trilineata*	López & Castello, 1966	Médio	autóctone				
		Eigenmannia virescens	(Valenciennes, 1847)	Médio	autóctone				
		Sternopygus macrurus	(Bloch & Schneider, 1801)	Grande	autóctone				
MYLIOBATIFORMES	**Potamotrygonidae**	*Potamotrygon falkneri*	Castex & Maciel, 1963	Grande	alóctone				
		Potamotrygon motoro	(Müller & Henle, 1841)	Grande	alóctone				
PERCIFORMES	**Centrarchidae**	*Micropterus salmoides*	(La Cepède, 1802)	Grande	alóctone				
	Sciaenidae	*Plagioscion squamosissimus*	(Heckel, 1840)	Grande	alóctone				X
PLEURONECTIFORMES	**Achiridae**	*Catathyridium jenynsii*	(Günther, 1862)	Médio	alóctone				
SILURIFORMES	**Ancistrinae**	*Ancistrus cirrhosus*	(Valenciennes, 1836)	Pequeno	autóctone				
		Megalancistrus parananus	(Peters, 1881)	Grande	autóctone				
	Aspredinidae	*Bunocephalus larai*	Ihering, 1930	Pequeno	autóctone				
	Auchenipteridae	*Ageneiosus inermis*	(Linnaeus, 1766)	Grande	alóctone				
		Ageneiosus militaris	Valenciennes, 1836	Médio	alóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Ageneiosus ucayalensis	Castelnau, 1855	Médio	autóctone				
		Auchenipterus osteomystax	(Miranda Ribeiro, 1918)	Médio	autóctone				
		Glanidium cesarpintoi	Ihering, 1928	Pequeno	autóctone				
		Parauchenipterus galeatus	(Linnaeus, 1766)	Médio	autóctone				
		Pseudauchenipterus nodosus	(Bloch, 1794)						
		Tatia neivai	(Ihering, 1930)	Pequeno	autóctone				
		Trachelyopterus coriaceus	Valenciennes, 1840	Pequeno	autóctone				
		Trachelyopterus galeatus	(Linnaeus, 1766)						
	Callichthyinae	*Callichthys callichthys*	(Linnaeus, 1758)	Pequeno	autóctone				
		Hoplosternum littorale	(Hancock, 1828)	Pequeno	autóctone				
		Lepthoplosternum pectorale	(Boulenger, 1895)	Pequeno	autóctone				
		Megalechis personata	(Ranzani, 1841)	Pequeno	alóctone				
	Cetopsidae	*Cetopsis gobioides*	Kner, 1857	Pequeno	autóctone				
	Clariidae	*Clarias gariepinus*	(Burchell, 1822)	Grande	alóctone				X
	Corydoradinae	*Aspidoras fuscoguttatus*	Nijssen & Isbrücker, 1976	Pequeno	autóctone				
		Aspidoras lakoi	Miranda-Ribeiro, 1949	Pequeno	autóctone				
		Corydoras aeneus	(Gill, 1858)	Pequeno	autóctone				
		Corydoras difluviatilis	Britto & Castro, 2002	Pequeno	autóctone				
		Corydoras ehrhardti	Steindachner, 1910	Pequeno	autóctone				
		Corydoras flaveolus	Ihering, 1911	Pequeno	autóctone				
		Corydoras nattereri	Steindachner, 1877	Pequeno	autóctone				
		Corydoras paleatus	(Jenyns, 1842)	Pequeno	autóctone				
		Scleromystax macropterus	(Regan, 1913)	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
	Doradidae	*Ossancora eigenmanni*	(Boulenger 1895)	Médio	autóctone				
		Oxydoras eigenmanni	Boulenger, 1895	Pequeno	alóctone				
		Platydoras armatulus	(Valenciennes, 1840)	Médio	alóctone				
		Pterodoras granulosus	(Valenciennes, 1821)	Grande	alóctone			X	
		Rhinodoras dorbignyi	(Kner, 1855)	Médio	autóctone				
		Trachydoras paraguayensis	(Eigenmann & Ward, 1907)	Pequeno	alóctone				
	Heptapteridae	*Cetopsorhamdia iheringi*	Schubart & Gomes 1959	Pequeno	autóctone				
		Chasmocranus brachynema	Gomes & Schubart, 1958	Pequeno	autóctone				
		Heptapterus multiradiatus	Ihering, 1907	Pequeno	autóctone				
		Heptapterus mustelinus	(Valenciennes, 1835)	Médio	alóctone				
		Imparfinis borodini	Mees & Cala, 1989	Pequeno	autóctone				
		Imparfinis mirini	Haseman, 1911	Pequeno	autóctone				
		Imparfinis piperatus	Eigenmann & Norris, 1900	Pequeno	autóctone				
		Imparfinis schubarti	(Gomes, 1956)	Pequeno	autóctone				
		Phenacorhamdia tenebrosa	(Schubart, 1964)	Pequeno	autóctone				
		Phenacorhamdia unifasciata	Britski, 1993	Pequeno	autóctone				
		Pimelodella avanhandavae	Eigenmann, 1917	Pequeno	autóctone				
		Pimelodella boschmai	Van der Stigchel, 1964	Pequeno	autóctone				
		Pimelodella gracilis	(Valenciennes, 1835)	Pequeno	autóctone				
		Pimelodella meeki	Eigenmann, 1910	Pequeno	autóctone				
		Pimelodella rudolphi	Miranda-Ribeiro, 1918	Pequeno	autóctone				
		Pimelodella taenioptera	Miranda-Ribeiro, 1914	Pequeno	alóctone				
		Rhamdella longipinnis	Borodin, 1927	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Rhamdia quelen	(Quoy & Gaimard, 1824)	Médio	autóctone				
		Rhamdiopsis microcephala	(Lütken, 1874)	Pequeno	autóctone				
		Taunaya bifasciata	(Eigenmann & Norris, 1900)	Pequeno	autóctone	X	X		
	Hypoptopomatinae	*Corumbataia britskii*	Ferreira & Ribeiro 2007	Pequeno	autóctone				
		Corumbataia cuestae	Britski, 1997	Pequeno	autóctone				
		Hisonotus depressicauda	(Miranda-Ribeiro, 1918)	Pequeno	autóctone				
		Hisonotus depressinotus	(Miranda-Ribeiro, 1918)	Pequeno	autóctone				
		Hisonotus francirochai	(Ihering, 1928)	Pequeno	autóctone				
		Hisonotus insperatus	Britski & Garavello, 2003	Pequeno	autóctone				
		Hisonotus paulinus	(Regan, 1908)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus albopunctatus	(Regan 1908)	Médio	autóctone				
		Hypostomus ancistroides	(Ihering, 1911)	Médio	autóctone				
		Hypostomus brevis	(Nichols, 1919)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus cochliodon	Kner, 1854	Médio	alóctone				
		Hypostomus commersonii	Valenciennes, 1836	Médio	alóctone				
		Hypostomus denticulatus	Zawadzki, Weber & Pavanelli 2008	Médio	autóctone				
		Hypostomus dlouhyi	Weber, 1985	Médio	alóctone				
		Hypostomus fluviatilis	(Schubart, 1964)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus hermanni	(Ihering, 1905)	Médio	autóctone				
		Hypostomus iheringi	(Regan, 1908)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus lexi	(Ihering, 1911)	Médio	autóctone				
		Hypostomus margaritifer	(Regan, 1908)	Médio	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Hypostomus meleagris	(Marini; Nichols & La Monte, 1933)	Médio	autóctone				
		Hypostomus microstomus	Weber, 1987	Médio	autóctone				
		Hypostomus nigromaculatus	(Schubart, 1967)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus paulinus	(Ihering, 1905)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus regani	(Ihering, 1905)	Médio	autóctone				
		Hypostomus scaphyceps	(Nichols, 1919)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus strigaticeps	(Regan, 1908)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus ternetzi	(Boulenger, 1895)	Pequeno	alóctone				
		Hypostomus tietensis	(Ihering, 1905)	Pequeno	autóctone				
		Hypostomus topavae	(Godoy, 1969)	Médio	autóctone				
		Hypostomus variipictus	(Ihering, 1911)	Médio	autóctone				
		Microlepidogaster perforatus	Eigenmann & Eigenmann, 1889	Pequeno	autóctone				
		Otothyropsis marapoama	Ribeiro; Carvalho & Melo, 2005	Pequeno	autóctone				
		Otothyropsis polyodon	Calegari, Lehmann A. & Reis 2013	Pequeno	autóctone				
		Pseudotocinclus tietensis	(Ihering, 1907)	Pequeno	autóctone				
		Pterygoplichthys ambrosettii	(Holmberg 1893)	Grande	autóctone				
		Pterygoplichthys anisitsi	Eigenmann & Kennedy, 1903	Médio	autóctone				
		Rhinelepis aspera	Spix & Agassiz, 1829	Médio	autóctone			X	X
	Ictaluridae	*Ictalurus punctatus*	(Rafinesque 1818)	Grande	alóctone				
	Loricariinae	*Farlowella amazonum*	(Günther 1864)	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Farlowella hahni	Meinken, 1937	Médio	alóctone				
		Farlowella oxyrhyncha	(Kner, 1853)	Médio	alóctone				
		Harttia gracilis	Oyakawa, 1993	Pequeno	autóctone				
		Isbrueckerichthys calvus	Jerep; Shibatta; Pereira & Oyakawa, 2006	Grande	autóctone				
		Isbrueckerichthys saxicola	Jerep; Shibatta; Pereira & Oyakawa, 2006	Grande	autóctone				
		Loricaria lentiginosa	Isbrücker, 1979	Médio	autóctone				
		Loricaria piracicabae	Ihering, 1907	Pequeno	autóctone				
		Loricaria prolixa	Isbrücker & Nijssen, 1978	Médio	autóctone				
		Loricaria simillima	Regan, 1904	Pequeno	alóctone				
		Loricariichthys platymetopon	Isbrücker & Nijssen, 1979	Médio	alóctone				
		Loricariichthys rostratus	Reis & Pereira, 2000	Médio	alóctone				
		Neoplecostomus paranensis	Langeani, 1990	Pequeno	autóctone				
		Pareorhina carrancas	Bockmann & Ribeiro, 2003	Pequeno	autóctone				
		Proloricaria prolixa	(Isbrücker & Nijssen 1978)	Médio	autóctone				
		Rineloricaria aurata	(Knaack 2002)	Médio	autóctone				
		Rineloricaria lanceolata	(Günther 1868)	Médio	autóctone				
		Rineloricaria latirostris	(Boulenger, 1900)	Médio	autóctone				
		Rineloricaria pentamaculata	Langeani & Araújo, 1994	Pequeno	autóctone				
	Pimelodidae	*Hemisorubim platyrhynchos*	(Valenciennes, 1840)	Grande	autóctone			X	X
		Hypophthalmus edentatus	Spix & Agassiz, 1829	Grande	alóctone				
		Iheringichthys labrosus	(Lütken, 1874)	Médio	autóctone				
		Iheringichthys syi	Azpelicueta & Britski 2012	Pequeno	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
		Megalonema platanum	(Günther, 1880)	Médio	alóctone				
		Pimelodus fur	(Lütken, 1874)	Médio	alóctone				
		Pimelodus heraldoi	Azpelicueta, 2001	Pequeno	autóctone				
		Pimelodus maculatus	La Cepède, 1803	Médio	autóctone			X	X
		Pimelodus microstoma	Steindachner 1877	Médio	autóctone				
		Pimelodus mysteriosus	Azpelicueta 1998	Médio	autóctone				
		Pimelodus ornatus	Kner, 1858	Médio	alóctone				
		Pimelodus paranaensis	Britski & Langeani, 1988	Médio	autóctone				
		Pimelodus platicirris	Borodin, 1927	Médio	autóctone				
		Pinirampus pirinampu	(Spix & Agassiz, 1829)	Grande	autóctone			X	X
		Pseudoplatystoma corruscans	(Spix & Agassiz, 1829)	Grande	autóctone			X	X
		Pseudoplatystoma fasciatum	(Linnaeus, 1766)	Médio	autóctone				
		Pseudoplatystoma reticulatum	Eigenmann & Eigenmann 1889	Grande	autóctone				
		Sorubim lima	(Bloch & Schneider, 1801)	Grande	alóctone				
		Steindachneridion punctatum	(Miranda-Ribeiro, 1918)	Grande	autóctone			X	X
		Steindachneridion scriptum	(Miranda-Ribeiro, 1918)	Grande	autóctone	X	X	X	X
		Zungaro jahu	(Ihering, 1898)	Grande	autóctone			X	X
	Pseudopimelodidae	*Microglanis garavelloi*	Shibatta & Benine, 2005	Pequeno	autóctone				
		Pseudopimelodus aff. pulcher	(Boulenger, 1887)	Pequeno	autóctone				
		Pseudopimelodus mangurus	(Valenciennes, 1835)	Médio	autóctone				

ORDEM	FAMÍLIA / SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE		PORTE	ORIGEM	AMEAÇADOS (PORTARIA 445 -MMA 2014)	COTA ZERO GOIÁS - IN 002/2020	COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO, ALTO PARANÁ (AGOSTINHO ET AL., 2003)	INTERESSE COMERCIAL OU PESCA ESPORTIVA - ALTO PARANÁ (SANTOS, 2010)
	Scoloplacidae	*Scoloplax empousa*	Schaefer, Weitzman & Britski 1989	Pequeno	autóctone				
	Trichomycteridae	*Parastegophilus paulensis*	(Miranda Ribeiro, 1918)	Pequeno	autóctone				
		Paravandellia oxyptera	Miranda Ribeiro, 1912	Pequeno	autóctone				
		Trichomycterus brasiliensis	Lütken, 1874	Pequeno	alóctone				
		Trichomycterus candidus	(Miranda-Ribeiro, 1949)	Pequeno	autóctone				
		Trichomycterus diabolus	Bockmann; Casatti & de Pinna, 2004	Pequeno	autóctone				
		Trichomycterus maracaya	Bockmann & Sazima, 2004	Pequeno	autóctone				
		Trichomycterus paolence	(Eigenmann, 1917)	Pequeno	autóctone	X	X		
		Trichomycterus pauciradiatus	Alencar & Costa, 2006	Pequeno	autóctone				
SYNBRANCHIFORMES	**Synbranchidae**	*Synbranchus marmoratus*	Bloch, 1795	Grande	autóctone				

Tabela adaptada de LANGEANI et al., 2007 e SANTOS, 2010). Autóctone= espécie oriunda do Alto Paraná, asterisco indica localidade-tipo fora do Alto Paraná; alóctone= aquela de outras bacias da região Neotropical; exótica= aquela proveniente de outros continentes. Nativa= espécie que ocorre naturalmente no sistema; itaipu= espécie que provavelmente dispersou pelo Alto Paraná após a construção do Reservatório de Itaipu; piscicultura= espécie introduzida a partir de pisciculturas, de modo intencional ou acidental; pesca= espécie introduzida para a pesca; aquarismo= espécie de aquário introduzida intencional ou acidentalmente; mosquito= espécie introduzida para o controle de mosquitos; desconhecida= espécie cuja causa de ocorrência é desconhecida; célula sem preenchimento= não há informações técnicas formais.

9.2 LISTA DA ICTIOFAUNA DISTRIBUÍDA POR ESTUDOS CONSULTADOS

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Acestrorhynchus lacustris	X	X		X
Ageneiosus inermis	X			X
Ageneiosus militaris	X	X		X
Ageneiosus ucayalensis	X			X
Ancistrus cirrhosus	X			
Apareiodon affinis	X	X		X
Apareiodon ibitiensis	X	X		X
Apareiodon piracicabae	X	X		X
Apareiodon vladii	X			
Aphyocarax cf. difficilis				
Aphyocharax anisitsi	X			X
Aphyocharax dentatus	X			X
Aphyocheirodon hemigrammus				X
Apistogramma commbrae				X
Apteronotus acidops				X
Apteronotus albifrons	X			X
Apteronotus brasiliensis	X	X		X
Apteronotus caudimaculosus	X			
Apteronotus ellisi	X			X
Aristichthys nobilis	X			
Aspidoras fuscoguttatus	X			X
Aspidoras lakoi	X			
Astronotus crassipinnis	X			X
Astyanax altiparanae	X	X	X	X
Astyanax biotae	X			
Astyanax bockmanni				X
Astyanax eigenmanniorum	X			
Astyanax fasciatus	X	X	X	X
Astyanax goyacensis	X			
Astyanax paranae	X		X	X
Astyanax paranahybae	X			

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Astyanax scabripinnis				
Astyanax schubarti	X			X
Astyanax trierythropterus	X	X		
Auchenipterus osteomystax	X			X
Australoheros facetus	X	X		
Brachyhypopomus gauderio				X
Brachyhypopomus pinnicaudatus	X			X
Brycon hilarii	X			X
Brycon nattereri	X	X		
Brycon orbignyanus	X	X		X
Bryconamericus exodon	X			X
Bryconamericus iheringii	X			X
Bryconamericus stramineus	X	X	X	X
Bryconamericus turiuba	X			X
Bunocephalus larai	X			X
Callichthys callichthys	X			X
Catathyridium jenynsii	X			X
Cetopsis gobioides	X	X		X
Cetopsorhamdia iheringi				X
Characidium fasciatum	X	X		
Characidium gomesi	X		X	X
Characidium laterale	X			
Characidium oiticicai	X			
Characidium schubarti	X			
Characidium zebra	X			X
Chasmocranus brachynema	X			
Cheirodon stenodon	X	X		X
Cichla kelberi	X	X	X	X
Cichla piquiti	X	X	X	X
Cichlasoma paranaense	X	X	X	X
Clarias gariepinus	X	X		X
Cnesterodon hypselurus	X			
Colossoma macropomum	X	X		
Coptobrycon bilineatus	X			
Corumbataia britskii				X
Corumbataia cuestae	X			
Corydoras aeneus	X			X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Corydoras difluviatilis	X			
Corydoras ehrhardti	X			
Corydoras flaveolus	X			
Corydoras nattereri	X			
Corydoras paleatus	X			
Creagrutus varii	X			X
Crenicichla britskii	X	X		X
Crenicichla haroldoi	X	X		X
Crenicichla jaguarensis	X	X		X
Crenicichla jupiaiensis	X	X		
Crenicichla niederleinii	X			
Ctenopharyngodon idella	X			
Cynopotamus kincaidi	X			
Cyphocharax gillii	X			X
Cyphocharax modestus	X	X		X
Cyphocharax nagelii	X	X		X
Cyphocharax vanderi	X			X
Cyprinus carpio	X			
Eigenmannia trilineata	X			X
Eigenmannia virescens	X			X
Erythrinus erythrinus	X			X
Farlowella amazonum				X
Farlowella hahni	X			X
Farlowella oxyrhyncha	X			
Galeocharax knerii	X	X		X
Geophagus brasiliensis	X	X		
Geophagus proximus	X	X		X
Glandulocauda melanogenys	X			
Glanidium cesarpintoi	X			
Gymnocorymbus ternetzi	X	X		
Gymnogeophagus setequedas	X			X
Gymnorhamphichthys britskii				X
Gymnotus carapo	X		X	
Gymnotus inaequilabiatus	X			X
Gymnotus pantanal	X			
Gymnotus pantherinus	X			
Gymnotus paraguensis	X			X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Gymnotus sylvius	X			X
Harttia gracilis	X			
Hasemania crenuchoides	X			
Hasemania hanseni	X			
Hemigrammus marginatus	X	X		X
Hemigrammus parana				X
Hemiodus orthonops	X			X
Hemisorubim platyrhynchos	X	X		X
Heptapterus multiradiatus	X			
Heptapterus mustelinus	X			
Hisonotus depressicauda	X	X		
Hisonotus depressinotus	X			
Hisonotus francirochai	X			X
Hisonotus insperatus	X			X
Hisonotus paulinus	X			
Hollandichthys multifasciatus	X			
Hoplerythrinus unitaeniatus	X	X		X
Hoplias lacerdae (Iintermedius)		X		X
Hoplias malabaricus	X	X	X	X
Hoplias microcephalus	X			
Hoplosternum littorale	X	X		X
Hyphessobrycon anisitsi	X			X
Hyphessobrycon balbus	X			
Hyphessobrycon bifasciatus	X	X		
Hyphessobrycon coelestinus	X			
Hyphessobrycon duragenys	X			
Hyphessobrycon eques	X	X		X
Hyphessobrycon flammeus	X			
Hyphessobrycon herbertaxelrodi				X
Hyphessobrycon melanopleurus	X			
Hyphessobrycon moniliger				X
Hyphessobrycon reticulatus	X			
Hypophthalmus edentatus	X			X
Hypostomus albopunctatus			X	X
Hypostomus ancistroides	X	X	X	X
Hypostomus brevis	X			
Hypostomus cochliodon	X			X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Hypostomus commersonii	X			
Hypostomus denticulatus				X
Hypostomus dlouhyi	X			
Hypostomus fluviatilis	X			
Hypostomus hermanni	X			X
Hypostomus iheringi	X			X
Hypostomus lexi	X			
Hypostomus margaritifer	X			X
Hypostomus meleagris	X			
Hypostomus microstomus	X			
Hypostomus nigromaculatus	X			X
Hypostomus paulinus	X			
Hypostomus regani	X	X		X
Hypostomus scaphyceps	X			
Hypostomus strigaticeps	X	X		X
Hypostomus ternetzi	X			
Hypostomus tietensis	X			
Hypostomus topavae	X			X
Hypostomus variipictus	X	X		
Ictalurus punctatus				X
Iheringichthys labrosus	X	X		
Iheringichthys syi				X
Imparfinis borodini	X			X
Imparfinis mirini	X			X
Imparfinis piperatus	X			
Imparfinis schubarti	X			X
Isbrueckerichthys calvus	X			
Isbrueckerichthys saxicola	X			
Knodus moenkhausii	X			X
Kolpotocheirodon theloura	X			
Leporellus vittatus	X	X	X	X
Leporinus aguapeiensis	X			
Leporinus amblyrhynchus	X	X	X	X
Leporinus elongatus	X		X	X
Leporinus friderici	X	X	X	X
Leporinus lacustris	X	X		X
Leporinus macrocephalus	X	X		X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Leporinus microphthalmus	X	X		
Leporinus obtusidens	X	X		X
Leporinus octofasciatus	X	X	X	X
Leporinus paranensis	X	X		X
Leporinus striatus	X	X		X
Leporinus tigrinus	X			X
Lepthoplosternum pectorale	X			X
Lophiobrycon weitzmani	X			
Loricaria lentiginosa	X	X		X
Loricaria piracicabae	X			
Loricaria prolixa	X			
Loricaria simillima	X			X
Loricariichthys platymetopon	X			X
Loricariichthys rostratus	X			X
Megalancistrus parananus	X	X		X
Megalechis personata	X			
Megalonema platanum	X	X		X
Melanorivulus rossoi				
Metynnis lippincottianus				X
Metynnis maculatus	X	X		
Metynnis mola	X			
Microglanis garavelloi	X			
Microlepidogaster perforatus	X			
Micropterus salmoides	X	X		
Mimagoniates microlepis	X			
Moenkhausia bonita				X
Moenkhausia cf. gracilima				X
Moenkhausia forestii				X
Moenkhausia intermedia	X	X		X
Moenkhausia sanctaefilomenae	X			X
Myleus tiete	X	X		X
Mylossoma duriventre	X			
Neoplecostomus paranensis	X	X		X
Odonthestes bonariensis	X	X		
Odontostilbe microcephala	X	X		
Oligosarcus paranensis	X	X		X
Oligosarcus pintoi	X	X	X	X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Oligosarcus planaltinae	X			X
Oreochromis niloticus	X	X	X	X
Ossancora eigenmanni				X
Otothyropsis marapoama	X			
Otothyropsis polyodon				X
Oxydoras eigenmanni	X			
Pamphorichthys hollandi	X			X
Parastegophilus paulensis	X			
Parauchenipterus galeatus	X			
Paravandellia oxyptera	X			X
Pareorhina carrancas	X			
Parodon moreirai	X			
Parodon nasus	X	X	X	X
Parodon tortuosus		X		
Phalloceros caudimaculatus	X	X		
Phalloceros harpagos				X
Phallotorynus fasciolatus	X			
Phallotorynus jucundus	X			
Phallotorynus pankalos	X			X
Phallotorynus victoriae	X			X
Phenacorhamdia tenebrosa	X			X
Phenacorhamdia unifasciata	X			
Piabina anhembi	X			
Piabina argentea	X	X		X
Piaractus mesopotamicus	X	X	X	X
Pimelodella avanhandavae	X			X
Pimelodella boschmai	X	X		
Pimelodella gracilis	X			X
Pimelodella meeki	X			
Pimelodella rudolphi	X			
Pimelodella taenioptera	X			X
Pimelodus fur	X	X		
Pimelodus heraldoi	X			
Pimelodus maculatus	X	X	X	X
Pimelodus microstoma				X
Pimelodus mysteriosus				X
Pimelodus ornatus	X			X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Pimelodus paranaensis	X	X		X
Pimelodus platicirris	X			
Pinirampus pirinampu	X	X		X
Plagioscion squamosissimus	X	X		X
Planaltina britskii	X			
Planaltina glandipedis	X			
Planaltina myersi	X	X		
Platanichthys platana	X			
Platydoras armatulus	X			X
Poecillia reticulata	X	X		X
Poecillia vivipara	X	X	X	
Potamotrygon falkneri	X			X
Potamotrygon motoro	X			X
Prochilodus lineatus	X	X		X
Prochilodus vimboides	X			
Proloricaria prolixa				X
Psellogrammus kennedyi				X
Pseudauchenipterus nodosus		X		
Pseudocorynopoma heterandria	X			
Pseudopimelodus aff. pulcher	X			X
Pseudopimelodus mangurus	X	X		X
Pseudoplatystoma corruscans	X	X		X
Pseudoplatystoma fasciatum	X			
Pseudoplatystoma reticulatum				X
Pseudotocinclus tietensis	X			
Pterodoras granulosus	X			X
Pterygoplichthys ambrosettii				X
Pterygoplichthys anisitsi	X			
Pyrrhulina australis	X			X
Rhamdella longipinnis	X			
Rhamdia quelen	X	X	X	X
Rhamdiopsis microcephala	X			
Rhamphichthys hahni	X			X
Rhaphiodon vulpinus	X	X		X
Rhinelepis aspera	X	X		
Rhinodoras dorbignyi	X	X		X
Rineloricaria aurata				X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Rineloricaria lanceolata				X
Rineloricaria latirostris	X	X		X
Rineloricaria pentamaculata	X			
Rivulus apiamici	X			X
Rivulus egens	X			X
Rivulus pictus	X			X
Rivulus pinima	X			
Rivulus rutilicaudus	X			
Rivulus scalaris	X			X
Rivulus vittatus	X			X
Roeboides descalvadensis				X
Roeboides descalvadensis	X			
Salminus brasiliensis	X	X		X
Salminus hilarii	X	X	X	X
Satanoperca pappaterra	X	X		X
Schizodon altoparanae	X			X
Schizodon borellii	X			X
Schizodon intermedius	X			X
Schizodon nasutus	X	X		X
Scleromystax macropterus	X			
Scoloplax empousa				X
Serrapinnus heterodon	X	X		
Serrapinnus notomelas				X
Serrapinnus notomelas	X	X		
Serrapinnus piaba				
Serrasalmus maculatus	X	X		X
Serrasalmus marginatus	X			X
Simpsonichthys boitonei	X			
Simpsonichthys parallelus	X			
Simpsonichthys santanae	X			
Sorubim lima	X			X
Spintherobolus papilliferus	X			
Steindachneridion punctatum	X	X		
Steindachneridion scriptum	X	X		
Steindachnerina brevipinna	X			X
Steindachnerina corumbae	X	X		
Steindachnerina insculpta	X	X	X	X

ESPÉCIE	ESTUDO E REGIÃO DE ABRANGÊNCIA			
	LANGEANI ET AL., (2007)	SANTOS, (2010)	SAMPAIO ET AL., (2012)	FROEHLICH ET AL., (2017)
	ALTO PARANÁ	RIOS PARANAÍBA E GRANDE	SUB BACIA DO RIO APORÉ	ALTO PARANÁ NO ESTADO DE MS
Sternarchella curvioperculata	X			
Sternarchorhynchus britskii	X			X
Sternopygus macrurus	X			X
Synbranchus marmoratus	X	X		X
Tatia neivai	X			X
Taunaya bifasciata	X			
Tembeassu marauna	X			X
Tilapia rendalli	X	X	X	X
Trachelyopterus coriaceus	X			
Trachelyopterus galeatus		X		X
Trachydoras paraguayensis	X			X
Trichomycterus brasiliensis	X			
Trichomycterus candidus	X			
Trichomycterus diabolus	X			X
Trichomycterus maracaya	X			
Trichomycterus paolence	X			
Trichomycterus pauciradiatus	X			
Triportheus angulatus		X		
Triportheus nematurus	X			
Xiphophorus helleri	X			
Xiphophorus maculatus	X			
Zungaro jahu	X	X		X
Riqueza por estudo	**306**	**107**	**27**	**199**

9.3 TABELAS LEGISLAÇÃO

9.3.1 Legislação Federal

Abran-gência	Município	Autoridade	Espécie Normativa	Número e Ano	Data Publicação	Ementa	Tema	Subtema
Federal	NA	Legislativo	Lei	14.119/2021	13/01/2021	Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n os 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política.	Meio Ambiente	Serviços Ambientais
Federal	NA	Legislativo	Lei	10.026/2020	15/07/2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.	Saneamento Básico	
Federal	NA	Legislativo	Lei	13.844/2019	18/06/2019	Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	Legislativo	Lei	12.651/2012	25/05/2012	Institui o Código Florestal, dispondo sobre a proteção da vegetação nativa;	Meio Ambiente	APPs
Federal	NA	Legislativo	Lei Complementar	140/2012	08/12/2012	Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federale os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção daspaisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente,ao combate à poluição em qualquer de suas formas e àpreservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei 6.938/1981.	Meio Ambiente	
Federal	NA	Legislativo	Lei	12.334/2010	20/092010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei 9.433/1997, e do art. 4º da Lei 9.984/ 2000.	Recursos Hídricos	
Federal	NA	Legislativo	Lei	12.305/2010	02/08/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos einstrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos	Saneamento Básico	Resíduos Sólidos

Federal	NA	Legislativo	Lei	11.455/2007	05/01/2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico;	Saneamento Básico	
Federal	NA	Legislativo	Lei	10.881/2004	09/06/2004	Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	Legislativo	Lei	9.985/2000	18/07/2000	Regulamenta o art. 225, § 1o, I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)	Meio Ambiente	Áreas protegidas
Federal	NA	Legislativo	Lei	9.984/2000	17/07/2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal deimplementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referênciapara a regulação dos serviços públicos de saneamentobásico	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	Legislativo	Lei	9.433/1997	08/01/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Recursos Hídricos	
Federal	NA	Legislativo	Lei	6.938/1981	31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação	Meio Ambiente	
Federal	NA	Legislativo	Decreto	10.290/2019	24/03/2020	Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério do Desenvolvimento Regional	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	Executivo	Decreto	10.000/2019	03/09/2019	Dispõe sobre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	Executivo	Decreto	9.606/2018	10/12/2018	Regulamenta o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água - Programa Cisternas, destinado a famílias rurais de baixa renda e equipamentos públicos rurais atingidos pela seca ou pela falta regular de água.	Saneamento Básico	Abastecimento de Água
Federal	NA	Executivo	Decreto	16/2012	16/07/2012	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, localizada nos Estados de Goiás, MinasGerais, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	Executivo	Decreto	7.535/2011	26/07/2011	Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "ÁGUA PARA TODOS", pra promover a universalização do acesso à água em áreas rurais para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar,	Saneamento Básico	Abastecimento de Água

Federal	NA	CNRH	Resolução	216/2020	11/09/2020	Prorroga o prazo de vigência do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).	Recursos Hídricos	Planos Recursos Hídricos
Federal	NA	CNRH	Resolução	202/2018	16/10/2018	Estabelece diretrizes para a gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos que contemplem a articulação entre a União, os Estados e o DF com vistas ao fortalecimento dessa gestão.	Recursos Hídricos	Gestão Integrada
Federal	NA	CNRH	Resolução	201/2018	16/10/2018	Delega competência à Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari-ABHA, para desempenhar, como Entidade Delegatária, as funções inerentes à Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	CNRH	Resolução	185/2016	07/12/2016	Aprova os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	CNRH	Resolução	184/2016	07/12/2016	Estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e lançamentos de efluentes em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão.	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	CNRH	Resolução	183/2016	08/12/2016	Aprova critérios para acumulações, derivações, captações, lançamentos de pouca expressão, considerados insignificantes, para isenção da obrigatoriedade da outorga de direito de uso de recursos hídricos da Bacia do Rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	CNRH	Resolução	153/2013	17/12/2013	Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro.	Recursos Hídricos	Recarga de Aquífero
Federal	NA	CNRH	Resolução	145/2012	12/12/2012	Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias.	Recursos Hídricos	Planos Recursos Hídricos
Federal	NA	CNRH	Resolução	141/2012	10/07/2012	Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	CNRH	Resolução	134/2011	15/11/2011	Delega competência à Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari-ABHA, para desempenhar, como Entidade Delegatária, as funções inerentes à Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional

Federal	NA	CNRH	Resolução	126/2011	30/06/2011	Aprova diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos.	Recursos Hídricos	Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos
Federal	NA	CNRH	Resolução	107/2010	13/04/2010	Estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo, Quantitativo de Águas Subterrâneas.	Recursos Hídricos	Águas Subterrâneas
Federal	NA	CNRH	Resolução	91/2008	05/11/2008	Fixa procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos,	Recursos Hídricos	Enquadramento
Federal	NA	CNRH	Resolução	90/2008	10/12/2008	Estabelece as prioridades para aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso de recursos hídricos, referidos no inc. II do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648/1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei nº 9.984/2000.	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	CNRH	Resolução	92/2008	05/112008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.	Recursos Hídricos	Águas Subterrâneas
Federal	NA	CNRH	Resolução	70/2007	19/03/2007	Estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o CNRH e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando definir as prioridades de aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, alterada pela Resolução CNRH nº 97/2008 e Resolução CNRH nº 195/2018;	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	CNRH	Resolução	58/2006	30/01/2006	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos	Recursos Hídricos	Planos Recursos Hídricos
Federal	NA	CNRH	Resolução	48/2005	21/03/2005	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	CNRH	Resolução	32/2003	15/10/2003	Institui a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, nos termos dos Anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos	Recursos Hídricos	Planos Recursos Hídricos
Federal	NA	CNRH	Resolução	16/2001	08/05/2001	Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos.	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	CNRH	Resolução	05/2000	10/04/2000	Estabelece diretrizes para a formação e o funcionamento de Comitês de Bacia Hidrográfica.	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional

Federal	NA	CONAMA	Resolução	430/2011	13/05/2011	Dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução no 357/2005	Recursos Hídricos	Enquadramento
Federal	NA	CONAMA	Resolução	420/2009	28/12/2009	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas (alterada pela CONAMA 460/2013)	Recursos Hídricos	Enquadramento
Federal	NA	CONAMA	Resolução	396/2008	03/04/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas	Recursos Hídricos	Enquadramento
Federal	NA	CONAMA	Resolução	357/2015	17/03/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (Alterada pela Resolução 410/2009)	Recursos Hídricos	Enquadramento
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	115/2020	19/08/2020	Dispõe sobre a atualização dos mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na bacia hidrográfica do rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	96/2018	14/08/2018	Aprova indicação da Associação Multissetorial De Usuários De Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Araguari para desempenhar funções de Agência de Água do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	61/ 2016	10/03/2016	Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, propõe as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão na bacia hidrográfica do rio Paranaíba.	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	49/2015	29/04/2015	Aprova o Regimento Interno do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba CBH Paranaíba, alterado pela Resolução 75/2017	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	39/2013	04/06/2013	Aprova a proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia do Rio Paranaíba.	Recursos Hídricos	Enquadramento
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	38/2013	04/06/2013	Aprova o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – PRH Paranaíba	Recursos Hídricos	Planos Recursos Hídricos
Federal	NA	CBH Paranaíba	Deliberação	25/2013	08/11/2011	Aprova indicação da Associação Multissetorial De Usuários De Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Araguari para desempenhar funções de Agência de Água do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional

Federal	NA	ANA	Portaria	287/2020	02/10/2020	Listagem completa dos atos normativos inferiores a decreto vigentes no âmbito da ANA nos termos do Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019.	Recursos Hídricos	
Federal	NA	ANA	Resolução	24/2020	04/05/2020	Estabelece procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos e da segurança de barragens objeto de outorga em corpos d'água de domínio da União pela ANA	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	ANA	Resolução	124/2019	16/12/2019	Dispõe sobre os procedimentos operacionais para a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União.	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	ANA	Resolução	1.941/2017	30/10/2017	Estabelece obrigações e regras para as outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	ANA	Resolução	1.940/2017	30/10/2017	Dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes,bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	ANA	Resolução	1.938/2017	30/10/2017	Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	ANA	Portaria	196/2013	30/08/2013	Aprova, na forma do Anexo, o Manual Operativo do Programa Produtor de Água, instrumento de caráter orientador ao desenvolvimento e habilitação de projetos e às formas de apoio prestado aos parceiros no âmbito do Programa.	Recursos Hídricos	Serviços Ambientais
Federal	NA	ANA	Resolução	436/2013	01/04/2013	Estabelece procedimentos e diretrizes gerais para delegar competência para emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.	Recursos Hídricos	Outorga
Federal	NA	ANA	Resolução	308/2007	06/08/2007	Dispõe sobre os procedimentos para arrecadação das receitas oriundas da cobrança pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União;	Recursos Hídricos	Cobrança
Federal	NA	Ministério da Saúde	Portaria	888/2021	04/05/2021	Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/ 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade	Recursos Hídricos	Padrõesde Potabilidade
Federal	NA	Ministério da Saúde	Portaria de Consolidação	005/2017	28/09/2017	Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.	Recursos Hídricos	Padrões de Potabilidade

9.3.2 Legislação Estadual

Abran-gência	Município	Autoridade	Espécie Normativa	Número e Ano	Data Publicação	Ementa	Tema	Subtema
Estadual	NA	Legislativo	Lei	5.23/2018	16/07/2018	Dispõe sobre a Política Estadual de Preservação dosServiços Ambientais, cria o Programa Estadual dePagamento por Serviços Ambientais (PESA), e estabeleceum Sistema de Gestão deste Programa.	Meio Ambiente	Serviços Ambientais
Estadual	NA	Legislativo	Lei	4.982/2017	14/03/2017	Altera e acrescenta dispositivos à Lei nº 4.640, de 24 de dezembro de 2014, que reorganiza a Estrutura Básica do Poder Executivo do Estado de Mato Grosso do Sul	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Estadual	NA	Legislativo	Lei	3.183/2006	21/02/2006	Dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado e dá outras providências.	Recursos Hídricos	Águas Subterrâneas
Estadual	NA	Legislativo	Lei	2.406/2002	29/01/2002	Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos	Recursos Hídricos	
Estadual	NA	Legislativo	Lei	2.257/2001	09/07/2001	Dispõe sobre as diretrizes do licenciamento ambiental estadual, estabelece os prazos para a emissão de Licenças e Autorizações Ambientais	Meio Ambiente	
Estadual	NA	Executvo	Decreto	15.323/2019	04/12/2019	Dispõe sobre o Comitê Gestor e Regulador do Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, criado pela Lei nº 5.235/ 2018, institui o Cadastro dos Programas e dos Subprogramas de Prestação de Serviços Ambientais (PSA), dispõe sobre a emissão do Certificado de Serviços Ambientais (CSA).	Meio Ambiente	Serviços Ambientais
Estadual	NA	Executvo	Decreto	15.079/2018	09/10/2018	Reorganiza o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos, instituído na Lei nº 2.406, de 29 de janeiro de 2002, alterada pela Lei nº 2.995, de 19 de maio de 2005.	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Estadual	NA	Executvo	Decreto	13.990/2014	02/07/2014	Regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de domínio do Estado de MS	Recursos Hídricos	Outorga

Estadual	NA	Executvo	Decreto	12.725/2009	10/03/2009	Estabelece a Estrutura Básica e a Competência do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL).	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	52/2018	05/05/2018	Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas superficiais em consonância com diretrizes estabelecidas na Deliberação CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012, acima mencionada	Recursos Hídricos	Enquadramento
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	44/2017	13/07/2017	Estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o setor de saneamento	Recursos Hídricos	Outorga
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	40/2016	03/10/2016	Estabelece critérios de uso de recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes	Recursos Hídricos	Outorga
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	39/2016	01/08/2016	Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica em corpos hídricos de domínio do Estado	Recursos Hídricos	Outorga
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	32/2016	15/03/2016	Aprova a criação e instalação do Comitê de Bacia Hidrográfica Santana e Aporé	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	25/2015	03/03/2015	Alterada pela Resolução nº 29/2015, que estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos	Recursos Hídricos	Outorga
Estadual	NA	CERH-MS	Resolução	11/2009	05/11/2009	Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso do Sul.	Recursos Hídricos	Planos Recursos Hídricos
Estadual	NA	SEMAGRO	Resolução	720/2020	12/11/2020	Cria a Reserva Particular do Patrimônio Natural “Córrego do Macaco	Meio Ambiente	Unidades de Conservação
Estadual	NA	SEMAGRO	Resolução	717/2020	25/09/2020	Institui o Programa - PSA modalidade Uso Múltiplo Rios Cênicos de Pagamento por Serviços Ambientais para incentivar a conservação de vegetação nativa, a restauração ecológica e a adoção de sistemas produtivos sustentáveis em imóveis rurais.	Meio Ambiente	Serviços Ambientais
Estadual	NA	SEMAGRO	Resolução	663/2018	08/11/2018	Aprova o Regimento Interno da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar – SEMAGRO, e dá outras providências.	Recursos Hídricos	Arranjo Institucional
Estadual	NA	SEMADE (atual SEMAGRO)	Resolução	21/2015	27/11/2015	Estabelece normas e procedimentos para a Outorga de Uso dos Recursos Hídricos	Recursos Hídricos	Outorga

Estadual	NA	SEMAC (atual SEMAGRO)	Resolução	21/2014	23/10/2014	Estabelece procedimentos para a regularização de uso dos Recursos Hídricos Subterrâneos	Recursos Hídricos	Outorga
Estadual	NA	SEMAC (atual SEMAGRO)	Resolução	05/2012	27/06/2012	Dispõe sobre os procedimentos para o cadastramento de usuários dos recursos hídricos de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul.	Recursos Hídricos	Outorga
Estadual	NA	CECA-MS	Resolução	36/2012	27/06/2012	Define classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais do MS, define as condições e padrões de lançamento de efluentes para o Estado observadas as disposições da Resolução CONAMA 357/2005	Recursos Hídricos	Enquadramento

9.3.3 Legislação Municipal

Abran-gência	Município	Autoridade	Espécie Normativa	Número e Ano	Data Publicação	Ementa	Tema	Subtema
Municipal	Aparecida do Taboado	Legislativo	Lei Complementar	65/2015	18/09/2015	Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Aparecida do Taboado	Política Urbana	
Municipal	Aparecida do Taboado	Legislativo	Lei	362/1987	10/04/1987	Dispoe sobre o Parcelamento do Solo Urbano no Município de Aparecida do Taboado	Política Urbana	
Municipal	Cassilândia	Legislativo	Lei	2.176/2019	16/04/2019	Cria a Política Municipal de Meio Ambiente de Cassilândia - MS, institui o Sistema de Licenciamento e Controle Ambiental Municipal - SISLAM, reestabelece o Conselho Municipal de Meio Ambienre - COMDEMA - e cria o Fundo Municipal de Meio Ambiente.	Meio Ambiente	
Municipal	Cassilândia	Legislativo	Lei	2.118/2018	26/03/2018	Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico de Cassilândia e, no art. 35, institui o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), referente à prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, e o Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS) publicado em dezembro de 2017	Saneamento Básico	

Municipal	Cassilândia	Legislativo	Lei Complementar	95/2006	10/10/2006	Institui o Plano Diretor do Município de Cassilândia	Política Urbana	
Municipal	Cassilândia	Executivo	Decreto	3.474/2020	19/02/2020	Regulamenta a Lei Municipal 2.176/2019, que cria a Política Municipal de Meio Ambiente de Cassilândia - MS, institui o Sistema de Licenciamento e Controle Ambiental Municipal - SISLAM, reestabelece o Conselho Municipal de Meio Ambienre - COMDEMA - e cria o Fundo Municipal de Meio Ambiente.	Meio Ambiente	
Municipal	Cassilândia	Executivo	Decreto	2.585/2009	08/05/2009	Cria a Unidade de Conservação de Uso Sustentável denominada Área de Proteção Ambientral da Sub-Bacia do Rio Aporé	Meio Ambiente	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei Complementar	104/2019	18/12/2019	Dispõe sobre a criação da categoria de uso industrial – Condomínio Industrial	Política Urbana	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei Complementar	95/2017	26/09/2017	Estabelece normas para instituição de condomínios de lotes no âmbito do Município de Chapadão do Sul	Política Urbana	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei Complementar	86/2016	04/05/2016	Estabelece Normas para o Parcelamento do Solo Urbano no Município de Chapadão do Sul, Estado de Mato Grosso do Sul , alterada pela LC 90/2016	Política Urbana	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei Complementar	84/2015	16/11/2015	Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano no Município de Chapadão do Sul, Estado de Mato Grosso do Sul, alterada pela LCs 89/2016 e 107/2020	Política Urbana	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei	1.056/2015	05/11/2015	Institui o Código Municipal de Resíduos e disciplina a limpeza urbana, bem como o manejo dos Resíduos Sólidos no Município de Chapadão do Sul	Saneamento Básico	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei Complementar	74/2013	20/11/2013	Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Chapadão do Sul – MS e dá outras providências", alterada pelas LCs 88/2016 e 108/2020	Política Urbana	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei	1.166/2017	13/12/2017	Reestrutura a Política Municipal Do Meio Ambiente – PMMA, Complementa o Sistema Municipal De Licenciamento E Controle Ambiental – SILAM, Dispõe Acerca Do Fundo Municipal De Meio Ambiente – FMMA e do Conselho Municipal De Meio Ambiente – CMMA, alterada pela Lei 1.217/2018	Meio Ambiente	
Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei	1.015/2014	27/09/2014	Institui o plano municipal de saneamento básico, instrumento da política municipal de saneamento básico, contemplando o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e dá outras providências	Meio Ambiente	

Municipal	Chapadão do Sul	Legislativo	Lei	579/2006	05/07/2006	Altera os limites da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Sucuriu e Rio Aporé, criado pelo Decreto nº 1.250/05, de 23 de Maio de 2005, exclui áreas elencadas que especifica	Meio Ambiente	
Municipal	Chapadão do Sul	Executivo	Decreto	3.330/2020	16/07/2020	Dispõe sobre aprovação da revisão do Plano de Manejo da APA da Bacia do Rio Aporé e Rio Sucuriú e dá outras providências	Meio Ambiente	
Municipal	Chapadão do Sul	Executivo	Decreto	2.685/2016	22/03/2016	Dispõe sobre os limites da Área de Proteção Ambiental das Bacias do Rio Aporé e do Rio Sucuriú criado pelo Decreto nº. 1.250/05, de 23 de Maio de 2005, consolidando as áreas desafetadas, perda de área do Município e dá outras providências	Meio Ambiente	
Municipal	Chapadão do Sul	Executivo	Decreto	1.250/2005	23/05/2005	Cria Área de Proteção Ambiental das Bacias do rio Aporé e do rio Sucuriú e dá outras providências".	Meio Ambiente	
Municipal	Paranaíba	Legislativo	Lei Complementar	100/2017	30/06/2017	Dispõe sobre a reestruturação do Fundo Municipal de Meio Ambiental e Conselho Municipal de Meio Ambiente	Meio Ambiente	
Municipal	Paranaíba	Legislativo	Lei Complementar	23/2006	05/10/2006	Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor do Municípios de Paranaíba, MS	Política Urbana	
Municipal	Paranaíba	Legislativo	Lei	1925/2013	20/12/2013	Cria a Política Municipal de Meio Ambiente de Paranaíba-MS, institui o Sistema de Licenciamento e Controle Ambiental Municipal - SILAM	Meio Ambiente	
Municipal	Paranaíba	Legislativo	Lei	2.173/2018	03/04/2018	Aprova Plano Municipal de Básico de Paranaíba	Saneamento Básico	
Municipal	Paranaíba	Executivo	Decreto	253/2017	09/08/2017	Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Paranaíba/MS	Saneamento Básico	
Municipal	Paranaíba	Executivo	Decreto	239/2011	10/08/2011	Amplia a APA - Área de Proteção Ambiental Municipal da Sub-bacia do Aporé Santana	Meio Ambiente	
Municipal	Paranaíba	Executivo	Decreto	2.573/2007	03/09/2007	Dispõe sobre o Regulamento dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de Paranaíba MS, operado por Concessionária Privada	Saneamento Básico	
Municipal	Paranaíba	Executivo	Decreto	2.418/2005	03/06/2005	Delimita o perímetro urbano da cidade de Paranaíba/MS	Política Urbana	