



EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Danny Dalberson de Oliveira (DDO) – Coordenador
Leonardo Mitre Alvim de Castro (LMC) – Coordenador Executivo
Aída Pereira Andrezza (APA) – Gestão de Recursos Hídricos
Beatriz Furtunato da Silva (BES) – Geoprocessamento
Flora Kaori Abuno (FKA) – Gestão de Recursos Hídricos
Gabriela Barbosa da Costa (GBC) – Geoprocessamento
Laís Amorim (LA) – Qualidade das Águas
Miguel Fontes de Souza (MFD) – Gestão de Recursos Hídricos

Revisão	Data	Descrição Breve	Ass. do Autor.	Ass. do Superv.	Ass. de Aprov.
2	07/09/2022	Atendimento a comentários			
1	26/08/2022	Atendimento a comentários			
0	15/07/2022	Emissão Inicial			

CONTRATO DE GESTÃO Nº 028/ANA/2020 - SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS E ESTUDO PARA O PLANEJAMENTO DE ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ÂMBITO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - TRECHO ALTO SÃO FRANCISCO

Relatório Final do Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais da Circunscrição Hidrográfica SF2 – Bacia do Rio Pará

Elaborado por:
APA, BES, FKA, GBC, LMC, MFD, LA.

Supervisionado por:
LMC

Aprovado por:
DDO

Revisão	Finalidade	Data
2	2	07/09/2022

Legenda Finalidade: (1) Para informação (2) Para Comentário (3) Para Aprovação



ENGE CORPS ENGENHARIA S.A.
Alameda Tocantins, 125 – 12º andar - Cj. 1202
Contrato: 02/2021

APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte do contrato nº 02/2021 firmado em 03/03/2021 entre a Agência Peixe Vivo (APV) e a ENGEORPS para a elaboração da “Proposta de Enquadramento dos Corpos d’Água Superficiais e a Elaboração de um Planejamento de Enquadramento das Águas Subterrâneas na Bacia do Rio São Francisco, a Montante da Barragem de Três Marias (Alto São Francisco)”, no âmbito do Contrato de Gestão nº 028/ANA/2020. Em 18/03/2021, a APV emitiu a Ordem de Serviço (OS) nº 05/2021, autorizando o início dos estudos.

Conforme preconizado no Termo de Referência (TR), o trabalho tem seu desenvolvimento ao longo de 17 meses, com uma estrutura metodológica pautada em oito etapas, sendo que cada uma delas culmina na entrega de um produto, conforme a seguir:

Produto	Título	Descrição do Conteúdo
1	Plano de Trabalho	Linhas gerais do desenvolvimento do estudo e detalhamento do cronograma do projeto
2	Diagnóstico	Levantamento das informações necessárias para se estabelecer o estado da arte do conhecimento acerca do tema de recursos hídricos nas CHs SF2, SF3 e SF4 do Alto São Francisco
3	Prognóstico	Resultados do trabalho de elaboração de cenários futuros que servirão de referência para a realização dos estudos específicos (enquadramento de águas superficiais e programa de monitoramento de águas subterrâneas)
4	Metas do Enquadramento das Águas Superficiais	Proposição para as metas progressivas e alternativas de enquadramento
5	Programa de Efetivação do Enquadramento das Águas Superficiais	Definição das intervenções, com estimativa de custos das ações, propostas de metodologia de acompanhamento de metas progressivas, e recomendações para os setores usuários e comitês de bacia
6	Proposta Conceitual para o Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas	Definições operacionais da rede de monitoramento (pontos, frequências de amostragem e análise, parâmetros), do arranjo institucional, dos custos envolvidos e dos prazos para implantação
7	Relatório Final do Enquadramento dos Corpos d’Água Superficiais	Conclusões do estudo de enquadramento das águas superficiais das sub-bacias do Alto São Francisco
8	Relatório Final do Planejamento de Monitoramento das Águas Subterrâneas	Determinações para a implantação do programa de monitoramento das águas subterrâneas das sub-bacias do Alto São Francisco

SUMÁRIO

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	I
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. DIAGNÓSTICO.....	31
2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	31
2.1.1 <i>Clima.....</i>	31
2.1.2 <i>Geomorfologia</i>	41
2.1.3 <i>Uso e Ocupação do Solo</i>	47
2.1.4 <i>Áreas legalmente protegidas.....</i>	49
2.1.5 <i>Demografia e Economia Regional.....</i>	51
2.2 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS USOS E INTERFERÊNCIAS.....	54
2.2.1 <i>Outorgas e Cadastros de Usos Insignificantes.....</i>	54
2.2.2 <i>Demandas de Usos Consuntivos</i>	62
2.2.3 <i>Demandas de Usos não Consuntivos</i>	67
2.2.4 <i>Análise e Identificação dos Usos Preponderantes mais Restritivos.....</i>	70
2.3 IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS DAS FONTES DE POLUIÇÃO PONTUAIS E DIFUSAS ATUAIS	81
2.3.1 <i>Cargas Pontuais.....</i>	81
2.3.2 <i>Cargas Difusas</i>	85
2.4 ANÁLISE DA CONDIÇÃO ATUAL DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	87
2.4.1 <i>Monitoramento de qualidade.....</i>	87

2.4.2	<i>Identificação dos parâmetros de monitoramento e cotejo frente ao uso e ocupação do solo de forma a avaliar condição da bacia.....</i>	94
2.4.3	<i>Modelo Matemático de Simulação da Qualidade das Águas.....</i>	102
2.5	CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA E SISTEMAS AQUÍFEROS.....	112
2.5.1	<i>Sistema Aquífero Cristalino.....</i>	115
2.5.2	<i>Sistema Aquífero Metassedimentar.....</i>	116
2.5.3	<i>Sistema Aquífero Cárstico.....</i>	116
2.5.4	<i>Sistema Aquífero Coberturas Cenozoicas.....</i>	117
2.5.5	<i>Sistema Aquífero Aluvionar.....</i>	117
2.6	ANÁLISE DO ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL PERTINENTE	118
2.6.1	<i>Análise do Arcabouço Legal de Abrangência Nacional e Estadual que Tenha Relação com os Estudos ora em Curso.....</i>	118
2.6.2	<i>Levantamento das Instituições com Atuação na Bacia e que Fazem Parte do SINGREH.....</i>	125
2.7	LEVANTAMENTO DE POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS EXISTENTES E CAPACIDADE DE INVESTIMENTO	127
3.	PROGNÓSTICO	130
3.1	CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS	130
3.2	POTENCIALIDADE, DISPONIBILIDADE E DEMANDA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	136
3.2.1	<i>Disponibilidade Hídrica Superficial.....</i>	136
3.2.2	<i>Demandas.....</i>	138
3.2.3	<i>Condições de Quantidade.....</i>	149
3.2.4	<i>Potencialidade</i>	157
3.3	ESTIMATIVA DAS CARGAS POLUIDORAS.....	158

3.4	CONDIÇÕES DE QUALIDADE DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	169
3.4.1	<i>Cenário Tendencial</i>	170
3.4.2	<i>Cenário de Estagnação</i>	174
3.4.3	<i>Cenário de Crescimento</i>	178
3.4.4	<i>Comparação entre os Cenários</i>	183
3.5	USOS PRETENSOS DE RECURSOS HÍDRICOS	190
4.	PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO	212
4.1	PROPOSTAS DE METAS PARA OS CURSOS DE ÁGUA PRINCIPAIS	212
4.1.1	<i>Usos Preponderantes e Mais Restritivos</i>	212
4.1.2	<i>Propostas de Metas Finais e Intermediárias de Enquadramento</i>	224
4.2	PROPOSTA DE ALTERNATIVAS DE METAS PARA OS CURSOS DE ÁGUA AFLUENTES.....	239
4.2.1	<i>Metodologia Adotada</i>	239
4.2.2	<i>Propostas de Alternativas de Metas Finais de Enquadramento</i>	243
5.	PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO	255
5.1	PLANO DE INVESTIMENTOS	255
5.1.1	<i>Ações Propostas</i>	256
5.1.2	<i>Síntese do Plano de Investimentos</i>	337
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA OS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE	347
5.3	RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES EDUCATIVAS E DE MOBILIZAÇÃO SOCIAL	354
5.4	RECOMENDAÇÕES A OUTROS AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS ENVOLVIDOS	357
5.5	RECOMENDAÇÕES AOS PODERES PÚBLICOS FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL PARA ADEQUAÇÃO DE PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS.....	362

5.6	SUBSÍDIOS TÉCNICOS E RECOMENDAÇÕES À ATUAÇÃO DO CBH	366
5.7	PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO	369
6.	SÍNTESE DAS REUNIÕES, CONSULTAS E AUDIÊNCIAS PÚBLICAS.....	374
6.1	EVENTOS REALIZADOS	374
6.2	SÍNTESE DOS COMENTÁRIOS	376
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	377
8.	REFERÊNCIAS	380
	ANEXO I - ATA DA REUNIÃO DE DISCUSSÃO NO GAT E CÂMARA TÉCNICA.....	385
	ANEXO II - MINUTA DE DELIBERAÇÃO DE ENQUADRAMENTO	386

Lista de Figuras

Figura 1-1 – Fluxograma dos Produtos Desenvolvidos e Previstos neste Estudo. ...	29
Figura 1-2 – Metodologia aplicada no estudo de Enquadramento dos corpos d'água superficiais	30
Figura 2-1 – Macrolocalização da Bacia do Rio Pará.....	33
Figura 2-2 – Divisão da CH SF2 em sub-bacias.	36
Figura 2-3 – Distribuição Climática na CH SF2.	37
Figura 2-4 – Temperatura média mensal nas estações climatológicas avaliadas no entorno da CH SF2 (°C).	38
Figura 2-5 – Evaporação Média Mensal, medida pelo evaporímetro Piché, nas estações climatológicas avaliadas no entorno da CH SF2.....	39
Figura 2-6 – Precipitação média anual na CH SF2.	40
Figura 2-7 – Relevo na CH SF2.	42
Figura 2-8 – Províncias Geomorfológicas da CH SF2.....	43
Figura 2-9 – Declividade da bacia hidrográfica do rio Pará.	45
Figura 2-10 – Suscetibilidade à erosão na CH SF2.	46
Figura 2-11 – Uso e Ocupação do Solo Atual na CH SF2.	48
Figura 2-12 – Áreas protegidas na CH SF2.	50
Figura 2-13 – Comparativo do percentual de outorgas estaduais superficiais, outorgas estaduais coletivas e cadastros de usos insignificantes superficiais, em termos de quantidade de autorizações e vazões.	57

Figura 2-14 – Comparativo do percentual de outorgas estaduais subterrâneas e cadastros de usos insignificantes subterrâneos, em termos de quantidade de autorizações e vazões.....	60
Figura 2-15 – Comparativo do percentual de outorgas e cadastros de usos insignificantes superficiais e subterrâneos, em termos de número de autorizações.	61
Figura 2-16 – Comparativo do percentual de outorgas e cadastros de usos insignificantes superficiais e subterrâneos, em termos de vazões.....	62
Figura 2-17 – Comparativo das vazões de retirada dos diferentes usos consuntivos, por sub-bacia.....	64
Figura 2-18 – Comparativo das vazões de retorno dos diferentes usos consuntivos, por sub-bacia.....	65
Figura 2-19 – Aproveitamentos hidrelétricos na CH SF2.	69
Figura 2-20 – Espacialização das outorgas de águas estaduais superficiais coletivas na CH SF2.....	72
Figura 2-21 – Espacialização das outorgas de águas estaduais superficiais na CH SF2.....	73
Figura 2-22 – Espacialização das outorgas de águas estaduais subterrâneas na CH SF2.....	74
Figura 2-23 – Espacialização de usos insignificantes de águas superficiais na CH SF2.	75
Figura 2-24 – Espacialização de usos insignificantes de águas subterrâneas na CH SF2.....	76
Figura 2-25 – Usos preponderantes na CH SF2, considerando o critério em que a soma corresponde a 90% do total de vazão de retirada de usos consuntivos.....	79

Figura 2-26 – Principais usos por sub-bacia, considerando a metodologia de análise para todas as finalidades mais restritivas adotadas.	80
Figura 2-27 – Cargas pontuais de ETEs e empreendimentos na bacia hidrográfica do Rio Pará.	84
Figura 2-28 – Estações monitoramento de qualidade da água do IGAM na bacia hidrográfica do Rio Pará consideradas neste estudo.	90
Figura 2-29 – Funções e dependências dos constituintes no ambiente aquático.	91
Figura 2-30 – Índice de Conformidade ao Enquadramento bacia hidrográfica do rio Pará para o ano de 2019.	96
Figura 2-31 Índice de Conformidade ao Enquadramento bacia hidrográfica do rio Pará para o ano de 2020.	97
Figura 2-32 – Representação da Bacia do Rio Pará no modelo SWMM.	105
Figura 2-33 – Comparação entre as classes modeladas e faixas de classificação das estações de monitoramento.	111
Figura 2.34 – Sistemas aquíferos da Bacia do Rio Pará (CPRM, 2007) e localização de poços cadastrados no SIAGAS.	114
Figura 2-35 – Classes das águas doces e usos respectivos.	124
Figura 3-1 – Composição conceitual dos cenários.	134
Figura 3-2 – Projeção da Demanda no Cenário Tendencial.	140
Figura 3-3 – Projeção da Demanda no Cenário de Estagnação.	140
Figura 3-4 – Projeção da Demanda no Cenário de Crescimento.	141
Figura 3-5 – Comprometimento Hídrico para o Cenário Tendencial e Vazão de Referência $Q_{7,10}$	156
Figura 3-6 – Cargas Pontuais lançadas na bacia, em termos de DBO.	168

Figura 3-7 – Classes de enquadramento atendidas pelos rios modelados, no Cenário Tendencial, para $Q_{7,10}$ 172

Figura 3-8 – Parâmetros que contribuíram predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas, no Cenário Tendencial. 173

Figura 3-9 – Classes de enquadramento atendidas pelos rios modelados, no Cenário de Estagnação, para $Q_{7,10}$ 176

Figura 3-10 – Parâmetros que contribuíram predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas, no Cenário de Estagnação. 177

Figura 3-11 – Classes de enquadramento atendidas pelos rios modelados, no Cenário de Crescimento, para $Q_{7,10}$ 180

Figura 3-12 – Parâmetros que contribuíram predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas, no Cenário de Crescimento. 181

Figura 3-13 – Principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário Tendencial. 203

Figura 3-14 – Principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário de Estagnação. 204

Figura 3-15 – Principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário de Crescimento. 205

Figura 3-16 – Uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário Tendencial. 206

Figura 3-17 – Uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Estagnação. 207

Figura 3-18 – Uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Crescimento.208

Figura 3-19 – Principal uso mais restritivo, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário Tendencial.209

Figura 3-20 – Principal uso mais restritivo, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Estagnação.....210

Figura 3-21 – Principal uso mais restritivo, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Crescimento.....211

Figura 4-1 – Enquadramento vigente e cargas pontuais atuais.221

Figura 4-2 – Comparação dos trechos em desconformidade na cena atual e na cena de 2041, segundo classes necessárias.....222

Figura 4-3 – Comparação dos trechos em desconformidade na cena atual e na cena de 2041, segundo classes vigentes.223

Figura 4-4 – Classe atualmente atendida e metas intermediárias e final (Alternativa 2) dos principais trechos de rio da CH SF2.237

Figura 4-5 – Classes propostas para os principais trechos de rio da CH SF2, segundo Alternativas 1 e 2.....238

Figura 4-6 – Metodologia de enquadramento dos afluentes segundo Alternativas 1 e 2.243

Figura 4-7 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do Alto rio Pará.248

Figura 4-8 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio Itapecerica e do ribeirão Boa Vista.....249

Figura 4-9 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do Médio rio Pará.250

Figura 4-10 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio São João e ribeirão da Paciência.....251

Figura 4-11 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio Lambari.....252

Figura 4-12 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio Picão.....253

Figura 4-13 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do Baixo rio Pará e rio do Peixe.254

Figura 5-1 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Araújo.....265

Figura 5-2 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Bom Despacho.269

Figura 5-3 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Carmo da Mata.271

Figura 5-4 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Carmo do Cajuru.....273

Figura 5-5 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Carmópolis de Minas.275

Figura 5-6 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Cláudio.....278

Figura 5-7 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Conceição do Pará.280

Figura 5-8 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Desterro de Entre Rios.....	282
Figura 5-9 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Divinópolis.....	285
Figura 5-10 – Classes de enquadramento propostas para o município de Florestal.	287
Figura 5-11 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Igaratinga.	289
Figura 5-12 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Itaguara.....	291
Figura 5-13 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Itapecerica.	294
Figura 5-14 – Classes de enquadramento propostas para o município de Itatiaiuçu.	296
Figura 5-15 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Itaúna.	298
Figura 5-16 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Leandro Ferreira.	300
Figura 5-17 – Classes de enquadramento propostas para o município de Maravilhas.	302
Figura 5-18 – Classes de enquadramento propostas para o município de Martinho Campos.....	304
Figura 5-19 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Nova Serrana.....	306
Figura 5-20 – Classes de enquadramento propostas para o município de Oliveira.....	308

Figura 5-21 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Onça de Pitangui.	310
Figura 5-22 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Papagaios.	312
Figura 5-23 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pará de Minas.	314
Figura 5-24 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Passa Tempo.	316
Figura 5-25 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pedra do Indaiá.	318
Figura 5-26 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Perdígão.	320
Figura 5-27 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Piracema.	322
Figura 5-28 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pitangui.	324
Figura 5-29 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pompéu.	326
Figura 5-30 – Classes de enquadramento propostas para o município de Resende Costa.	328
Figura 5-31 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Santo Antônio do Monte.	331
Figura 5-32 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de São Francisco de Paula.	333

Figura 5-33 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de São Gonçalo do Pará.....	335
Figura 5-34 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de São Sebastião do Oeste.	337
Figura 5-35 – Ações propostas para a CH SF2 para alcance do enquadramento proposto.	345
Figura 5-36 – Custos por município para realização das ações propostas.	346
Figura 5-37 – Fluxograma de aplicação da metodologia de avaliação de PRHs. ...	370
Figura 1 – Meta de enquadramento proposta para os rios da CH SF2 – Alternativa 1.	414
Figura 2 – Meta de enquadramento proposta para os rios da CH SF2 – Alternativa 2.	415

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Municípios inseridos na CH SF2	34
Quadro 2.2 – Sub-bacias da CH SF2	35
Quadro 2.3 – Umidade relativa média do ar nas estações climatológicas avaliadas no entorno da CH SF2 (%)	38
Quadro 2.4 – Unidades de Conservação da CH SF2.....	49
Quadro 2.5 – Projeção da população (total) no território da bacia até 2050.	51
Quadro 2.6 – PIB dos municípios da bacia para o ano de 2018.	53
Quadro 2.7 – Número de outorgas e vazões outorgadas pelo IGAM, por sub-bacia bacia do rio Pará, para águas superficiais.	56
Quadro 2.8 – Número de outorgas e vazões outorgadas pelo IGAM, por sub-bacia bacia do rio Pará, para águas subterrâneas.	59
Quadro 2.9 – Vazões de Retirada, por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2	66
Quadro 2.10 – Vazões de Retorno, por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2...	66
Quadro 2.11 – Aproveitamentos hidrelétricos na CH SF2.....	67
Quadro 2.12 – Porcentagem de Retirada, por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2	78
Quadro 2.13 – Parâmetros adotados para produção de carga poluidora.....	81
Quadro 2.14 – Índices de coleta e tratamento nos municípios da CH SF2.	82
Quadro 2.15 – Cargas Pontuais na CH SF2.	85
Quadro 2.16 – Parâmetros adotados no cálculo das cargas difusas.	86

Quadro 2.17 – Cargas Difusas na bacia.	87
Quadro 2.18 – Categorias de qualidade adotadas para o ICE.	95
Quadro 2.19 – Avaliação da porcentagem de falhas por parâmetro no cálculo do ICE, ano 2020.	100
Quadro 2.20 – Resultados da calibração e validação do modelo hidrológico da bacia.	107
Quadro 2.21 – Pontos de dados observados.	109
Quadro 2.22 – Sistemas Aquíferos da Bacia do Rio Pará.....	112
Quadro 2.23 – Sistemas Aquíferos da Bacia do Rio Pará e unidades geológicas constituintes	112
Quadro 2.24 – PMSBs e Planos Diretores dos municípios da bacia.....	127
Quadro 2.25 – Estrutura do Plano de Ações do PDRH Pará.	129
Quadro 3.1 – Conceituação Econômica dos Cenários.....	135
Quadro 3.2 – Combinação entre as cenas temporais e os cenários.....	136
Quadro 3-3 – Disponibilidade Hídrica nas Sub-bacias da CH SF2.	138
Quadro 3-4 – Parâmetros Adotados nas Estimativas de Demandas.	142
Quadro 3-5 – Demandas para a Cena Atual (2020).....	143
Quadro 3-6 – Demandas para o horizonte de curto prazo (2026) – Cenário Tendencial.	143
Quadro 3-7 – Demandas para o horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Estagnação.	144
Quadro 3-8 – Demandas para o horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Crescimento.	144

Quadro 3-9 – Demandas para o horizonte de médio prazo (2031) – Cenário Tendencial.....	145
Quadro 3-10 – Demandas para o horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Estagnação.	145
Quadro 3-11 – Demandas para o horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Crescimento.	146
Quadro 3-12 – Demandas para o horizonte de longo prazo (2041) – Cenário Tendencial.....	146
Quadro 3-13 – Demandas para o horizonte de longo prazo (2041) – Cenário de Estagnação.	147
Quadro 3-14 – Demandas para o horizonte de longo prazo (2041) – Cenário de Crescimento.	147
Quadro 3-15 – Demandas totais de retirada para a cena atual e os cenários futuros.	148
Quadro 3-16 – Índices para avaliação da Condição de Comprometimento Hídrico das Sub-Bacias.	150
Quadro 3-17 – Demandas Acumuladas nas Sub-bacias da CH SF2 (m ³ /s).....	152
Quadro 3-18 – Índice de Comprometimento Hídrico nas Sub-bacias na CH SF2 – Vazão Q ₉₅	153
Quadro 3-19 – Índice de Comprometimento Hídrico nas Sub-bacias na CH SF2 – Vazão Q _{7,10}	154
Quadro 3-20 – Índice de Comprometimento Hídrico nas Sub-bacias na CH SF2 – Vazão Q _{mlt}	155
Quadro 3-21 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para a Cena Atual.	160

Quadro 3-22 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Curto Prazo (2026) – Cenário Tendencial.....	160
Quadro 3-23 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Curto Prazo (2026) – Cenário de Estagnação.....	161
Quadro 3-24 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Curto Prazo (2026) – Cenário de Crescimento.	161
Quadro 3-25 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Médio Prazo (2031) – Cenário Tendencial.....	162
Quadro 3-26 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Médio Prazo (2031) – Cenário de Estagnação.....	162
Quadro 3-27 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Médio Prazo (2031) – Cenário de Crescimento.	163
Quadro 3-28 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Longo Prazo (2041) – Cenário Tendencial.....	163
Quadro 3-29 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Longo Prazo (2041) – Cenário de Estagnação.....	164
Quadro 3-30 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Longo Prazo (2041) – Cenário de Crescimento.	164
Quadro 3-31 – Comparativo das cargas difusas e pontuais nas cenas e cenários projetados.....	165
Quadro 3-32 – Matriz do enquadramento atualmente atendido.	184
Quadro 3-33 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2 – Cena Atual (2020)	192
Quadro 3-34 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de curto prazo (2026) – Cenário Tendencial	193

Quadro 3-35 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Estagnação 194

Quadro 3-36 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Crescimento 195

Quadro 3-37 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de médio prazo (2031) – Cenário Tendencial..... 196

Quadro 3-38 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Estagnação 197

Quadro 3-39 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Crescimento 198

Quadro 3-40 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de longo prazo (2041) – Cenário Tendencial..... 199

Quadro 3-41 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de longo prazo (2041) - Cenário de Estagnação 200

Quadro 3-42 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de longo prazo (2041) – Cenário de Crescimento 201

Quadro 3-43 – Destaque para as variações percentuais entre retiradas para os principais setores usuários. 202

Quadro 4-1 – Matriz de classes atendidas para a cena 2041, cenário de crescimento. 213

Quadro 4-2 – Definição dos termos utilizados nas premissas de enquadramento.. 224

Quadro 4-3 – Matriz das metas de enquadramento intermediárias e final. 227

Quadro 4-4 – Matriz das classes de enquadramento propostas considerando os usos. 234

Quadro 4-5 – Demandas, usos preponderantes mais restritivos e classes necessárias no cenário de crescimento, cena 2041.....	246
Quadro 5-1 – Custos per capita de implantação de sistema de coleta e transporte de efluentes.....	258
Quadro 5-2 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Araújos.	264
Quadro 5-3 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Bom Despacho.	268
Quadro 5-4 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Carmo da Mata.	270
Quadro 5-5 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Carmo do Cajuru.....	272
Quadro 5-6 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Carmópolis de Minas.....	274
Quadro 5-7 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Cláudio.	277
Quadro 5-8 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Conceição do Pará.....	279
Quadro 5-9 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Desterro de Entre Rios.....	281
Quadro 5-10 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Divinópolis.....	284
Quadro 5-11 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Florestal.....	286

Quadro 5-12 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Igaratinga.	288
Quadro 5-13 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itaguara.	290
Quadro 5-14 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itapecerica.	293
Quadro 5-15 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itatiaiuçu.	295
Quadro 5-16 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itaúna.	297
Quadro 5-17 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Leandro Ferreira.	299
Quadro 5-18 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Maravilhas.	301
Quadro 5-19 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Martinho Campos.	303
Quadro 5-20 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Nova Serrana.	305
Quadro 5-21 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Oliveira.	307
Quadro 5-22 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Onça de Pitangui.	309
Quadro 5-23 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Papagaios.	311

Quadro 5-24 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pará de Minas.....	314
Quadro 5-25 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Passa Tempo.	316
Quadro 5-26 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pedra do Indaiá.....	317
Quadro 5-27 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Perdígão.....	319
Quadro 5-28 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Piracema.	321
Quadro 5-29 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pitangui.	323
Quadro 5-30 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pompéu.....	325
Quadro 5-31 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Resende Costa.....	327
Quadro 5-32 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Santo Antônio do Monte.	330
Quadro 5-33 – Custos de implantação das ações previstas para o município de São Francisco de Paula.....	332
Quadro 5-34 – Custos de implantação das ações previstas para o município de São Gonçalo do Pará.	334
Quadro 5-35 – Custos de implantação das ações previstas para o município de São Sebastião do Oeste.....	336
Quadro 5-36 – Custos por município para Alternativas 1 e 2.....	340

Quadro 5-37 – Cronograma de ações e custos por município.	342
Quadro 5-38 – Modelo de quadro a ser montado para cada município.	372
Quadro 6-1 – Eventos realizados ao longo do estudo, para a CH SF2.	375
Quadro 1 – Meta de enquadramento proposta para os rios principais da CH SF2 – Alternativa 1.	408
Quadro 2 – Meta de Enquadramento Proposta para os rios principais da CH SF2 – Alternativa 2.	411

Lista de Siglas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APV – Agência Peixe Vivo

BEDA – Bovino Equivalente para Demanda de Água

BET – Bacia de Evapotranspiração

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CGH – Central Geradora Hidrelétrica

CH – Circunscrição Hidrográfica

CN – *Curve Number*

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CT – Câmara Técnica

CTECOM – Câmara Técnica de Educação, Comunicação e Mobilização

CTOC – Câmara Técnica de Outorga e Cobrança

CTPP – Câmara Técnica de Planejamento e Projetos

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DCP – Declaração de Carga Poluidora

DN – Deliberação Normativa

DRH – Departamento de Recursos Hídricos

EE – Estação Elevatória

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos

FAEMG – Federação da Agricultura de Minas Gerais

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

GAT – Grupo de Acompanhamento Técnico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICE – Índice de Conformidade ao Enquadramento

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDE-Sisema - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IEF – Instituto Estadual de Florestas

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INCC – Índice Nacional de Custo da Construção

LR – Linha de Recalque

NBR – Norma Brasileira

NT – Nitrogênio Total

OD – Oxigênio Dissolvido

OS – Ordem de Serviço

PAP – Plano de Aplicação Plurianual

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PDCA – Planejar, Fazer, Checar e Agir

PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PESB – Plano Estadual de Saneamento Básico

PIB – Produto Interno Bruto

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PPA – Plano Plurianual

PRH – Plano de Recursos Hídricos

PRHSF – Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco

PT – Fósforo Total

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SEGRH - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SESAM – Serviço de Saneamento Ambiental Municipal

SIGA – Sistema de Informações de Geração da ANEEL

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

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente

SWMM – *Storm Water Management Model*

TR – Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação

UFC – Unidade Formadora de Colônia

UHE – Usina Hidrelétrica

USEPA – *United States Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental Norte Americana)

VAB – Valor Adicionado Bruto

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o Produto 7 – Relatório Final do Enquadramento dos Corpos de Água Superficiais da Circunscrição Hidrográfica (CH) SF2, bacia hidrográfica do rio Pará, atendendo ao escopo definido no Termo de Referência que orientou o desenvolvimento dos estudos objeto do contrato previamente mencionado firmado entre a Agência Peixe Vivo (APV) e a ENGECORPS, além do conteúdo da etapa em questão, validado em conjunto com a contratante e o Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT) durante a fase de planejamento dos trabalhos, consolidado no relatório do Plano de Trabalho.

Para melhor entendimento dos estudos ora em desenvolvimento, foi construída a Figura 1-1 com a exposição do fluxograma de trabalho considerando todos os produtos do estudo. Nesse sentido, este documento refere-se ao Produto 7 no fluxograma de trabalho, que consta do Relatório Final do Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais. Ele foi construído com base em informações advindas das etapas anteriores de Plano de Trabalho (Produto 1), Diagnóstico (Produto 2), Prognóstico (Produto 3), Proposição de Metas (Produto 4) e Programa de Efetivação (Produto 5).

Nesse sentido, para a construção deste documento, foi realizada a consolidação das informações apresentadas nos relatórios anteriores, que trataram das quatro etapas do enquadramento previstas na legislação de recursos hídricos de abrangência nacional e estadual de Minas Gerais.

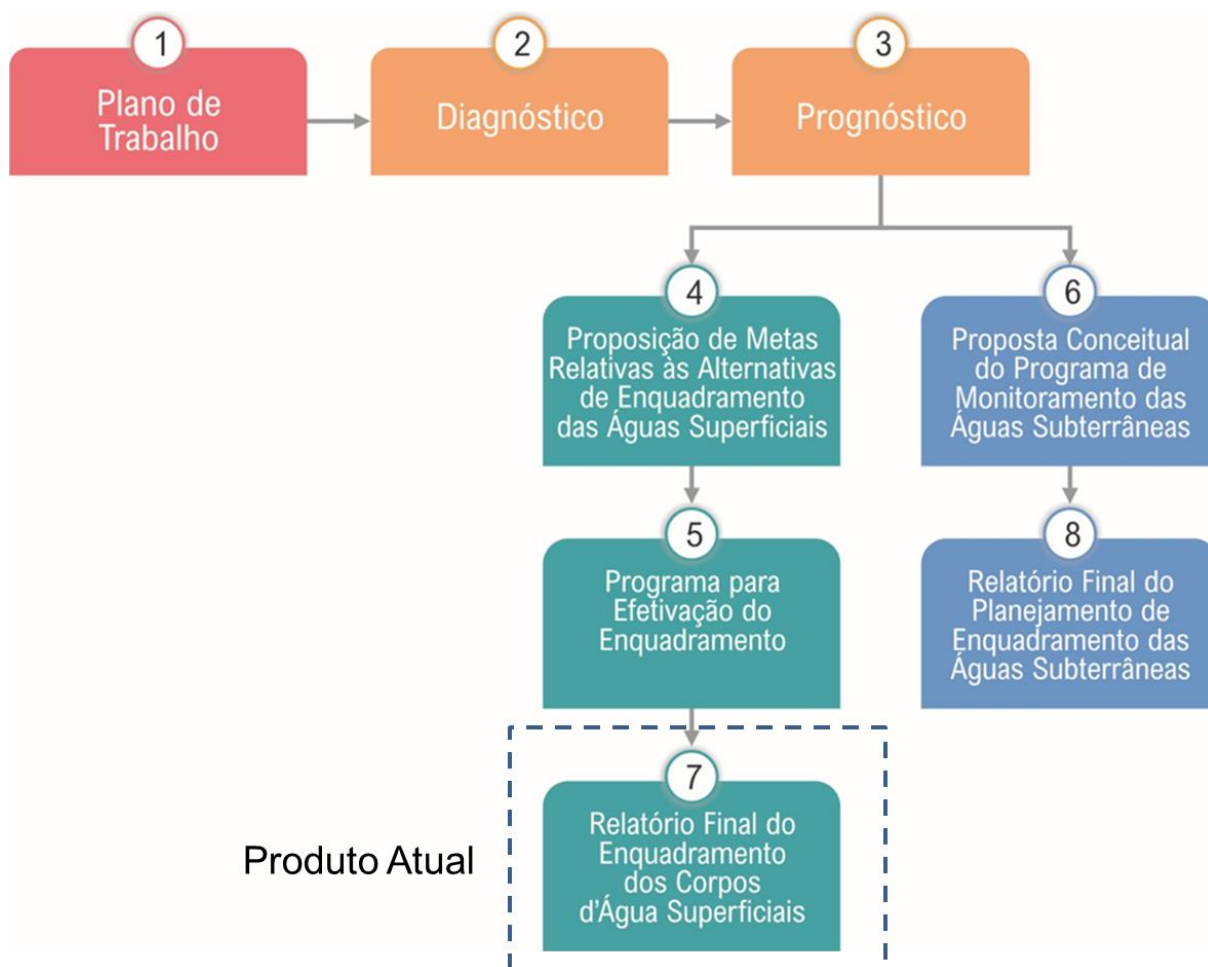


Figura 1-1 – Fluxograma dos Produtos Desenvolvidos e Previstos neste Estudo.

Fonte: elaboração própria.

Assim, todas as análises realizadas e apresentadas ao longo dos relatórios anteriores foram consolidadas e são sintetizadas no presente relatório, visando atender a todas as demandas do termo de referência e da legislação pertinente. Dessa forma, os próximos capítulos foram definidos de acordo com as etapas do processo de enquadramento, sendo apresentada a síntese consolidada dos resultados de cada uma delas, com as principais informações relevantes ao processo de enquadramento. Vale destacar que detalhes referentes a cada etapa podem ser buscados em cada um dos relatórios elaborados no contexto do estudo.

Com isso, o relatório está estruturado conforme itemização discriminada a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução;

- Capítulo 2 – Diagnóstico;
- Capítulo 3 – Prognóstico;
- Capítulo 4 – Propostas de Metas Relativas às Alternativas de Enquadramento;
- Capítulo 5 – Programa de Efetivação do Enquadramento;
- Capítulo 6 – Síntese das Reuniões, Consultas e Audiências Públicas;
- Capítulo 7 – Considerações Finais;
- Capítulo 8 – Referências.

A Figura 1-2 mostra a metodologia de desenvolvimento dos estudos de Enquadramento dos corpos d'água superficiais adotada ao longo dos produtos anteriores e sintetizadas nos capítulos do presente relatório, conforme itemização acima.

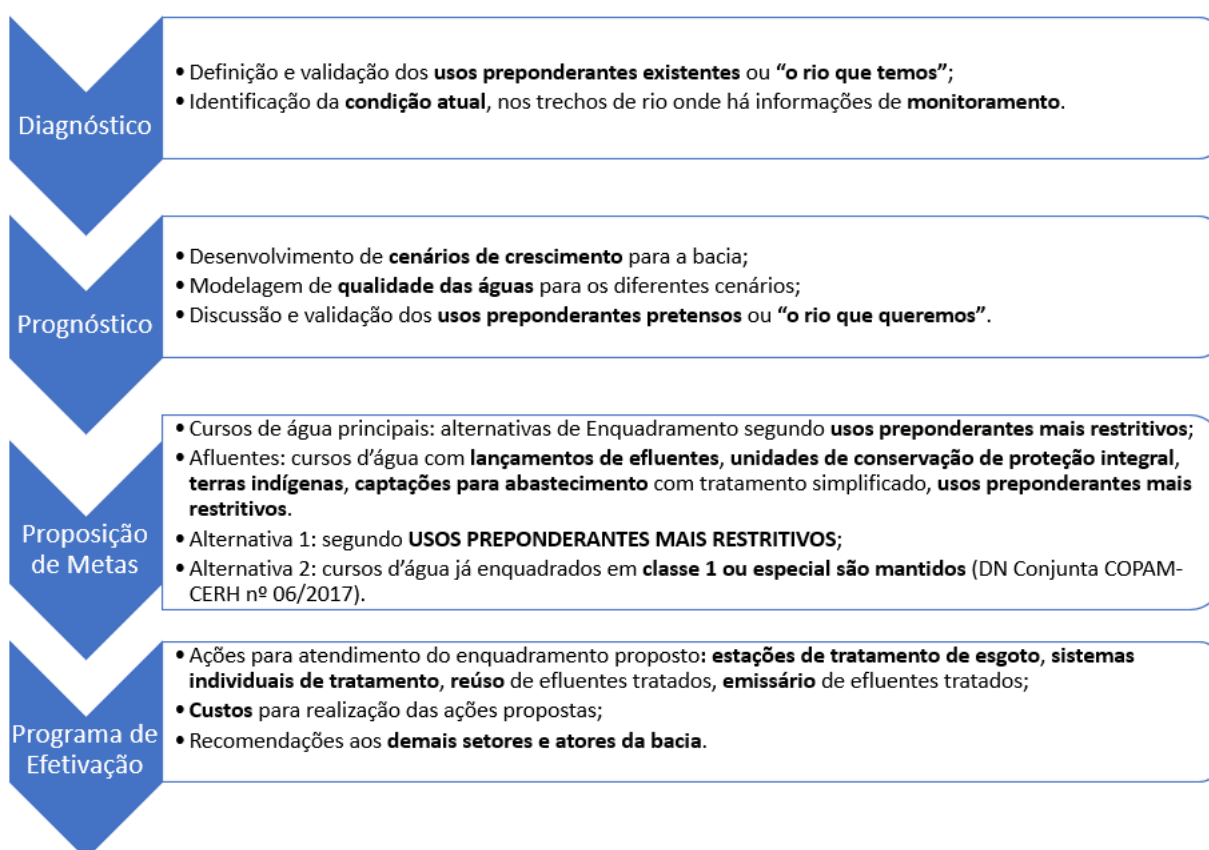


Figura 1-2 – Metodologia aplicada no estudo de Enquadramento dos corpos d'água superficiais

Fonte: elaboração própria.

2. DIAGNÓSTICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do Rio Pará (CH SF2) está localizada na porção mineira da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, mais especificamente na região fisiográfica do Alto São Francisco (Figura 2-1).

Estende-se por área de 12.233 km², correspondente a 1,9% do território da bacia do São Francisco e abrange 34 municípios, dos quais 26 possuem sede administrativa no seu interior (Quadro 2.1). Itapecerica, Martinho Campos, Bom Despacho, Divinópolis, Cláudio, Pompéu, Santo Antônio do Monte e Pitangui são os municípios com maior extensão territorial, ocupando 44% da área total da bacia.

De acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos – PDRH da bacia hidrográfica do Rio Pará, ela divide-se em Alto Pará, Médio Pará e Baixo Pará e comporta 10 sub-bacias, dentre as quais destacam-se as dos rios Lambari (2.085,7 km²), Alto Pará (1.989,2 km²), Médio Pará (1.659,9 km²) e Baixo Pará (1.334,6 km²), como as de maiores áreas de contribuição (Quadro 2.2 e Figura 2-2).

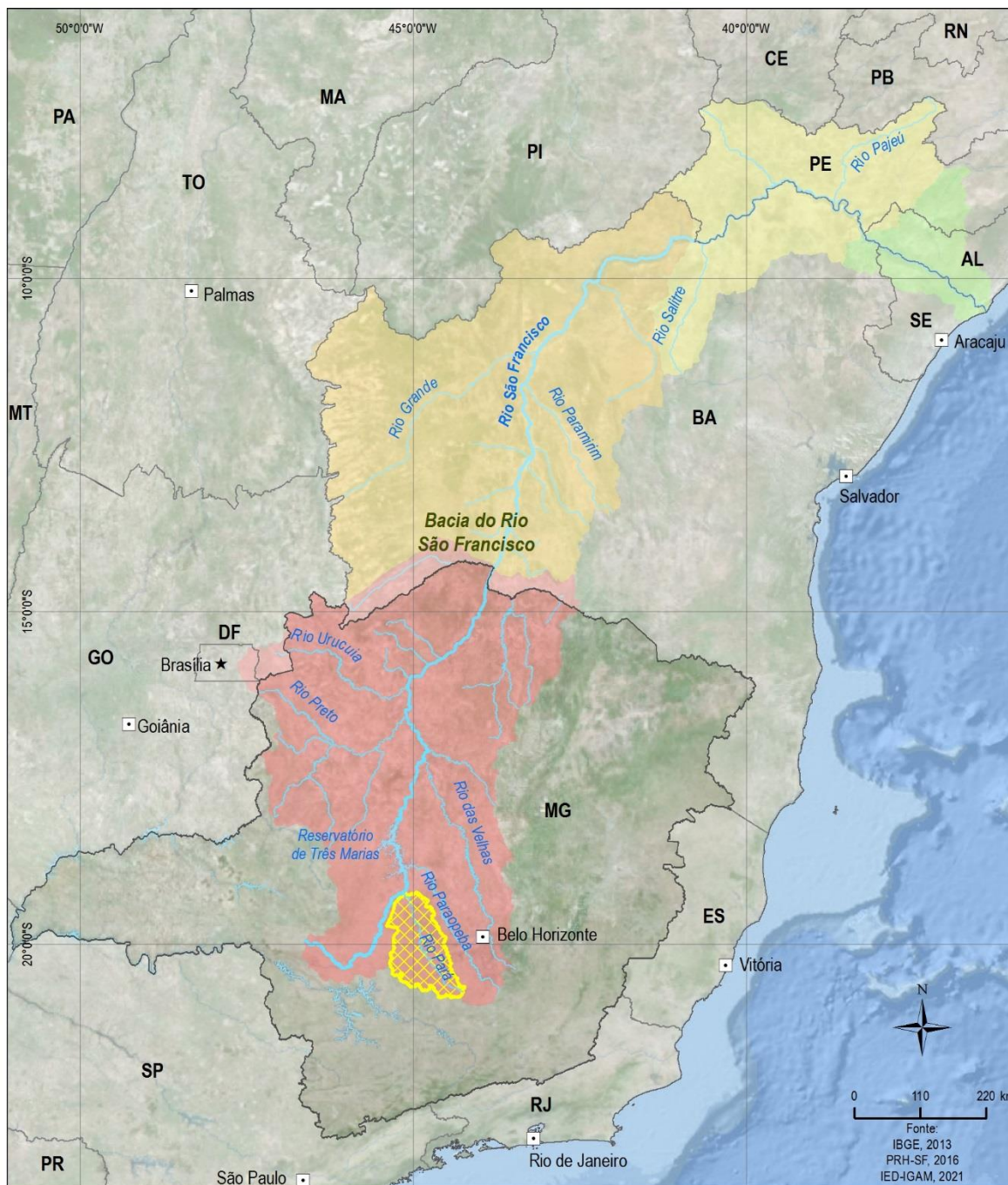
2.1.1 Clima

2.1.1.1 Classificação climática

Dois subtipos climáticos são observados na CH SF2 (Figura 2-3), com base na classificação de Köppen (PEEL *et al.*, 2007):

- **Aw** - Tropical Semiúmido. Caracteriza-se por elevadas temperaturas anuais e regime pluviométrico marcado pela ocorrência de duas estações: verão chuvoso e inverno seco. Em quase todos os meses do ano apresenta uma temperatura média mensal superior a 18°C e, pelo menos um dos meses do ano, tem precipitação média total inferior a 60 mm;
- **Cwa** – Subtropical Úmido. Regime climático temperado, com as estações de verão e inverno bem definidas, ou seja, apresentando um verão chuvoso e

inverno seco. O verão é caracterizado por temperaturas mais altas, com médias acima de 22°C. Esse subtipo climático é predominante na bacia.



LEGENDA

- ▣ Capital estadual
- ★ Capital federal
- ▭ Limite estadual
- ~ Curso d'água
- ☪ Massa d'água
- ☪ CH SF2 - Bacia Hidrográfica do Rio Pará
- Regiões fisiográficas**
- Alto São Francisco
- Médio São Francisco
- Submédio São Francisco
- Baixo São Francisco

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-1 – Macrolocalização da Bacia do Rio Pará.

Quadro 2.1 – Municípios inseridos na CH SF2

Município	Área total do município (km ²)	Área na SF2 (km ²)	% Município na SF 2	Sede municipal na SF2	Sede distrital na SF2
Araújos	245,7	245,7	100%	Sim	-
Bom Despacho	1213,6	722,2	60%	Sim	Engenho do Ribeiro
Carmo da Mata	357,2	339	95%	Sim	-
Carmo do Cajuru	454	454	100%	Sim	São José dos Salgados, Bom Jesus de Angicos, Santo Antônio da Serra
Carmópolis de Minas	399,8	399,8	100%	Sim	-
Cláudio	630,8	630,8	100%	Sim	Monsenhor João Alexandre
Conceição do Pará	250,4	250,4	100%	Sim	-
Desterro de Entre Rios	377,16	173,7	46%	Sim	Pereirinhas
Divinópolis	709,2	709,2	100%	Sim	Santo Antônio de Campos
Florestal	194,09	8,4	4%	Não	-
Igaratinga	218,3	218,3	100%	Sim	Antunes
Itaguara	409,54	408,7	100%	Sim	-
Itapecerica	1042,97	826,8	79%	Sim	Lamounier, Marilândia, Neolândia
Itatiaiuçu	293,25	143	49%	Não	-
Itaúna	494,59	438	89%	Sim	-
Leandro Ferreira	352,1	352,1	100%	Sim	-
Maravilhas	261,6	82,6	32%	Não	-
Martinho Campos	1058,41	752	71%	Não	Alberto Isaacson, Ibitira
Nova Serrana	282,3	282,3	100%	Sim	Boa Vista de Minas
Oliveira	897,29	186,7	21%	Não	Morro do Ferro
Onça de Pitangui	246,1	246,1	100%	Sim	Capoeira Grande, Jaguará de Minas
Papagaios	553,57	110,7	20%	Sim	-
Pará de Minas	551,19	379,8	69%	Sim	Carioca, Torneiros
Passa Tempo	429,4	429,4	100%	Sim	-

Município	Área total do município (km ²)	Área na SF2 (km ²)	% Município na SF 2	Sede municipal na SF2	Sede distrital na SF2
Pedra do Indaiá	348,2	348,2	100%	Sim	-
Perdigão	249,2	249,2	100%	Sim	-
Piracema	280,27	280,27	100%	Sim	-
Pitangui	569,5	569,5	100%	Sim	-
Pompéu	2551,1	604	24%	Não	-
Resende Costa	618,47	107,2	17%	Não	Jacarandira
Santo Antônio do Monte	1125,81	589,9	52%	Sim	São José das Rosas
São Francisco de Paula	316,82	21,4	7%	Não	-
São Gonçalo do Pará	266	266	100%	Sim	-
São Sebastião do Oeste	408,1	408,1	100%	Sim	-

Elaboração: Engecorps, 2021

Quadro 2.2 – Sub-bacias da CH SF2

Macro-divisão Hidrológica	Sigla	Sub-bacia	Área (Km ²)
Alto Pará	AP	Alto Rio Pará	1.989,2
TOTAL ALTO PARÁ			1.989,2
Médio Pará	MP	Ribeirão Boa Vista	776,4
		Rio Itapecerica	1.237,5
		Médio Rio Pará	1.659,9
TOTAL MÉDIO PARÁ			3.673,8
Baixo Pará	BP	Ribeirão da Paciência	452,8
		Rio São João	1.172,6
		Rio Lambari	2.085,7
		Rio do Peixe	619,6
		Rio Picão	904,7
		Baixo Rio Pará	1.334,6
TOTAL BAIXO PARÁ			6.570,0

Elaboração: Engecorps, 2021



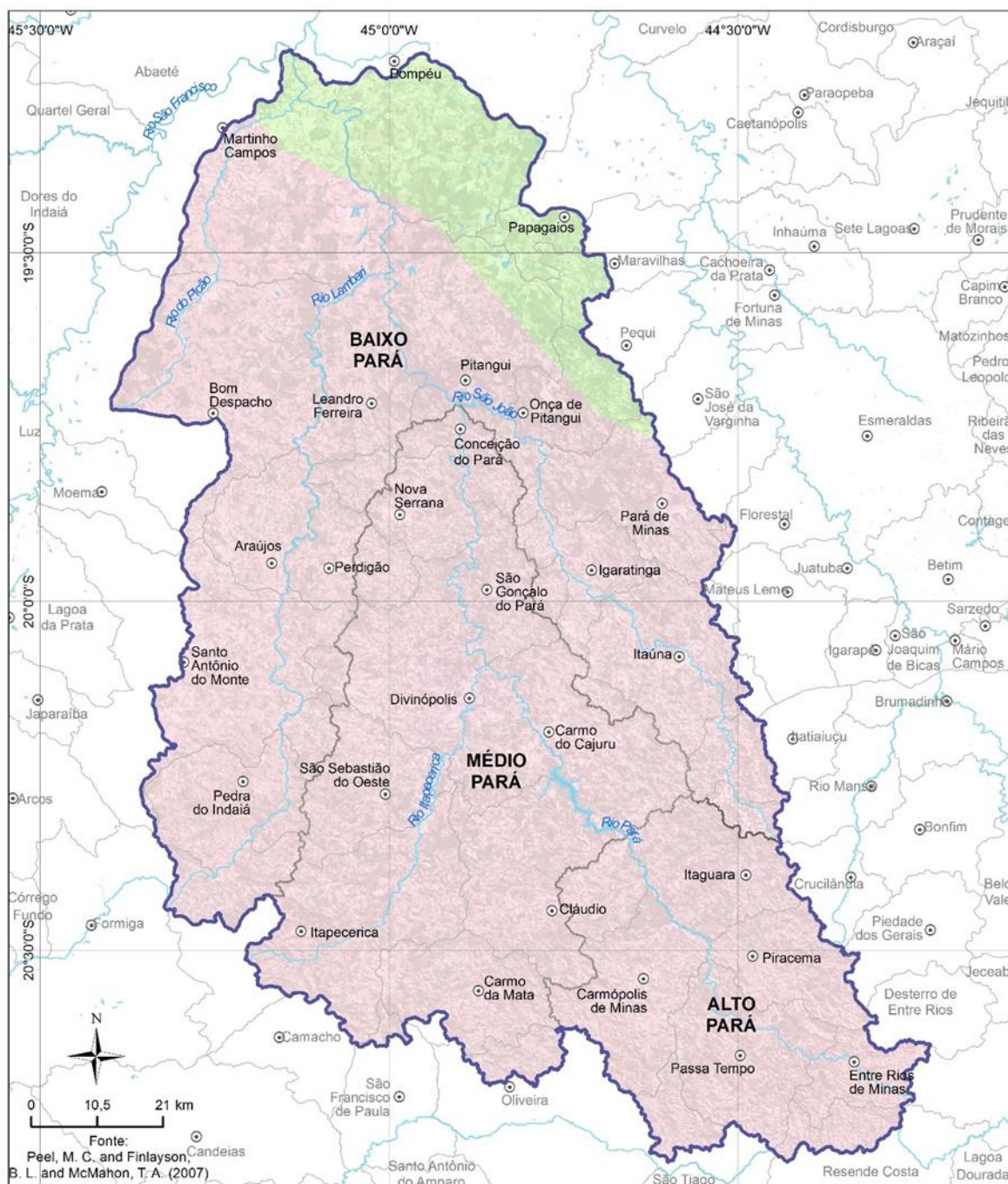
LEGENDA

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| ○ Sede municipal | ▭ Sub-bacia |
| ▭ Limite municipal | Macro divisões hidrográficas |
| — Curso d'água | Alto Pará |
| — Massa d'água | Médio Pará |
| — CH SF2 - Rio Pará | Baixo Pará |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-2 – Divisão da CH SF2 em sub-bacias.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- Curso d'água
- Massa d'água
- CH SF2 - Rio Pará
- Macro-divisões hidrográficas

Distribuição Climática

- Aw
- Cwa

Figura 2-3 – Distribuição Climática na CH SF2.

2.1.1.2 Temperatura do ar

A temperatura média anual da CH SF2 varia entre 16°C e 25°C. As temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de setembro a abril e as temperaturas mais baixas entre junho e julho (Figura 2-4).

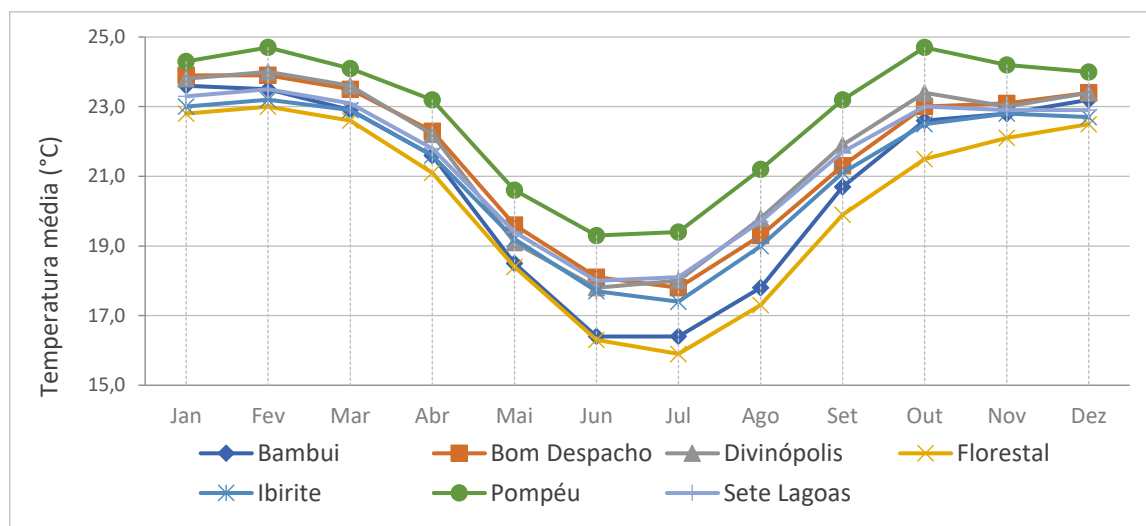


Figura 2-4 – Temperatura média mensal nas estações climatológicas avaliadas no entorno da CH SF2 (°C).

2.1.1.3 Umidade do ar

A média anual da umidade relativa do ar na CH SF2 varia de 64% a 79% (Quadro 2.3). Os menores valores são observados no inverno, com percentuais médios variando entre 60,2% a 78,1%. As maiores médias registradas no período úmido oscilam entre 68,2% e 81,4%.

Quadro 2.3 – Umidade relativa média do ar nas estações climatológicas avaliadas no entorno da CH SF2 (%)

Nome Estação	Média Anual (%)	Período Seco* (%)	Período Úmido* (%)
Bambu	79,3	78,1	82,4
Bom Despacho	70,6	64,5	79,5
Divinópolis	66,1	60,2	72,4
Florestal	64,2	60,5	68,2
Ibirite	75,1	72,4	79,5
Pompeu	68,2	61,9	75,5
Sete Lagoas	68,1	62,4	74,4

*Período seco: junho a agosto; Período úmido: dezembro a fevereiro
Elaboração: Engecorps, 2021 / Fonte: INMET

2.1.1.4 Evaporação

A evaporação média mensal observada na CH SF2 é maior no período de julho a outubro, variando de 98,7 mm a 211,8 mm. Nos demais meses ocorre um decréscimo da evaporação, cujos valores variam de 67,5 mm a 113,7 mm (Figura 2-5).

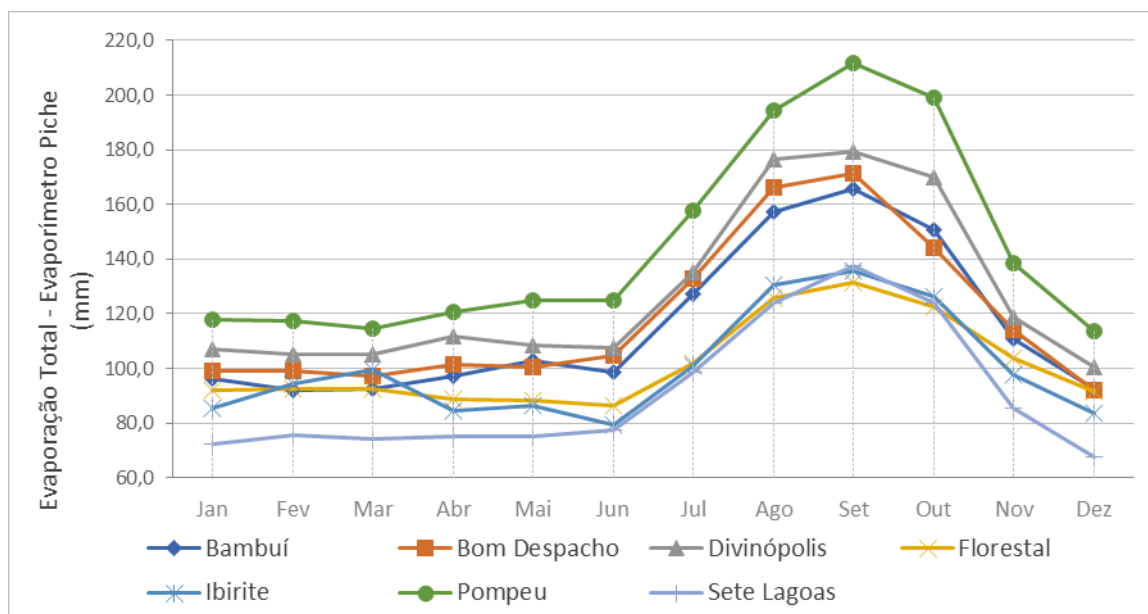


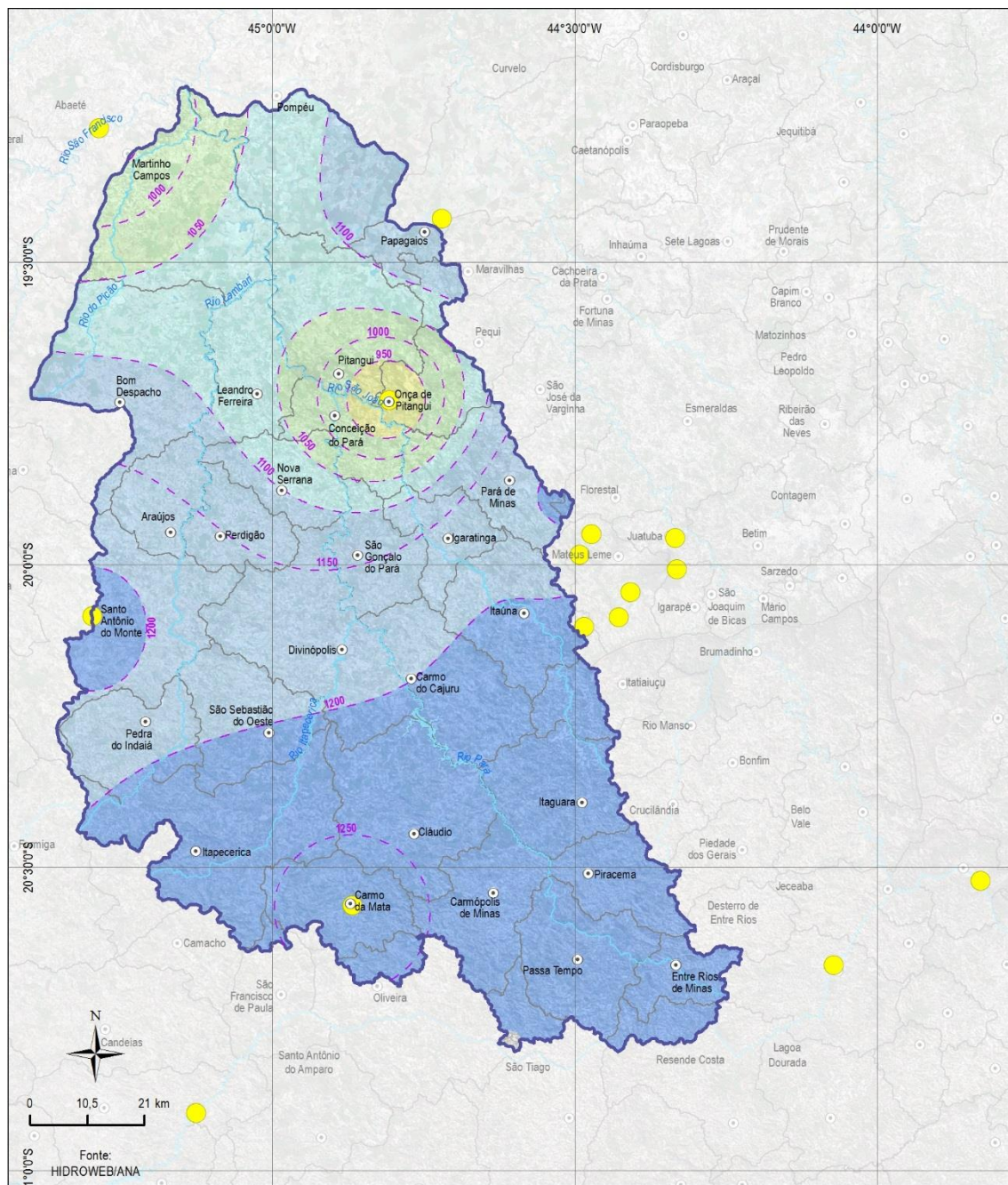
Figura 2-5 – Evaporação Média Mensal, medida pelo evaporímetro Piché, nas estações climatológicas avaliadas no entorno da CH SF2.

Elaboração: Engecorps, 2021

* Fonte: INMET (2019) - Normal Climatológica do Brasil - NCB (1981-2010)

2.1.1.5 Precipitação

A precipitação média anual no entorno da CH SF2 é de cerca de 1.200 mm, variando entre 899 mm e 1.323 mm. A distribuição da precipitação média anual (Figura 2-6) mostra que os maiores volumes de chuva ocorrem na porção centro-sul da bacia, principalmente nos municípios de Itapecerica, Carmo da Mata, Cláudio, Itaguara, Carmópolis de Minas, Piracema e Passa Tempo, que apresentam precipitações médias anuais superiores a 1.212 mm. Por outro lado, na porção norte verificam-se os menores volumes de chuva, com destaque para os municípios de Martinho Campo, Leandro Ferreira, Pitangui, Onça de Pitangui, Conceição do Pará e partes do território de Nova Serrana e Pompéu, que apresentam volumes de chuva anual inferiores a 1.050 mm.



LEGENDA

- Sede municipal
 - Limite municipal
 - ~ Curso d'água
 - Massa d'água
 - CH SF2 - Rio Pará
 - Estações Meteorológicas
 - - - Isoietas de precipitação
- Precipitação média anual (mm)**
- < 950 mm
 - 950 - 1.050 mm
 - 1.050 - 1.100 mm
 - 1.100 - 1.200 mm
 - > 1.200

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-6 – Precipitação média anual na CH SF2.

2.1.2 Geomorfologia

A compartimentação das unidades geomorfológicas da bacia CH SF2 é condicionada pela diversidade dos terrenos geológicos encontrados na Província Estrutural do São Francisco (IBGE, 2019), que reúne relevos predominantemente mais movimentados na porção centro-sul e mais colinosos na porção norte da bacia (Figura 2-7). As altitudes variam entre 1.340 m na Serra da Galga a 580 m na várzea do Rio Pará.

Os domínios geomorfológicos representados nessa bacia são o Planalto Centro-Sul Mineiro, Quadrilátero Ferrífero e Depressão do Alto-Médio São Francisco (Figura 2-8). As unidades de relevo distribuem-se em planícies, terraços, depressões e patamares.

O Planalto de Oliveira caracteriza-se por um relevo de dissecação com topos convexos e altitudes maiores que 900 m, respondendo por 33% da área total da CH SF2.

As Serranias de Pará de Minas caracterizam-se por área de dissecação com topos convexos e altitudes entre 750 m e 1.000 m. Uma pequena extensão das Serras do Quadrilátero Ferrífero aparece no setor oeste da bacia.

Os Patamares de Divinópolis são a maior unidade de relevo da bacia, ocupando 36,9% da área. Com altitudes entre 700 m e 850 m, possuem densidade média de drenagem e vales pouco pronunciados, onde correm os principais rios da bacia, como o Pará e o Itapecerica.

A Depressão Alto São Francisco é caracterizada por colinas de pequena altitude, normalmente inferiores a 750 metros, vales em “V” pouco pronunciados, topos arredondados e baixas declividades, distribuindo-se por 20% da área da bacia.

As Planícies e Terraços Fluviais ocorrem ao longo dos principais rios, como o Lambari, Itapecerica e Pará. São formadas por agadação sedimentar, possuem baixa declividade e constituem feições meândricas.

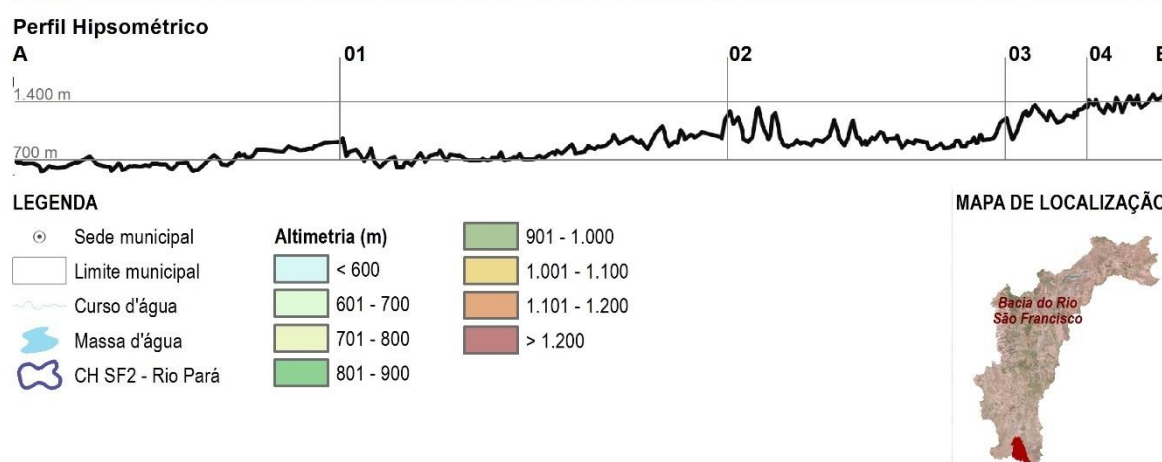
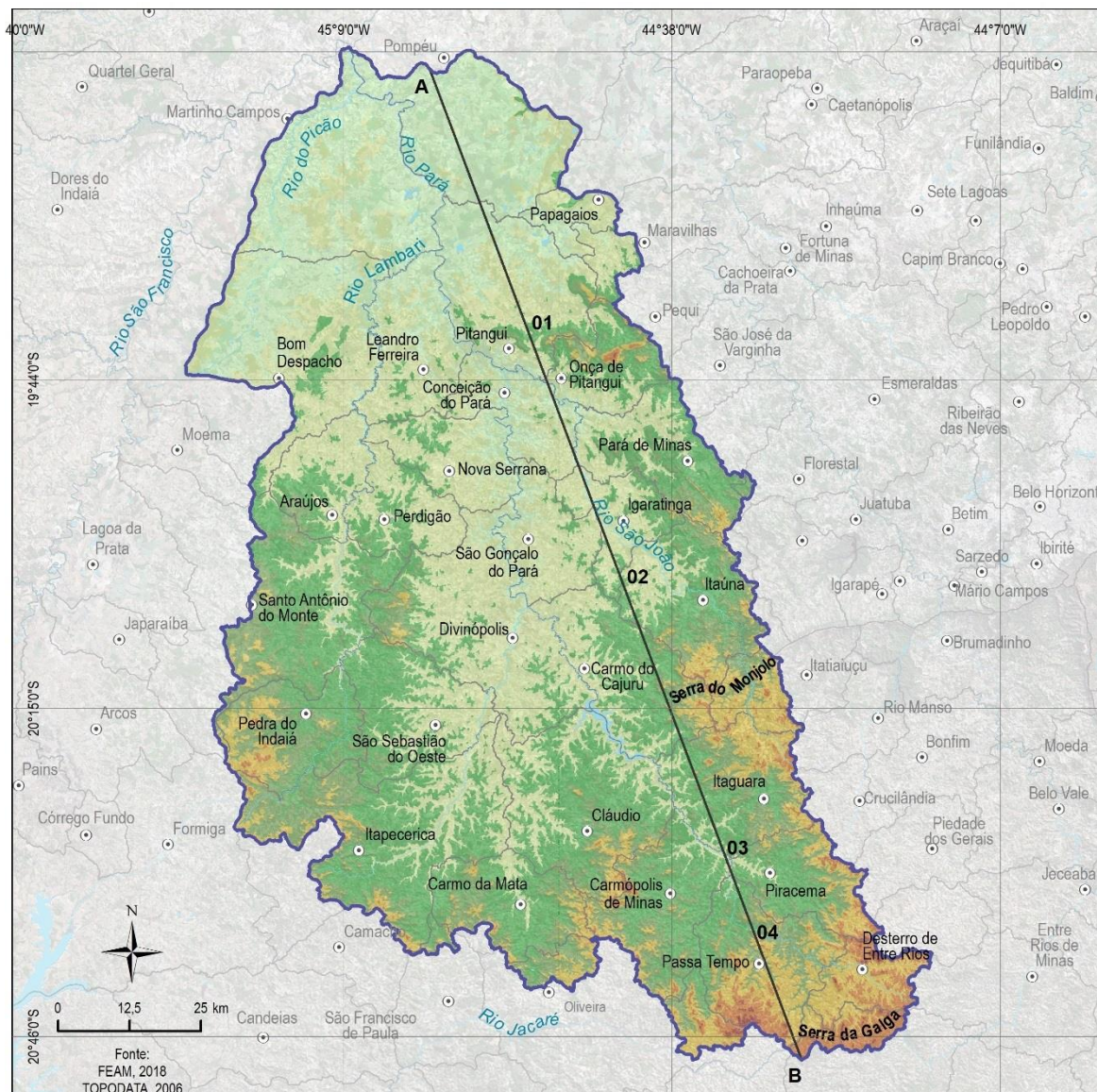


Figura 2-7 – Relevo na CH SF2.

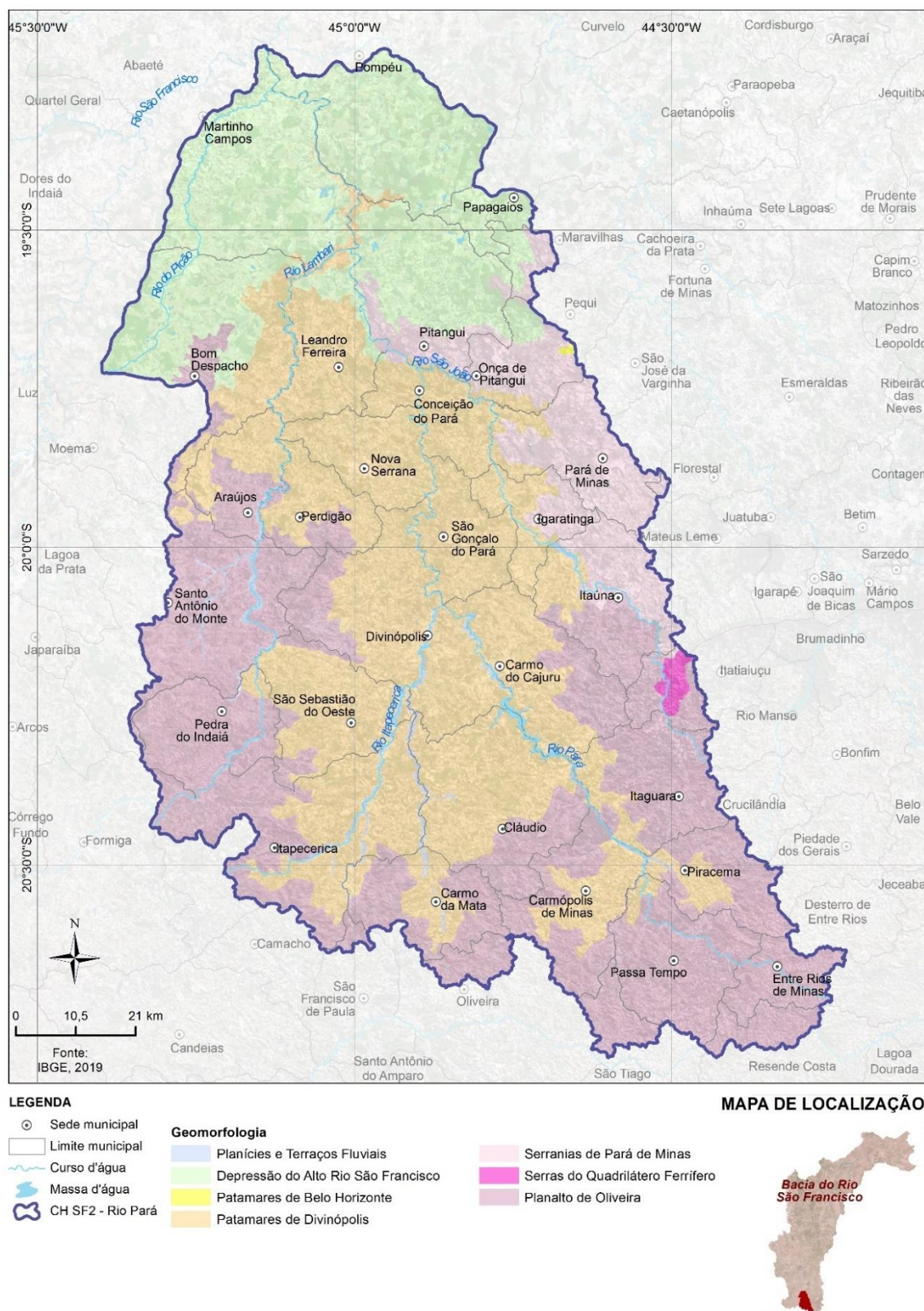


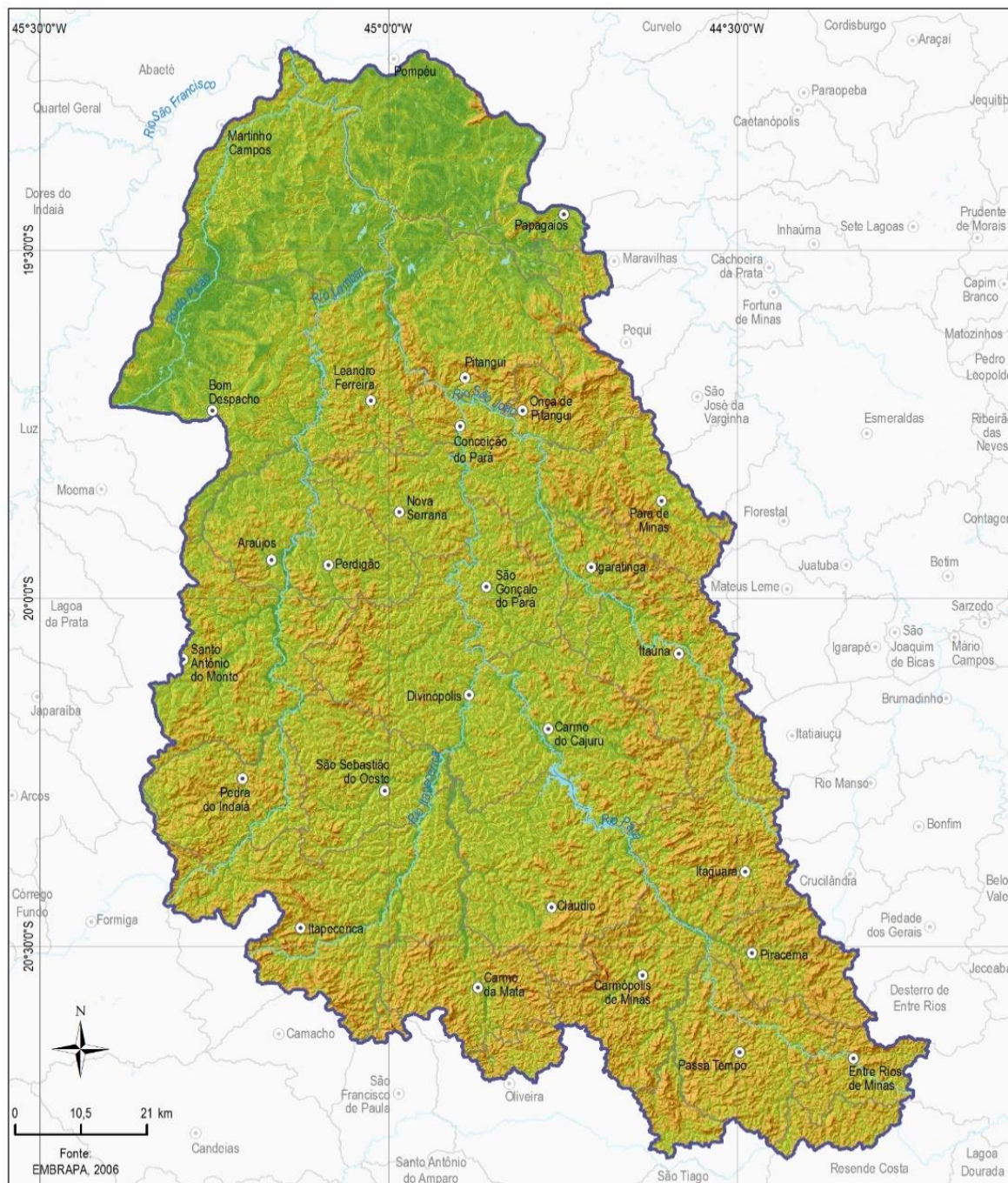
Figura 2-8 – Províncias Geomorfológicas da CH SF2.

Além dos aspectos geomorfológicos da bacia, um outro importante aspecto das paisagens são os processos erosivos, tema que abarca as alterações química e física das rochas e solos como agentes desagregadores, o transporte dos sedimentos morro abaixo (normalmente por efeito da água e da gravidade) e, por fim, a deposição deles nas áreas mais planas do relevo. Esses processos são particularmente importantes nos estudos de qualidade e enquadramento das águas, especialmente pelo efeito que os sedimentos têm na turbidez da água, pela possibilidade de transporte de sedimentos contaminantes para dentro dos corpos d'água ou pelo assoreamento dos canais por aporte de material.

Tais processos são mais ou menos intensos em função de condicionantes naturais, como o clima e o arcabouço geológico, geomorfológico e pedológico, além de condicionantes antrópicas, diretamente ligadas às atividades de uso do solo existentes em uma área. Com isso é possível afirmar que a combinação entre aspectos físicos e humanos em uma paisagem, resulta em diferentes graus de suscetibilidade à erosão (Figura 2-10).

No caso da área de estudo, por ocasião do PDRH (2008), foi constatado que a erosão laminar é o principal processo erosivo, localizada nos solos pouco desenvolvidos (Neossolos litólicos e Cambissolos), principalmente naqueles oriundos das rochas do Complexo Divinópolis, que apresentam um alto teor de areias nas camadas mais superficiais.

De modo geral, esse processo erosivo é mais comum nas cristas e topos de morro convexos ou aguçados descobertos e nas encostas mais inclinadas do relevo, onde as declividades elevadas podem contribuir sensivelmente para o aumento do volume de material erodido (Figura 2-9).



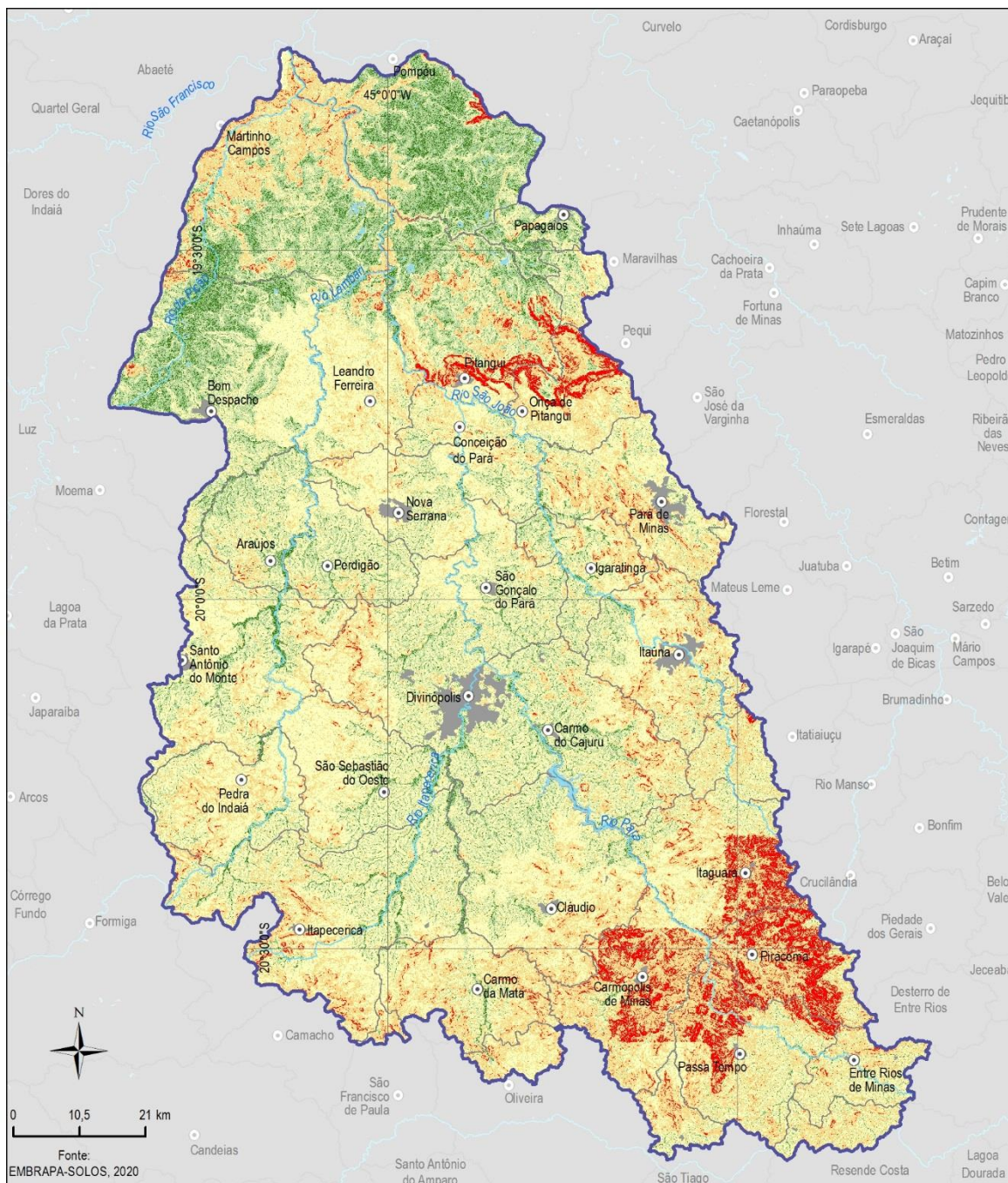
LEGENDA

- Sede municipal
 - Limite municipal
 - ⊕ CH SF2 - Rio Pará
 - Curso d'água
 - Massa d'água
- | Declividade | |
|-------------|-----------|
| | < 2% |
| | 2% - 5% |
| | 5% - 10% |
| | 11% - 15% |
| | 16% - 45% |
| | 46% - 70% |
| | > 70% |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-9 – Declividade da bacia hidrográfica do rio Pará.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

LEGENDA

- Sede municipal
 - Limite municipal
 - ~ Curso d'água
 - Massa d'água
 - CH SF2 - Rio Pará
- | Suscetibilidade | |
|-----------------|-------------|
| | Muito Baixa |
| | Baixa |
| | Moderada |
| | Alta |
| | Muito Alta |



Figura 2-10 – Suscetibilidade à erosão na CH SF2.

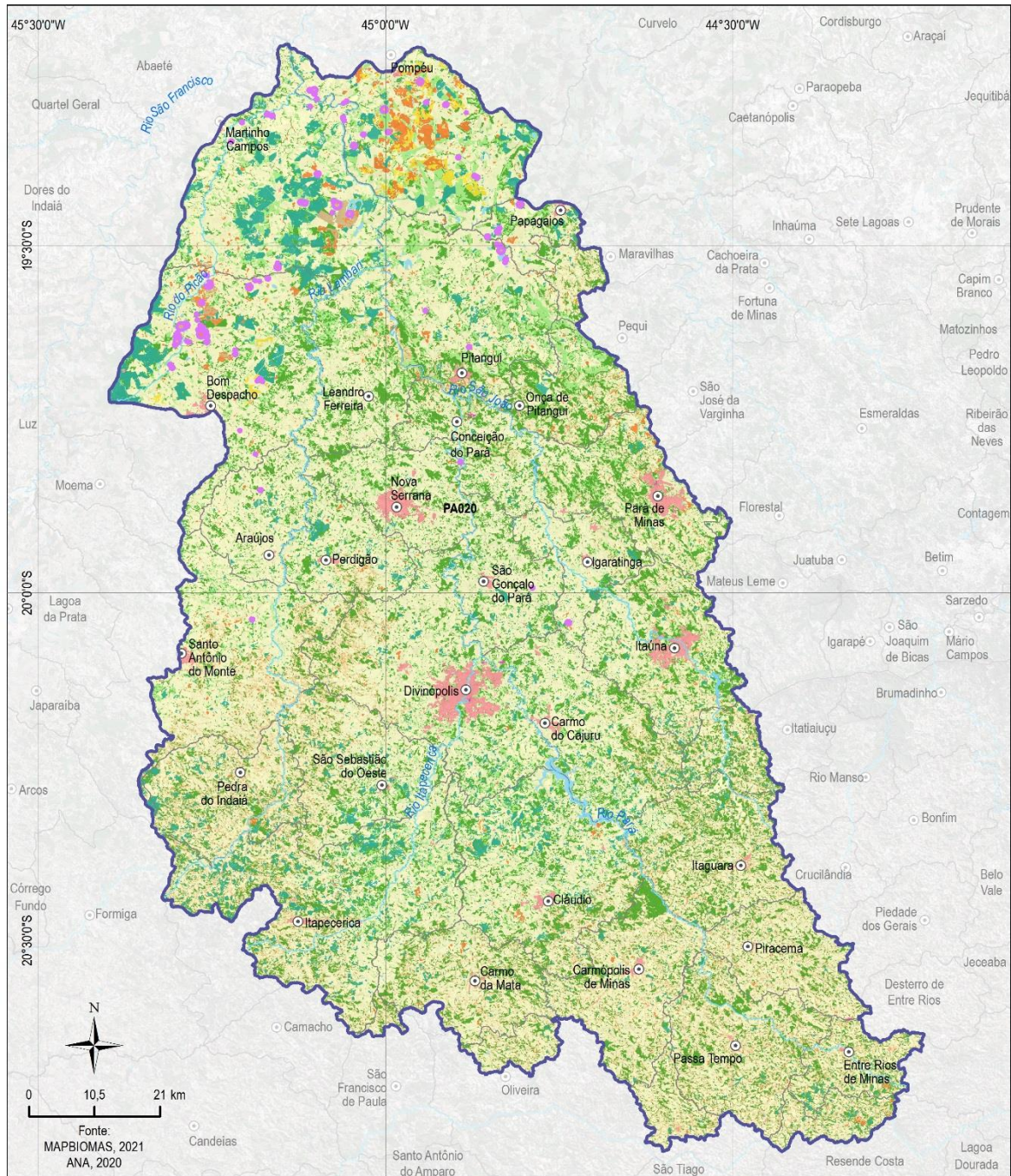
2.1.3 Uso e Ocupação do Solo

Optou-se por usar os mapas de uso do solo oriundos do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias) que possui, entre seus objetivos, produzir e disponibilizar mapas regulares de uso do solo do território nacional. Optou-se por manter a chave de interpretação utilizada no Mapbiomas, a saber: Infraestrutura Urbana, Outras Áreas Não-Plantadas, Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Massa d'água, Pastagem, Lavoura Permanente, Cana-de-açúcar, Soja, Outras Lavouras Temporárias e Floresta.

A CH SF2 está inserida onde originalmente havia os domínios dos biomas Cerrado e Mata Atlântica e suas áreas de transição, se estendendo por 12.233 km². Hoje essa região está fortemente antropizada, diretamente relacionada ao processo histórico de ocupação, sendo que ainda restam 25,3% da cobertura original. Quando comparado aos 32,9% de remanescente de cobertura vegetal nativa do Estado de Minas Gerais¹, pode-se dizer que a CH SF2 está abaixo da média estadual.

Apesar de ter uma área significativa ainda recoberta por vegetação, 3.091,7 km² (25,3%), entre formações Florestais (18,5%), Savânicas (6,7%) e Campestres (0,1%), segundo o mapeamento de 2019 do MapBiomias, estes remanescentes não estão distribuídos de forma homogênea. É importante frisar que as matas estão fortemente fragmentadas, muitas vezes restritas às matas ciliares, e em áreas de maiores declividades, tal como pode ser observado na Figura 2-11, sobretudo na porção central e sul da CH SF2.

¹ de acordo com Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (estudo elaborado pelo Instituto Estadual de Florestas em parceria com a Universidade Federal de Lavras em 2009), com dados atualizados em 2019 (Carvalho, et. al (2008))



LEGENDA

- | | | |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| ○ Sede municipal | Uso do Solo | Infraestrutura urbana |
| □ Limite municipal | Formação florestal | Outras áreas não vegetadas |
| ~ Curso d'água | Formação savânica | Afloramento rochoso |
| Massa d'água | Floresta plantada | Mineração |
| CH SF2 - Rio Pará | Formação campestre | Rio, lago e oceano |
| ○ Pivô central | Pastagem | Lavoura perene |
| | Cana | Soja |
| | Mosaico de agricultura e pastagem | Outras lavouras temporárias |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-11 – Uso e Ocupação do Solo Atual na CH SF2.

2.1.4 Áreas legalmente protegidas

As unidades de conservação (UCs) e as áreas protegidas possuem um papel importante na proteção da fauna, da flora e dos cursos de água, tornando-as estratégicas para a preservação, conservação, planejamento e gestão dos recursos hídricos.

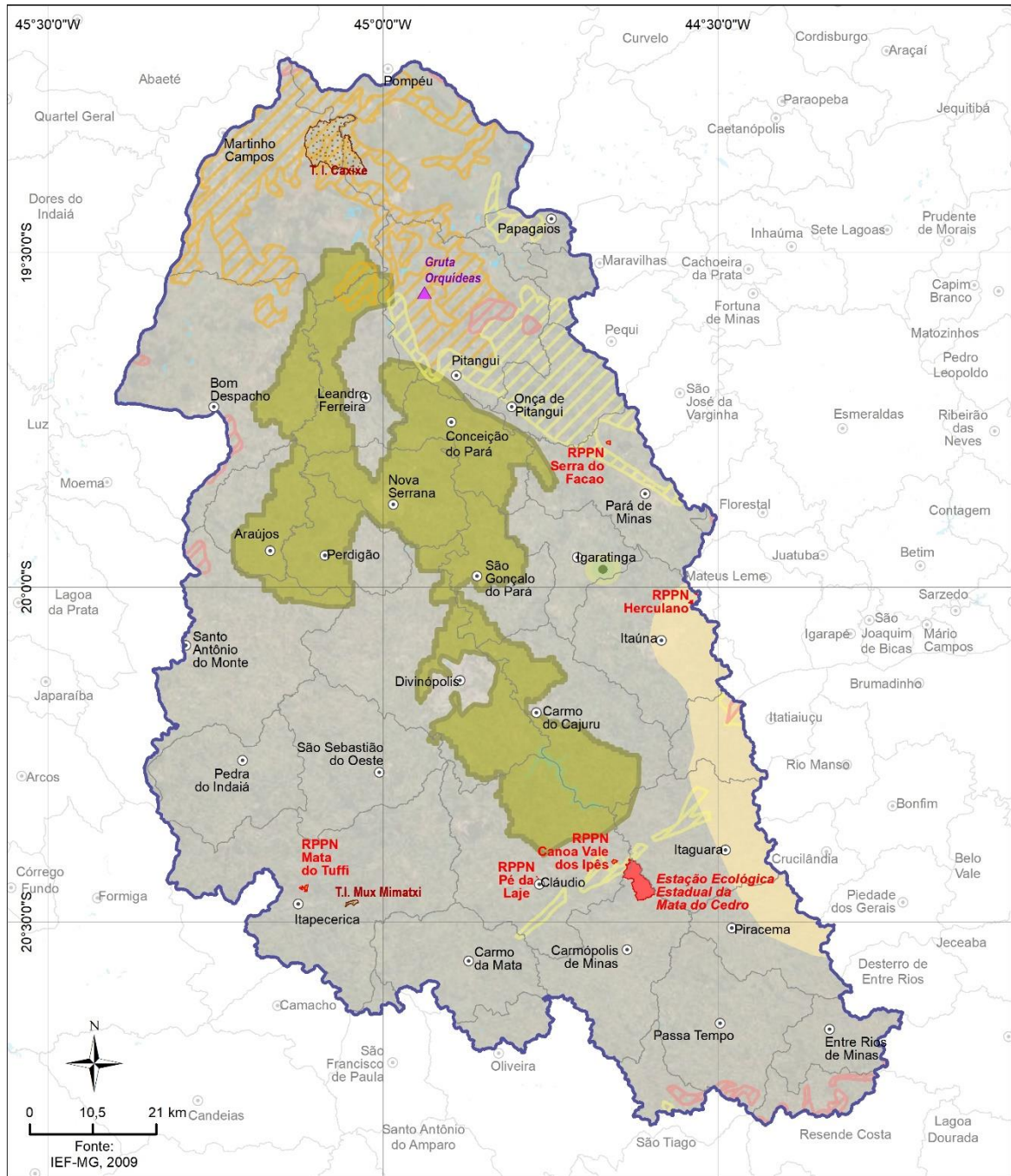
Atualmente existem seis UCs na CH SF2, sendo uma de Proteção Integral e cinco de Uso Sustentável (Quadro 2.4 e Figura 2-12), que juntas cobrem área de pouco mais de 18 km².

As UCs de Proteção Integral têm como objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na lei. As UCs de Uso Sustentável têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

Quadro 2.4 – Unidades de Conservação da CH SF2.

Tipo	Área Protegida	Município	Bioma	Área (km ²)
UC Proteção Integral	Estação Ecológica Estadual da Mata do Cedro	Carmópolis de Minas	Mata Atlântica	15,64
UC Uso Sustentável	RPPN Mata do Tuffi	Itapeçerica	Cerrado/Mata Atlântica	0,56
	RPPN Herculano	Itaúna	Mata Atlântica	0,50
	RPPN Canoa Vale dos Ipês	Claudio	Cerrado/Mata Atlântica	0,34
	RPPN Pé da Laje	Claudio	Mata Atlântica	0,01
	RPPN Serra do Facão	Pará de Minas	Cerrado/Mata Atlântica	0,27

Elaboração: Engecorps, 2021



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ☁ Massa d'água
- ⬭ CH SF2 - Rio Pará
- ▲ Cavernas

- Potencialidade de Cavernas**
- ☐ Médio
 - ☐ Alto
 - ☐ Muito

- Áreas protegidas**
- ☐ UC Proteção Integral
 - ☐ UC Uso Sustentável
 - ☐ Terra indígena
 - ☐ APCB
 - ☐ Divinópolis

- Reservas da Biosfera**
- Mata Atlântica**
- ☐ Transição
 - ☐ Amortecimento
 - ☐ Núcleo
- Serra do Espinhaço**
- ☐ Transição

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-12 – Áreas protegidas na CH SF2.

2.1.5 Demografia e Economia Regional

A população da CH SF2 foi estimada em 843.268 habitantes para o ano de 2020 (Quadro 2.5). As projeções indicaram que a essa população deverá atingir seu auge em 2035, quando alcançará 910.581 habitantes, mas com tendência de decréscimo a partir de então.

Quadro 2.5 – Projeção da população (total) no território da bacia até 2050.

Município	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Araújos	9.341	9.781	10.004	10.143	10.081	10.050	10.035
Bom Despacho	28.989	29.706	29.937	30.166	29.827	29.746	29.693
Carmo da Mata	11.155	11.371	11.583	11.660	11.642	11.534	11.285
Carmo do Cajuru	22.663	23.312	23.548	23.742	23.492	23.388	23.367
Carmópolis de Minas	19.501	20.127	20.378	20.561	20.356	20.280	20.247
Cláudio	28.586	29.292	29.513	29.732	29.394	29.248	29.248
Conceição do Pará	5.575	5.651	5.669	5.702	5.684	5.628	5.502
Desterro de Entre Rios	5.735	6.049	6.343	6.568	6.697	6.816	6.929
Divinópolis	240.160	246.676	248.933	250.899	248.165	247.226	246.894
Florestal	0	0	0	0	0	0	0
Igaratinga	10.961	11.460	11.710	11.866	11.789	11.750	11.733
Itaguara	13.471	13.701	13.743	13.836	13.824	13.680	13.366
Itapecerica	20.992	21.566	22.151	22.569	22.715	22.863	23.012
Itatiaiuçu	1.174	1.129	1.066	1.007	936	879	830
Itaúna	93.511	95.396	95.873	96.582	95.355	95.082	95.126
Leandro Ferreira	3.218	3.285	3.348	3.388	3.387	3.387	3.386
Maravilhas	1.436	1.396	1.331	1.267	1.186	1.113	1.043
Martinho Campos	7.025	7.102	7.095	7.140	7.122	7.050	6.891
Nova Serrana	105.885	119.855	130.210	137.509	140.643	142.683	143.987
Oliveira	2.890	2.830	2.927	2.909	2.876	2.827	2.750
Onça de Pitangui	3.185	3.291	3.399	3.484	3.527	3.571	3.616
Papagaios	13.254	13.636	13.793	13.955	13.841	13.836	13.884
Pará de Minas	90.637	93.268	94.270	95.139	94.176	93.901	93.824

Município	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Passa Tempo	8.082	8.150	8.216	8.217	8.118	8.020	7.923
Pedra do Indaiá	4.008	4.130	4.255	4.348	4.389	4.431	4.473
Perdigão	11.762	12.855	13.590	14.075	14.200	14.277	14.324
Piracema	6.425	6.523	6.633	6.685	6.658	6.628	6.601
Pitangui	28.133	28.794	28.989	29.200	28.860	28.723	28.723
Pompéu	1.587	1.573	1.545	1.527	1.505	1.488	1.445
Resende Costa	336	343	363	369	370	368	361
Santo Antônio do Monte	23.750	24.324	24.516	24.756	24.812	24.852	24.178
São Francisco de Paula	391	353	332	320	310	305	302
São Gonçalo do Pará	12.596	13.273	13.641	13.868	13.809	13.778	13.762
São Sebastião do Oeste	6.854	7.154	7.301	7.394	7.342	7.317	7.306
Total da Bacia	843.268	877.355	896.205	910.581	907.089	906.724	906.048

Fonte: Atualização do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2021)

A análise da economia da bacia inicia-se com a apresentação dos índices referentes ao PIB – Produto Interno Bruto dos municípios inseridos na bacia, sendo seus resultados sintetizados no Quadro 2.6. Os índices totais de PIB da bacia foram estimados em 26 bilhões de reais para o ano de 2020.

Os municípios com o maior PIB em 2020 na região foram Bom Despacho, Divinópolis, Itatiaiuçu, Itaúna, Nova Serrana e Pará de Minas que, somados, representam 66,7% do PIB desse conjunto de municípios. Por outro lado, Leandro Ferreira, Onça de Pitangui, Pedra do Indaiá e São Francisco de Paula, apresentam os menores índices totais, sendo sua soma correspondente a cerca de 1% do total da bacia. No que se refere ao PIB per capita, o destaque é dado para o município de Itatiaiuçu, com índice de R\$ 137.630 reais anuais per capita, o que pode ser devido à presença de empreendimentos minerários de porte no município.

Quadro 2.6 – PIB dos municípios da bacia para o ano de 2018.

Município	População total 2020	PIB 2020 (Mil Reais)	PIB <i>per capita</i> (Mil Reais)
Araújos	9.401	304.778	32,420
Bom Despacho	51.028	1.314.608	25,762
Carmo da Mata	11.511	181.831	15,796
Carmo do Cajuru	22.693	407.510	17,958
Carmópolis de Minas	19.559	412.892	21,110
Cláudio	28.859	706.610	24,485
Conceição do Pará	5.533	258.570	46,732
Desterro de Entre Rios	7.255	136.118	18,762
Divinópolis	240.408	6.462.981	26,883
Florestal	7.533	112.131	14,885
Igaratinga	11.005	373.627	33,951
Itaguara	13.435	274.727	20,449
Itapeçerica	21.761	483.053	22,198
Itatiaiuçu	11.252	1.548.609	137,630
Itaúna	93.847	3.101.335	33,047
Leandro Ferreira	3.226	40.148	12,445
Maravilhas	8.046	140.686	17,485
Martinho Campos	13.443	333.759	24,828
Nova Serrana	105.520	2.368.040	22,442
Oliveira	41.840	857.307	20,490
Onça de Pitangui	3.152	51.372	16,298
Papagaios	15.800	259.373	16,416
Pará de Minas	94.808	2.893.644	30,521
Passa Tempo	8.057	243.877	30,269
Pedra do Indaiá	3.974	92.050	23,163
Perdigão	11.755	198.590	16,894
Piracema	6.398	147.033	22,981
Pitangui	28.215	527.091	18,681
Pompéu	32.035	782.138	24,415
Resende Costa	11.540	180.929	15,678
Santo Antônio do Monte	28.427	574.805	20,220
São Francisco de Paula	6.520	98.701	15,138
São Gonçalo do Pará	12.597	244.270	19,391
São Sebastião do Oeste	6.863	403.884	58,849
TOTAL	997.296	26.517.077	26,589

Fonte: IBGE, 2020.

Elaboração: Engecorps

2.2 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS USOS E INTERFERÊNCIAS

2.2.1 Outorgas e Cadastros de Usos Insignificantes

Foram consultadas as seguintes fontes de informações para obtenção dos usos outorgados e cadastrados como uso insignificante, tanto para águas superficiais como para águas subterrâneas, nesta bacia:

- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH: não foi identificada nenhuma outorga emitida pela ANA, notadamente por não ter corpos hídricos de domínio da União nesta bacia;
- Base de outorgas disponibilizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM: outorgas de águas de domínio do Estado de Minas Gerais;
- Base de cadastros de usos insignificantes, disponibilizada também pelo IGAM, para usos com vazão igual ou inferior a 1,0 L/s, para águas superficiais e igual ou inferior a 10 m³/dia, para águas subterrâneas.

2.2.1.1 Águas Superficiais

A base de dados de outorgas foi analisada e sistematizada por sub-bacia, sendo apresentado o total obtido no Quadro 2.7 e na Figura 2-13. A base de dados não teve análise específica por finalidade de uso, uma vez que as informações apresentadas pelo IGAM mostram várias finalidades de uso para cada outorga, não sendo possível identificar o uso principal em relação a aspectos quantitativos. Nesse sentido, como exemplo, há outorgas que, ao mesmo tempo, apresentam como finalidade o uso para dessedentação animal, consumo humano, aquicultura e paisagismo, não sendo possível identificar qual seria a principal demanda em termos quantitativos. Trata-se de um ponto de sugestão de melhoria para a base de dados do IGAM, em que poderia ser relevante apresentar um campo extra relacionando o uso principal, como ocorre na base de dados de outorgas da ANA.

Além das outorgas de águas superficiais com captações individuais, o IGAM disponibilizou, também, a relação de outorgas coletivas, que consiste na emissão de um ato de outorga para todos os usuários de uma área onde fora emitida uma

Declaração de Área de Conflito. As outorgas coletivas da bacia do rio Pará são apresentadas também no Quadro 2.7.

Com relação às outorgas, dentre as sub-bacias consideradas, destaca-se a do rio Pará, com cerca de 60% da vazão total outorgada na bacia, sendo 41% na sub-bacia do Baixo Rio Pará, possivelmente em função de ser o rio principal e, com isso, apresentar maior disponibilidade hídrica para captação de água. Na sequência, sub-bacias dos rios São João e Lambari também apresentam montantes relevantes de demandas outorgadas, acima de 0,500m³/s.

Com relação aos cadastros de usos insignificantes, destaca-se a sub-bacia do ribeirão da Paciência, na qual o total de usos insignificantes corresponde a quase 60% do total outorgado, motivo de preocupação nesta sub-bacia.

Em termos de números de outorgas e de cadastros de usos insignificantes, observa-se uma quantidade muito maior de cadastros, que representam 81,3% do total de autorizações. Porém, em termos de vazões, os usos outorgados respondem por 82,2% da vazão total.

Quadro 2.7 – Número de outorgas e vazões outorgadas pelo IGAM, por sub-bacia bacia do rio Pará, para águas superficiais.

Macro divisão	Sub-bacia	Nº de outorgas			Nº de cadastros	Vazão máxima (m³/s)			
		Outorgas Superficiais	Outorgas Coletivas	Total	Usos Insignificantes superficiais	Outorgas Superficiais	Outorgas Coletivas	Usos Insignificantes superficiais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	39	-	39	419	0,322	-	0,144	0,466
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	21	-	21	156	0,119	-	0,036	0,155
	Rio Itapecerica	22	-	22	239	0,307	-	0,073	0,380
	Médio Rio Pará	47	-	47	600	0,671	-	0,225	0,896
Baixo Pará	Rio São João	45	-	45	281	0,574	-	0,134	0,708
	Ribeirão da Paciência	2	7	9	366	-	0,128	0,181	0,309
	Rio Lambari	58	-	58	557	0,668	-	0,187	0,855
	Rio do Peixe	6	-	6	89	0,061	-	0,051	0,112
	Rio Picão	14	9	23	88	0,180	0,189	0,064	0,433
	Baixo Rio Pará	67	-	67	123	2,271	-	0,093	2,364
	Não identificado*	-	-	-	8	-	-	0,003	0,003
	Total	321	16	337	2.926	5,173	0,317	1,190	6,680
	Porcentagem	-	-	-	-	77,4%	4,7%	17,8%	100%

*Cadastros de usos insignificantes sem coordenadas de localização
Elaboração: Engecorps, 2021

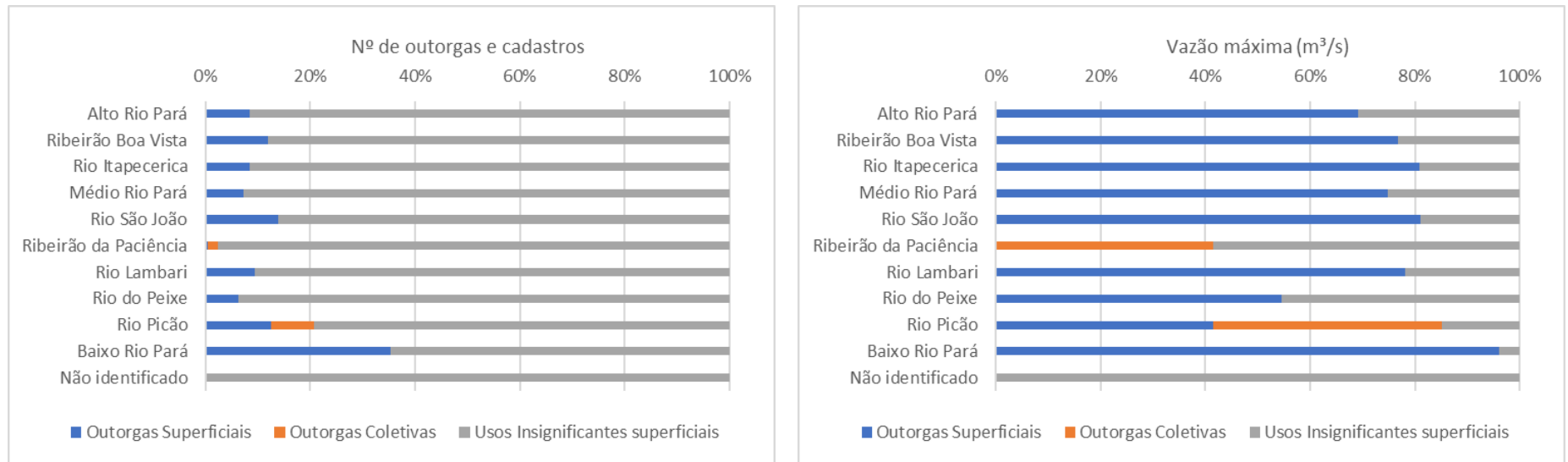


Figura 2-13 – Comparativo do percentual de outorgas estaduais superficiais, outorgas estaduais coletivas e cadastros de usos insignificantes superficiais, em termos de quantidade de autorizações e vazões.

2.2.1.2 Águas Subterrâneas

A análise de outorgas de águas subterrâneas seguiu procedimento análogo ao de águas superficiais, neste caso considerando que todas são emitidas pelo IGAM, em função da dominialidade estadual. Suas informações foram também sistematizadas por sub-bacia, sendo apresentadas no Quadro 2.8 e na Figura 2-14.

O mesmo quadro apresenta, também, o número de cadastros de usos insignificantes subterrâneos identificados nas sub-bacias da CH SF2, com suas respectivas vazões máximas.

Tratando dos usos de águas subterrâneas autorizados, destaque é dado para as sub-bacias do rio São João e do rio Lambari, que apresentam 22% e 15%, respectivamente, da vazão total autorizada (outorga + usos insignificantes) na bacia, sendo motivo de atenção quanto ao uso e comprometimento de sua disponibilidade.

Com relação aos cadastros de usos insignificantes, verifica-se que o total considerado como uso insignificante corresponde a quase 50% do total outorgado na bacia para a mesma modalidade de uso, o que se mostra preocupante, sendo relevante discutir alternativas de revisão do critério de uso insignificante.

Em termos de números de outorgas e de cadastros de usos insignificantes, observa-se uma quantidade muito maior de cadastros, que representam 84,7% do total de autorizações. Porém, em termos de vazões, os usos outorgados respondem por 51,5% da vazão total.

Quadro 2.8 – Número de outorgas e vazões outorgadas pelo IGAM, por sub-bacia bacia do rio Pará, para águas subterrâneas.

Macro divisão	Sub-bacia	Nº outorgas	Nº de cadastros de usos insignificantes	Vazão máxima (m³/s)		
				Outorga	Uso Insignificante	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	46	348	0,082	0,083	0,165
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	49	122	0,057	0,039	0,096
	Rio Itapecerica	66	507	0,137	0,217	0,354
	Médio Rio Pará	108	807	0,123	0,258	0,382
Baixo Pará	Rio São João	148	429	0,450	0,133	0,583
	Ribeirão da Paciência	98	376	0,176	0,103	0,279
	Rio Lambari	50	605	0,087	0,315	0,402
	Rio do Peixe	23	70	0,128	0,033	0,161
	Rio Picão	30	182	0,055	0,079	0,134
	Baixo Rio Pará	35	155	0,090	0,044	0,134
Não identificado*		1	7	0,002	0,001	0,004
Total		654	3.608	1,386	1,306	2,692
Porcentagem				51,5%	48,5%	100%

*Outorga e cadastro de uso insignificante sem coordenadas de localização.

Elaboração: Engecorps, 2021

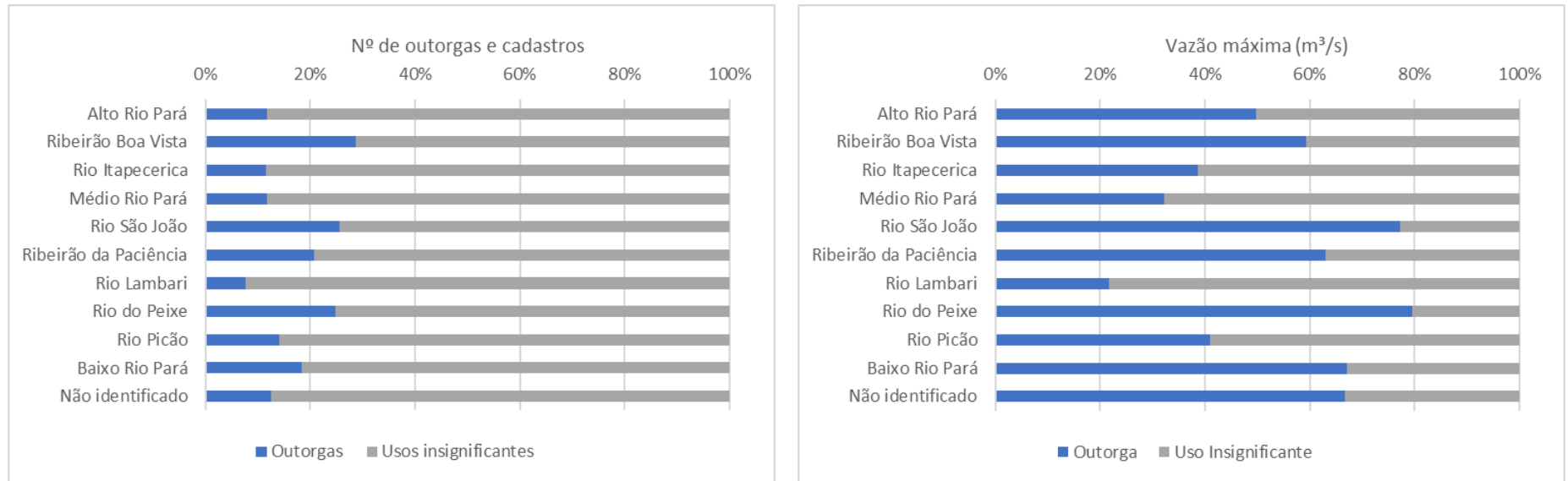


Figura 2-14 – Comparativo do percentual de outorgas estaduais subterrâneas e cadastros de usos insignificantes subterrâneos, em termos de quantidade de autorizações e vazões.

Com relação ao comparativo entre outorgas/ usos insignificantes superficiais e subterrâneas, pode-se notar que a grande parte das autorizações concedidas são de águas subterrâneas, que correspondem a quase 60% do total em número (Figura 2-15). Em termos de vazão, porém, o total autorizado de águas superficiais é quase 3 vezes maior que a vazão total de outorgas subterrâneas, correspondendo a cerca de 70% da vazão autorizada (Figura 2-16).

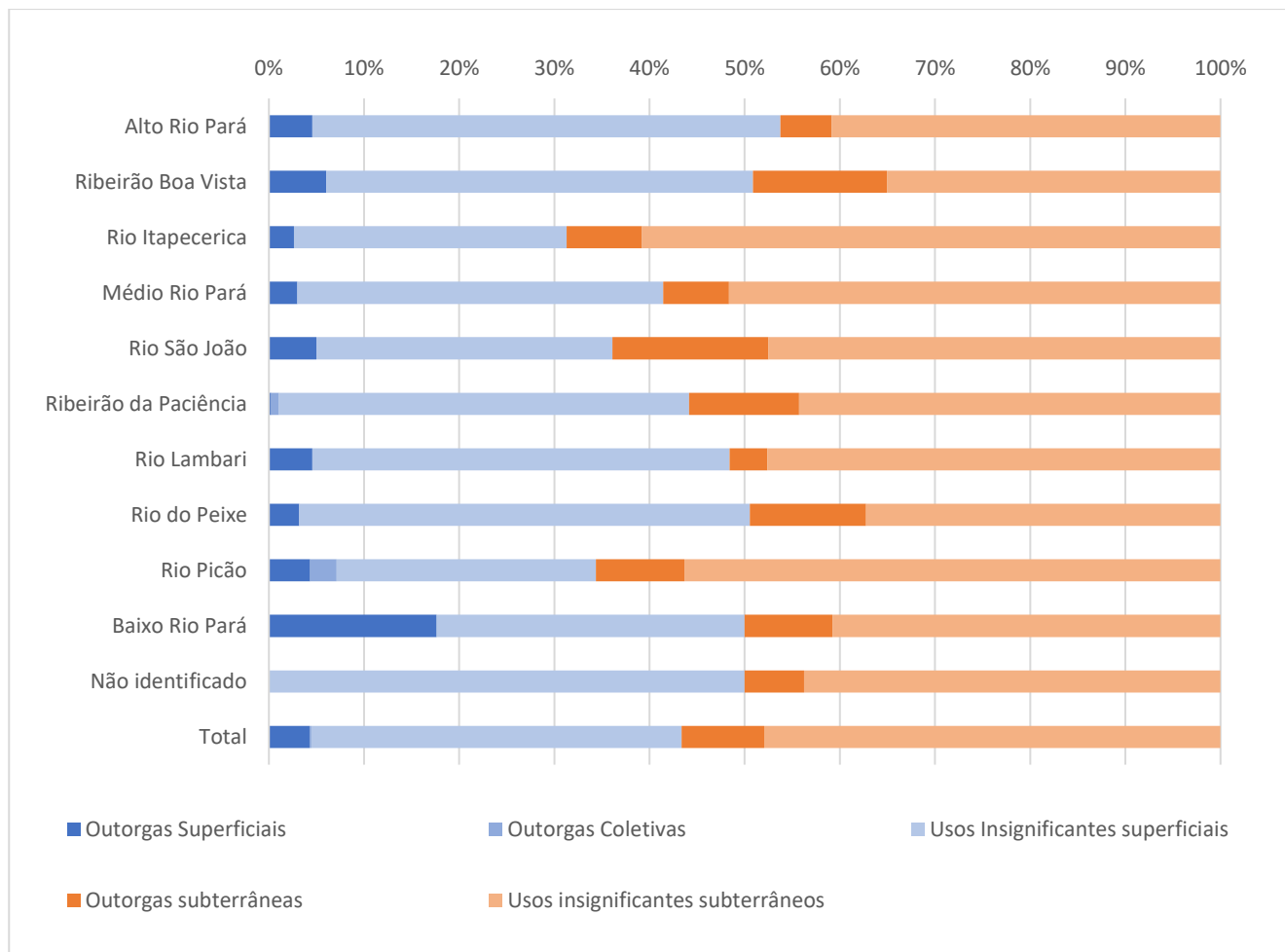


Figura 2-15 – Comparativo do percentual de outorgas e cadastros de usos insignificantes superficiais e subterrâneos, em termos de número de autorizações.

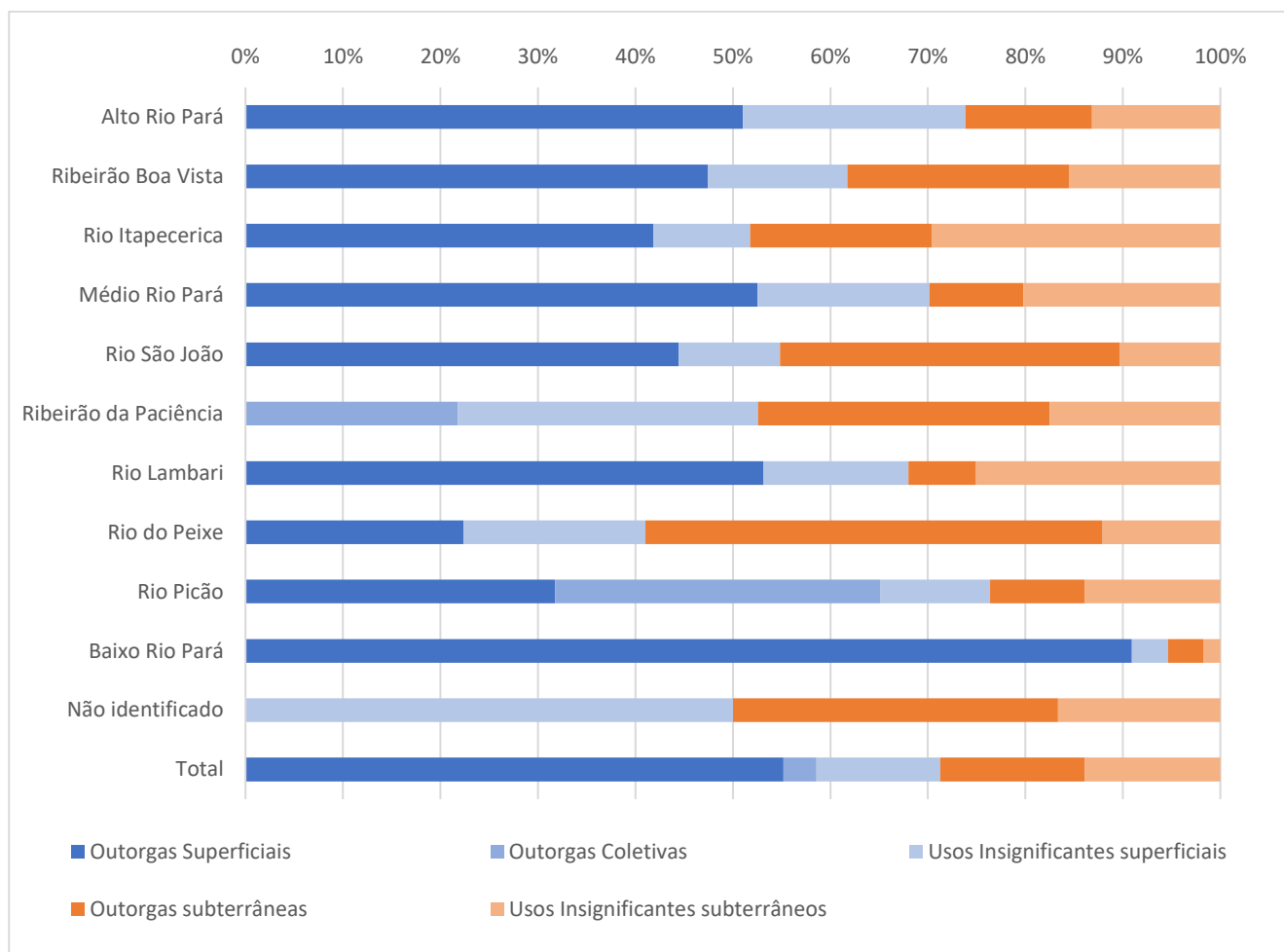


Figura 2-16 – Comparativo do percentual de outorgas e cadastros de usos insignificantes superficiais e subterrâneos, em termos de vazões.

2.2.2 Demandas de Usos Consuntivos

Para estimativa das demandas de usos consuntivos por sub-bacia, foram tomados por base os seguintes estudos e bases de dados:

- Demanda Hídrica Total e Setorial por Microbacia – 2017 (ANA);
- Evaporação Líquida de Reservatórios Artificiais – 2017 (ANA);
- Base hidrográfica por sub-bacias, 2009 (IGAM).

As vazões de retirada, consumo e retorno² adotadas da publicação da ANA de usos consuntivos foram sistematizadas por finalidade e por sub-bacia, sendo o ano de referência 2017. As demandas consideradas na base da ANA de usos consuntivos são consumo humano urbano e rural, indústria de transformação, mineração, geração termelétrica, dessedentação animal, agricultura irrigada e evaporação nas superfícies de reservatórios artificiais.

As informações são sistematizadas no Quadro 2.9 para as demandas de retiradas e no Quadro 2.10 para os retornos. Vale destacar que a base de usos consuntivos da ANA não discrimina as informações entre uso de águas superficiais ou subterrâneas, considerando sua metodologia de cálculo. A Figura 2-18 e a Figura 2-18 mostram, respectivamente, as parcelas das vazões de retirada e de retorno de cada uso para cada uma das sub-bacias.

A análise das informações apresentadas mostra uma característica de divisão dos montantes de forma próxima entre quatro finalidades distintas, sendo o consumo humano urbano responsável por 28% das retiradas, a agricultura irrigada tratando de 25% das retiradas, 19% para indústria de transformação e 17% para dessedentação animal.

Os destaques em termos de sub-bacias podem ser dados para as bacias dos rios Picão e Pará em termos de usos para agricultura irrigada e rios Lambari e Itapecerica em usos para abastecimento humano urbano. Para demanda industrial, os destaques são para as bacias dos rios Pará e Itapecerica e, no caso da dessedentação animal, nas sub-bacias dos rios Pará e Lambari.

Uma análise comparativa entre as vazões outorgadas e cadastradas com as demandas estimadas pela ANA seria de grande valia. Porém, a comparação numérica entre o Quadro 2.7 e o Quadro 2.8 do item anterior com o Quadro 2.9 a seguir não é válida, uma vez que as outorgas e os cadastros de usos insignificantes são em termos de vazões máximas, enquanto as demandas estimadas pela ANA são em termos de

² Vazão de retirada: vazão subtraída de um trecho de rio para um uso específico; Vazão de consumo: vazão de fato consumida pelo uso em questão; Vazão de retorno: vazão retornada ao mesmo trecho de rio, pelo uso em questão.

vazão média. Para tornar possível esta análise, seria necessário ter disponíveis informações de vazões médias de outorgas e cadastros, o que não consta das bases de dados de outorgas. De toda forma, verifica-se para algumas sub-bacias que o somatório de vazões outorgadas em termos de águas superficiais e subterrâneas (Quadro 2.7 e Quadro 2.8) se mostra inferior ao total de demandas consuntivas estimadas (Quadro 2.9). Esses casos podem indicar necessidade de ações mais efetivas e específicas relacionadas ao incremento das outorgas, podendo ser citadas campanhas de chamamento de usuários à regularização de seus usos, bem como ações de fiscalização mais efetivas, de forma a levar à identificação de possíveis usuários irregulares. Além disso, podem ter também usuários que estejam utilizando suas captações em valores superiores ao outorgado, o que também poderia explicar tais diferenças.

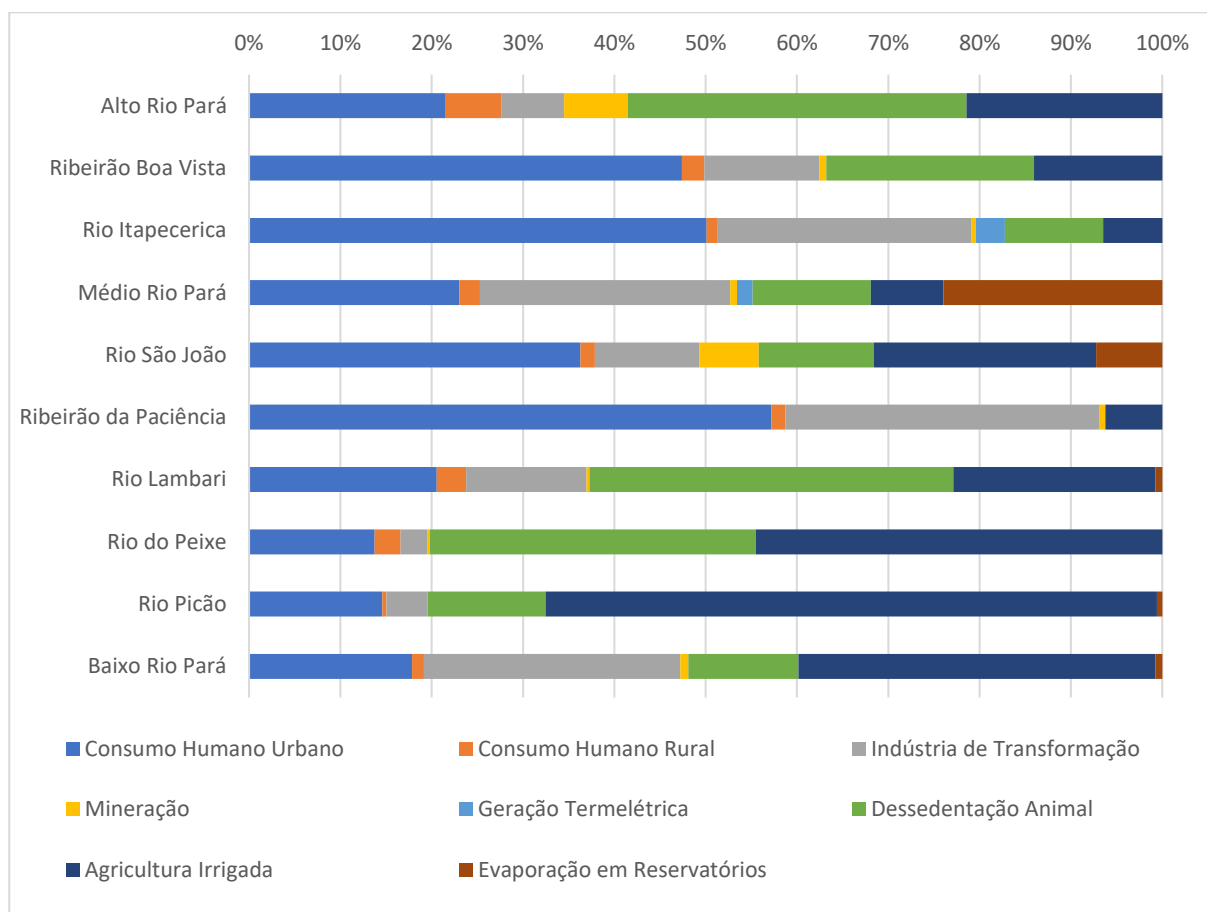


Figura 2-17 – Comparativo das vazões de retirada dos diferentes usos consuntivos, por sub-bacia.

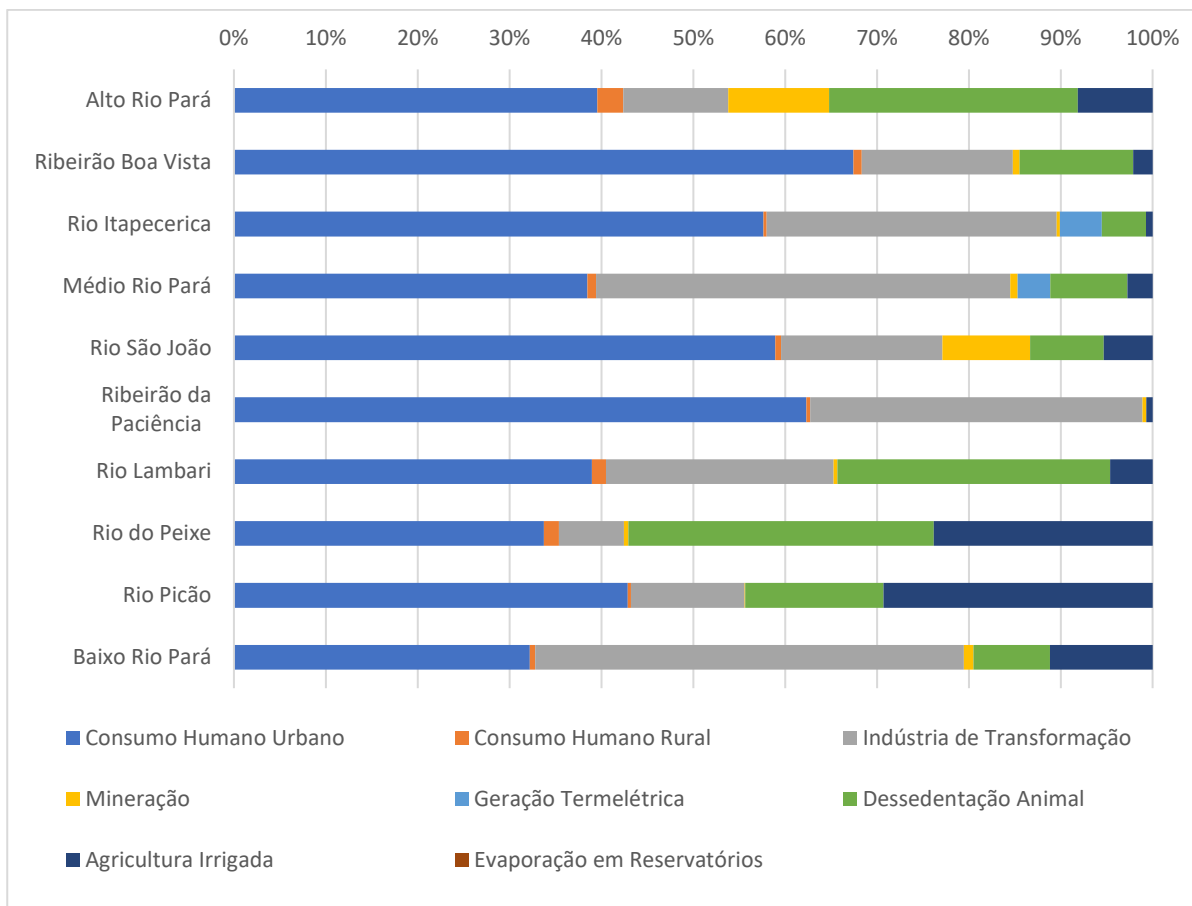


Figura 2-18 – Comparativo das vazões de retorno dos diferentes usos consuntivos, por sub-bacia.

Quadro 2.9 – Vazões de Retirada, por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2

Macro divisão	Sub bacia	Consumo Humano Urbano		Consumo Humano Rural		Indústria de Transformação		Mineração		Geração Termelétrica		Dessedentação Animal		Agricultura Irrigada		Evaporação em Reservatórios		Total	
		Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%	Vazão de retirada (m³/s)	%
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,0614	22%	0,0175	6%	0,0195	7%	0,0198	7%	0,0000	0%	0,1058	37%	0,0611	21%	0,0000	0%	0,2850	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,1396	47%	0,0073	2%	0,0370	13%	0,0023	1%	0,0000	0%	0,0670	23%	0,0414	14%	0,0000	0%	0,2945	5%
	Rio Itapecerica	0,4541	50%	0,0109	1%	0,2519	28%	0,0042	0%	0,0289	3%	0,0977	11%	0,0585	6%	0,0000	0%	0,9062	16%
	Médio Rio Pará	0,2334	23%	0,0227	2%	0,2776	27%	0,0076	1%	0,0173	2%	0,1308	13%	0,0808	8%	0,2426	24%	1,0129	17%
Baixo Pará	Rio São João	0,3341	36%	0,0147	2%	0,1052	11%	0,0602	6,5%	0,0000	0%	0,1160	13%	0,2241	24%	0,0668	7,2%	0,9212	16%
	Ribeirão da Paciência	0,1499	57%	0,0041	2%	0,0902	34%	0,0016	1%	0,0000	0%	0,0001	0%	0,0163	6%	0,0000	0%	0,2622	5%
	Rio Lambari	0,1040	21%	0,0163	3%	0,0668	13%	0,0016	0%	0,0000	0%	0,2017	40%	0,1121	22%	0,0038	1%	0,5064	9%
	Rio do Peixe	0,0179	14%	0,0037	3%	0,0038	3%	0,0004	0%	0,0000	0%	0,0465	36%	0,0580	45%	0,0000	0%	0,1303	2%
	Rio Picão	0,1097	15%	0,0033	0%	0,0335	4%	0,0002	0%	0,0000	0%	0,0972	13%	0,5030	67%	0,0044	1%	0,7512	13%
	Baixo Rio Pará	0,1310	18%	0,0095	1%	0,2061	28%	0,0066	1%	0,0000	0%	0,0884	12,0%	0,2870	39%	0,0056	1%	0,7341	13%
Total		1,7352	30%	0,1100	2%	1,0916	19%	0,1044	2%	0,0462	1%	0,9512	16%	1,4423	25%	0,3231	6%	5,8040	100%

Elaboração: Engecorps, 2021

Quadro 2.10 – Vazões de Retorno, por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2

Macro divisão	Sub bacia	Consumo Humano Urbano		Consumo Humano Rural		Indústria de Transformação		Mineração		Geração Termelétrica		Dessedentação Animal		Agricultura Irrigada		Evaporação em Reservatórios		Total	
		Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%	Vazão de Retorno (m³/s)	%
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,0491	40%	0,0035	3%	0,0142	11%	0,0136	11%	0,0000	0%	0,0336	27%	0,0101	8%	0,0000	0%	0,1242	4%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,1117	67%	0,0015	1%	0,0272	16%	0,0012	1%	0,0000	0%	0,0205	12%	0,0035	2%	0,0000	0%	0,1655	6%
	Rio Itapecerica	0,3633	58%	0,0022	0%	0,1988	32%	0,0022	0%	0,0287	5%	0,0303	5%	0,0046	1%	0,0000	0%	0,6300	22%
	Médio Rio Pará	0,1867	38%	0,0045	1%	0,2188	45%	0,0039	1%	0,0172	4%	0,0408	8%	0,0133	3%	0,0000	0%	0,4853	17%
Baixo Pará	Rio São João	0,2673	59%	0,0029	1%	0,0796	18%	0,0434	10%	0,0000	0%	0,0362	8%	0,0242	5%	0,0000	0%	0,4537	16%
	Ribeirão da Paciência	0,1199	62%	0,0008	0%	0,0696	36%	0,0008	0%	0,0000	0%	0,0000	0%	0,0013	1%	0,0000	0%	0,1924	7%
	Rio Lambari	0,0832	39%	0,0033	2%	0,0529	25%	0,0009	0%	0,0000	0%	0,0634	30%	0,0099	5%	0,0000	0%	0,2135	8%
	Rio do Peixe	0,0143	34%	0,0007	2%	0,0030	7%	0,0002	0%	0,0000	0%	0,0141	33%	0,0101	24%	0,0000	0%	0,0425	1%
	Rio Picão	0,0877	43%	0,0007	0%	0,0253	12%	0,0001	0%	0,0000	0%	0,0308	15%	0,0599	29%	0,0000	0%	0,2045	7%
	Baixo Rio Pará	0,1048	32%	0,0019	1%	0,1519	47%	0,0034	1%	0,0000	0%	0,0270	8%	0,0364	11%	0,0000	0%	0,3255	11%
Total		1,3881	49%	0,0220	1%	0,8413	30%	0,0697	2%	0,0459	2%	0,2967	10%	0,1734	6%	0,0000	0%	2,8372	100%

Elaboração: Engecorps, 2021

2.2.3 Demandas de Usos não Consuntivos

Na CH SF2 foram identificados empreendimentos hidrelétricos, sendo duas usinas hidrelétricas (UHEs) e 15 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e centrais geradoras hidrelétricas (CGHs), apresentados no Sistema de Informações de Geração da ANEEL, cuja data base dos dados é 01 de agosto de 2021, conforme Quadro 2.11 e Figura 2-19. Além disso, há 4 PCHs em fase de estudos, também disponibilizadas no SIGA da ANEEL. Vale destacar que a PCH São José, em estudo, corresponde a um empreendimento com status de “eixo disponível”, segundo a Aneel, localizado no mesmo ponto da já existente CGH São José, podendo se inferir que se trata da possibilidade de uma ampliação da central existente.

Quadro 2.11 – Aproveitamentos hidrelétricos na CH SF2

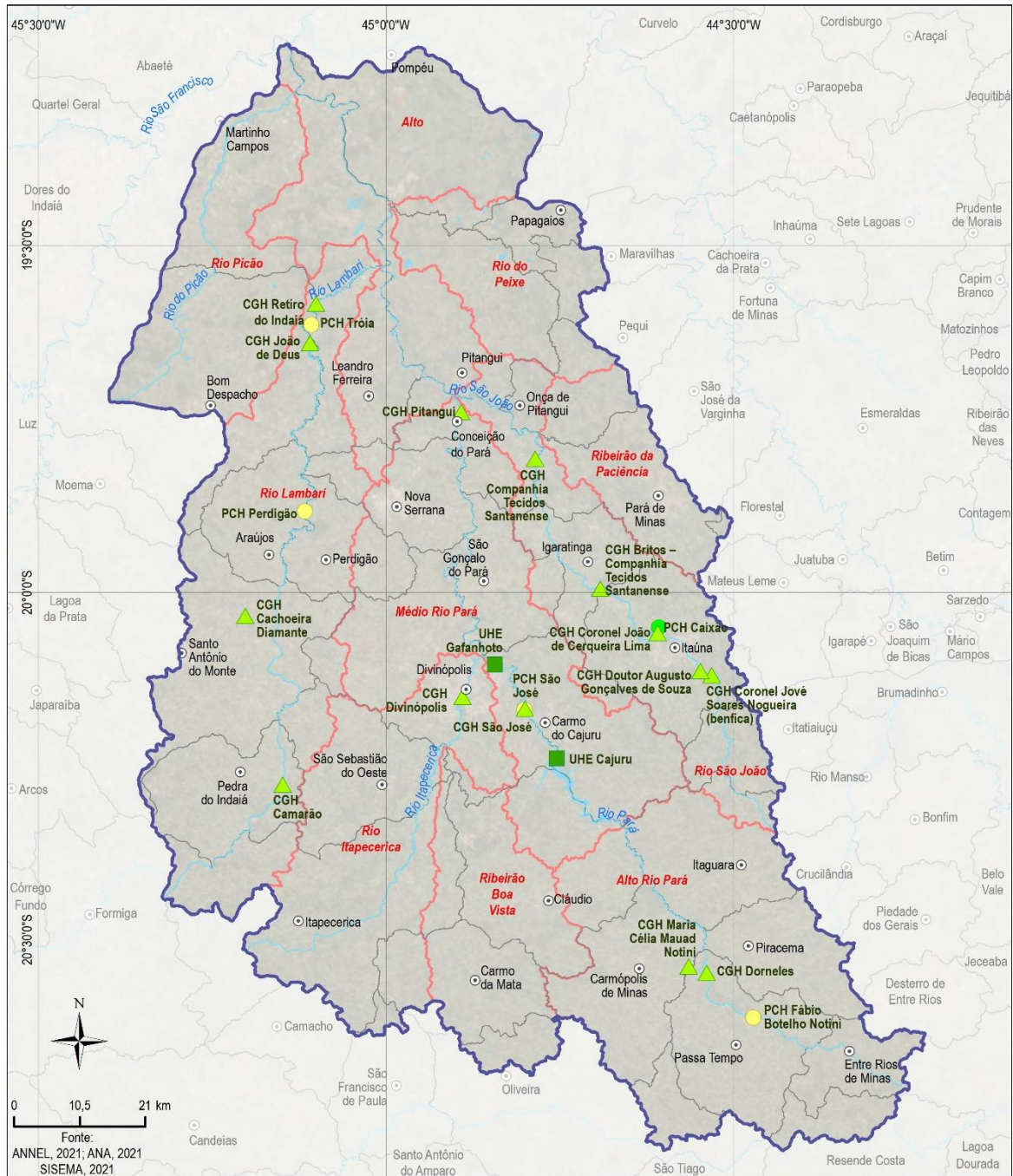
	Empreendimento	Curso d'água	Sub-bacia	Município (s)	Potência outorgada (MW)
Empreendimento em operação	UHE Cajuru	Rio Pará	Médio Rio Pará	Carmo do Cajuru	7,200
	UHE Gafanhoto	Rio Pará	Médio Rio Pará	Divinópolis	14,000
	PCH Caixão	Rio São João	Rio São João	Itaúna	1,172
	CGH Britos – Companhia Tecidos Santanense	Rio São João	Rio São João	Igaratinga, Itaúna	0,626
	CGH Cachoeira Diamante	Ribeirão Diamante	Rio Lambari	Santo Antônio do Monte	0,500
	CGH Camarão	Rio Lambari	Rio Lambari	Pedra do Indaiá	0,910
	CGH Companhia Tecidos Santanense	Rio São João	Rio São João	Pará de Minas	1,472
	CGH Coronel João de Cerqueira Lima	Rio São João	Rio São João	Itaúna	1,500
	CGH Coronel Jové Soares Nogueira (benfica)	Rio São João	Rio São João	Itaúna	0,850
	CGH Divinópolis	Rio Itapecerica	Rio Itapecerica	Divinópolis	0,999
	CGH Dorneles	Rio Pará	Alto Rio Pará	Passa Tempo	4,770
	CGH Doutor Augusto Gonçalves de Souza	Rio São João	Rio São João	Itaúna	2,500
	CGH João de Deus	Rio Lambari	Rio Lambari	Bom Despacho	1,570
	CGH Maria Célia Mauad Notini	Ribeirão do Curral Recreio	Alto Rio Pará	Carmópolis de Minas, Passa Tempo	1,575
	CGH Pitangui	Rio Pará	Médio Rio Pará	Conceição do Pará	1,456
CGH Retiro do Indaiá	Rio Lambari	Rio Lambari	Bom Despacho, Leandro Ferreira	0,990	
CGH São José	Rio Pará	Médio Rio Pará	Divinópolis	0,588	
Empreendimento em estudo	PCH Fábio Botelho Notini	Rio Pará	Alto Rio Pará	Passa Tempo	9,200
	PCH São José	Rio Pará	Médio Rio Pará	Divinópolis	7,200

Empreendimento	Curso d'água	Sub-bacia	Município (s)	Potência outorgada (MW)
PCH Perdigão	Rio Lambari	Rio Lambari	Perdigão, Araújos	12,000
PCH Tróia	Rio Lambari	Rio Lambari	Bom Despacho, Leandro Ferreira	6,300

Fonte: SIGA ANEEL (2021)

O PDRH da SF2 ainda apresenta como outro uso não consuntivo a navegação, embora bastante restrita, uma vez que os rios componentes da bacia possuem baixa navegabilidade. Apenas o rio principal possui alguma navegabilidade, para barcos de pequeno porte, na região do Baixo Pará.

Vale destacar, ainda, os usos para recreação e lazer que são realizados, principalmente, nos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos, devendo ser também considerados na bacia.



LEGENDA

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| ○ Sede municipal | Aproveitamento energético |
| □ Limite municipal | ▲ CGH em operação |
| ~ Curso d'água | ▲ PCH em estudo |
| ☁ Massa d'água | ● PCH em operação |
| ⬭ CH SF2 - Rio Pará | ■ UHE em operação |
| ⬭ Sub-bacia | |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-19 – Aproveitamentos hidrelétricos na CH SF2.

2.2.4 Análise e Identificação dos Usos Preponderantes mais Restritivos

Para esta análise, foram utilizadas informações das outorgas de águas superficiais e subterrâneas, segundo sua distribuição espacial e suas diferentes finalidades de uso. Nesse sentido, a metodologia proposta foi a que segue:

- Para outorgas que apresentam mais de uma finalidade, foi adotada a finalidade mais restritiva segundo a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005 e a DN – Deliberação Normativa Conjunta entre o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e do CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 01/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, dentre outros aspectos³;
- As finalidades “Consumo Agroindustrial”, “Consumo Industrial” e “Extração mineral” foram classificadas como “Indústria e Mineração”;
- As finalidades “Lavagem de Veículos”, “Paisagismo”, “Aspersão de vias”, “Contenção de sedimentos”, “Controle de cheias”, “Regularização de vazão”, “Transposição de corpo d’água”, “Desassoreamento ou limpeza”, “Disposição de rejeitos”, “Geração de energia”, “Recreação”, “Pesquisa mineral”, “Recirculação de água”, “Urbanização”, “Clarificação de água”, “Lançamento de efluentes”, “Disposição de rejeitos” e as outorgas sem finalidade identificada foram classificadas como “Outros/ Não identificado”.

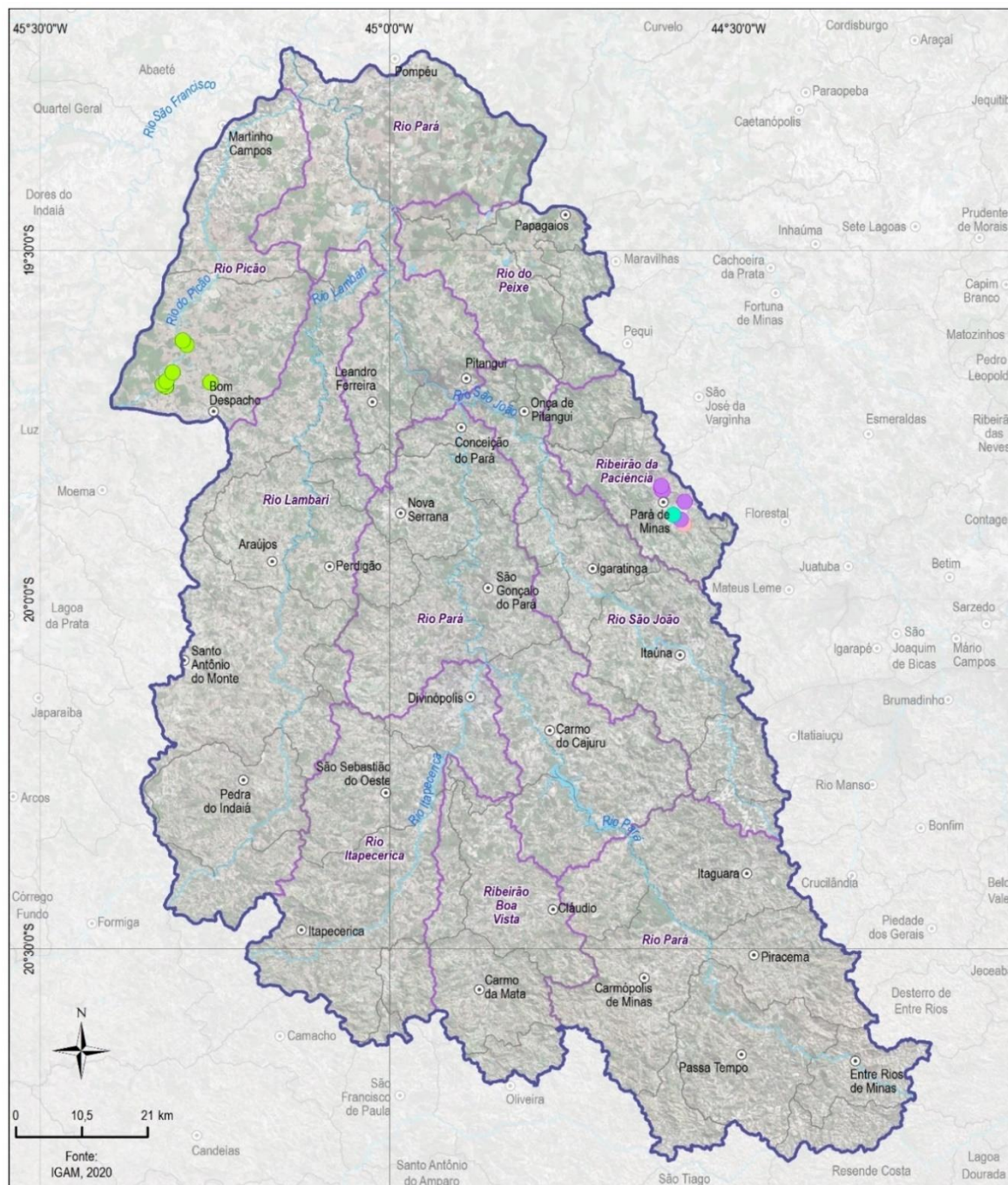
Essa metodologia foi adotada em função das águas dos corpos hídricos deverem ser adequadas para atender às demandas mais restritivas em termos de qualidade, de acordo com os atos legais supracitados. Assim, nesse caso, mesmo que os usos outorgados apresentem mais de uma finalidade, foi adotada a mais restritiva em

³ Conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, os usos da água estão na seguinte ordem, do mais restritivo ao menos restritivo: 1 - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; 2 - Proteção das comunidades aquáticas; 3 - Recreação de contato primário; 4 - Aquicultura; 5 - Abastecimento para consumo humano; 6 - Recreação de contato secundário; 7 - Pesca; 8 - Irrigação; 9 - Dessedentação de animais; 10 - Navegação; 11 - Harmonia paisagística.

termos de qualidade e que deverá ser atendida de acordo com a classe a ser estabelecida, como será verificado nos capítulos seguintes deste documento.

Foram consideradas, ao todo, sete finalidades diferentes de usos consuntivos: Abastecimento Público, Consumo Humano, Aquicultura, Irrigação, Dessedentação Animal, Indústria e Mineração e Outros/Não Identificado. Foi acrescentado, ainda, o uso da água para finalidades de recreação e lazer, principalmente nos reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos, tratando da necessidade de atendimento aos respectivos padrões de qualidade.

Da Figura 2-20 até a Figura 2-22 é apresentada a localização das captações outorgadas, segundo tipo de outorga (estadual superficial, estadual superficial coletiva e estadual subterrânea) e por finalidade de uso, para cada uma das sub-bacias da CH SF2. A Figura 2-23 e a Figura 2-24 apresentam a distribuição das captações de usos insignificantes, superficiais e subterrâneos, respectivamente.



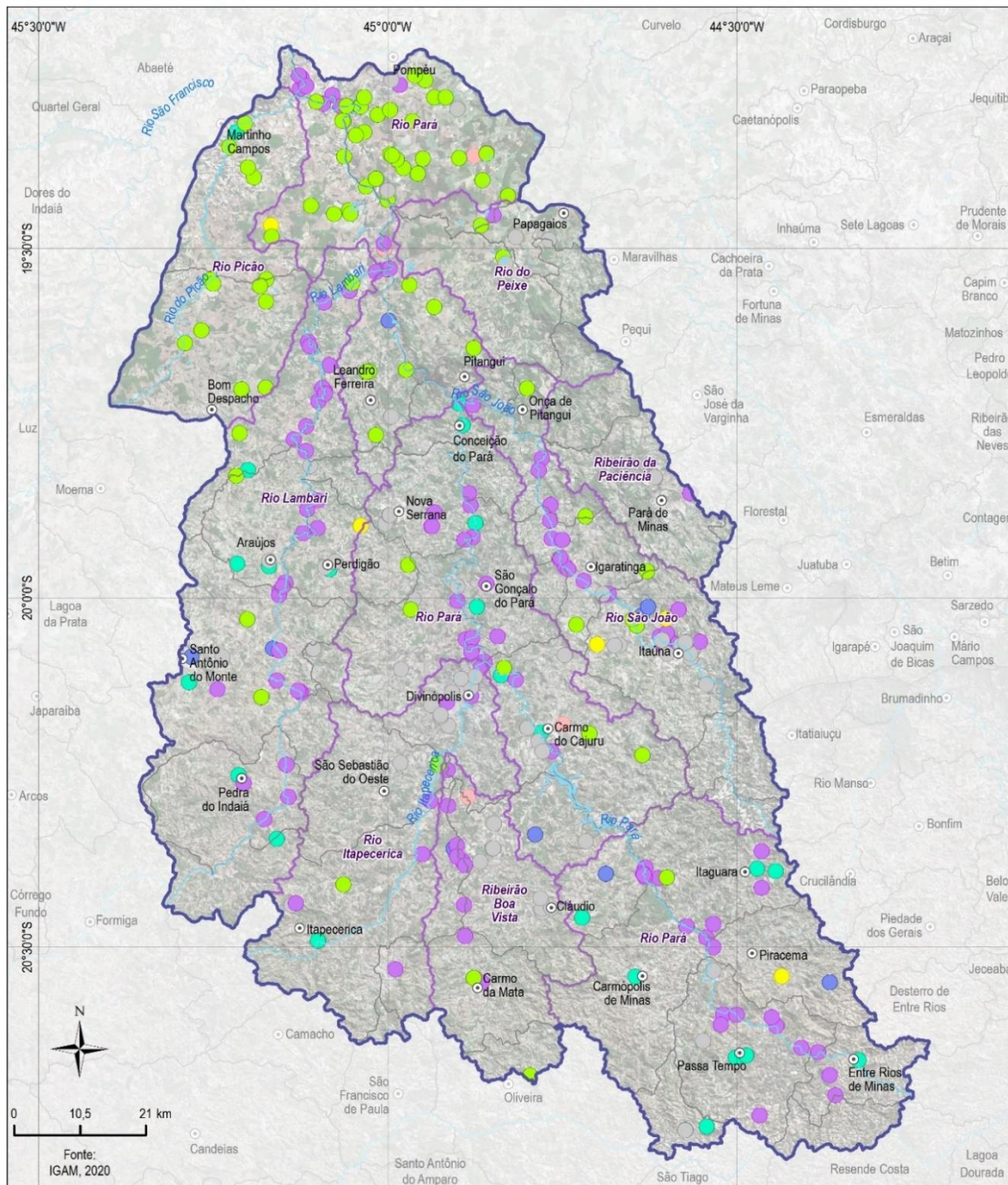
LEGENDA

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal ▭ Limite municipal — Curso d'água — Massa d'água ▭ CH SF2 - Rio Pará ▭ Sub-bacia | <p>Outorgas coletivas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Abastecimento Público ● Consumo humano ● Indústria e Mineração ● Irrigação |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-20 – Espacialização das outorgas de águas estaduais superficiais coletivas na CH SF2.



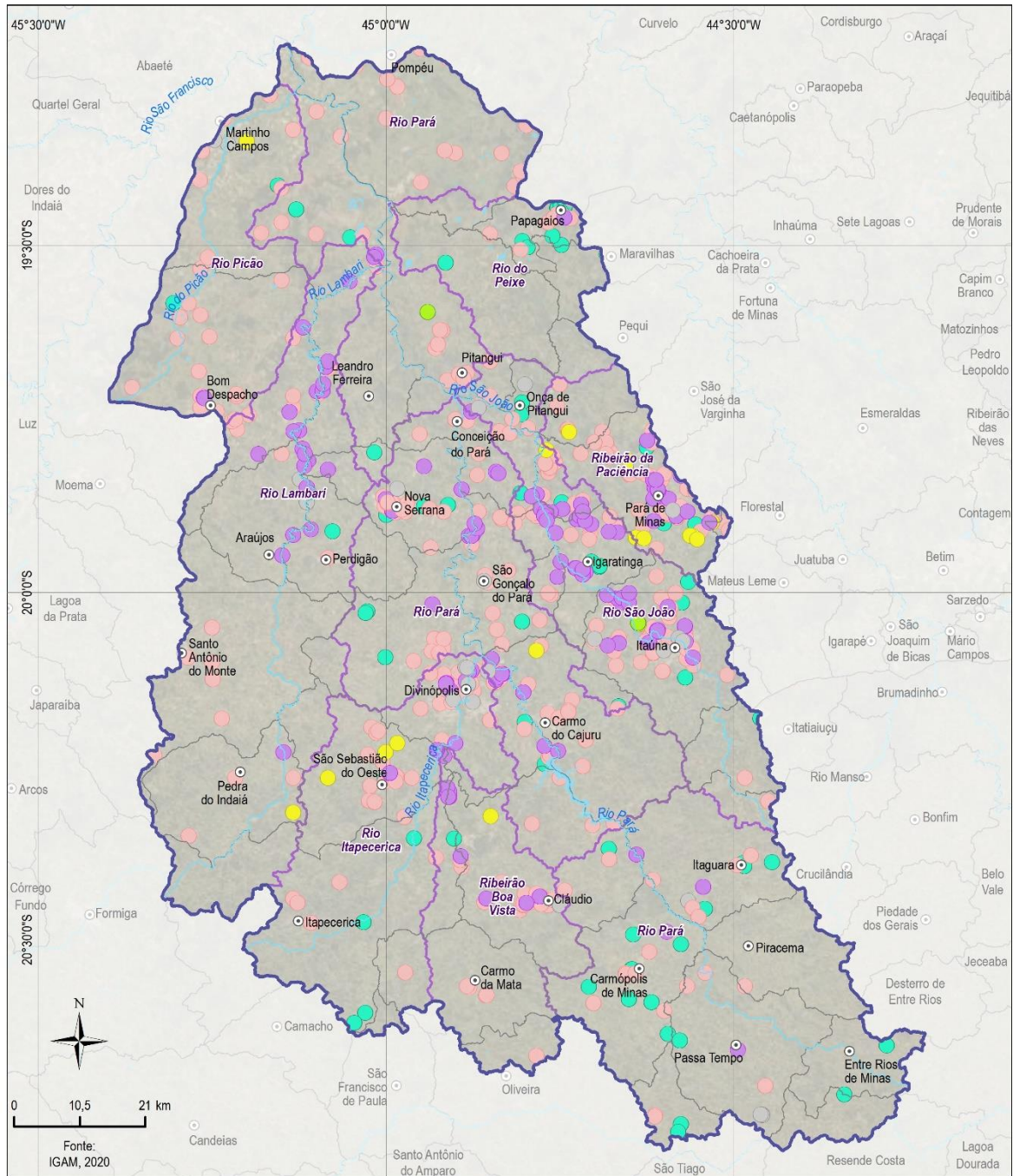
LEGENDA

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| ○ Sede municipal | Outorgas superficiais |
| □ Limite municipal | ● Abastecimento público |
| — Curso d'água | ● Aquicultura |
| — Massa d'água | ● Consumo humano |
| — CH SF2 - Rio Pará | ● Dessedentação de animais |
| — Sub-bacia | ● Indústria e Mineração |
| | ● Irrigação |
| | ● Não identificado/Outros |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-21 – Espacialização das outorgas de águas estaduais superficiais na CH SF2.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- Curso d'água
- Massa d'água
- CH SF2 - Rio Pará
- Sub-bacia

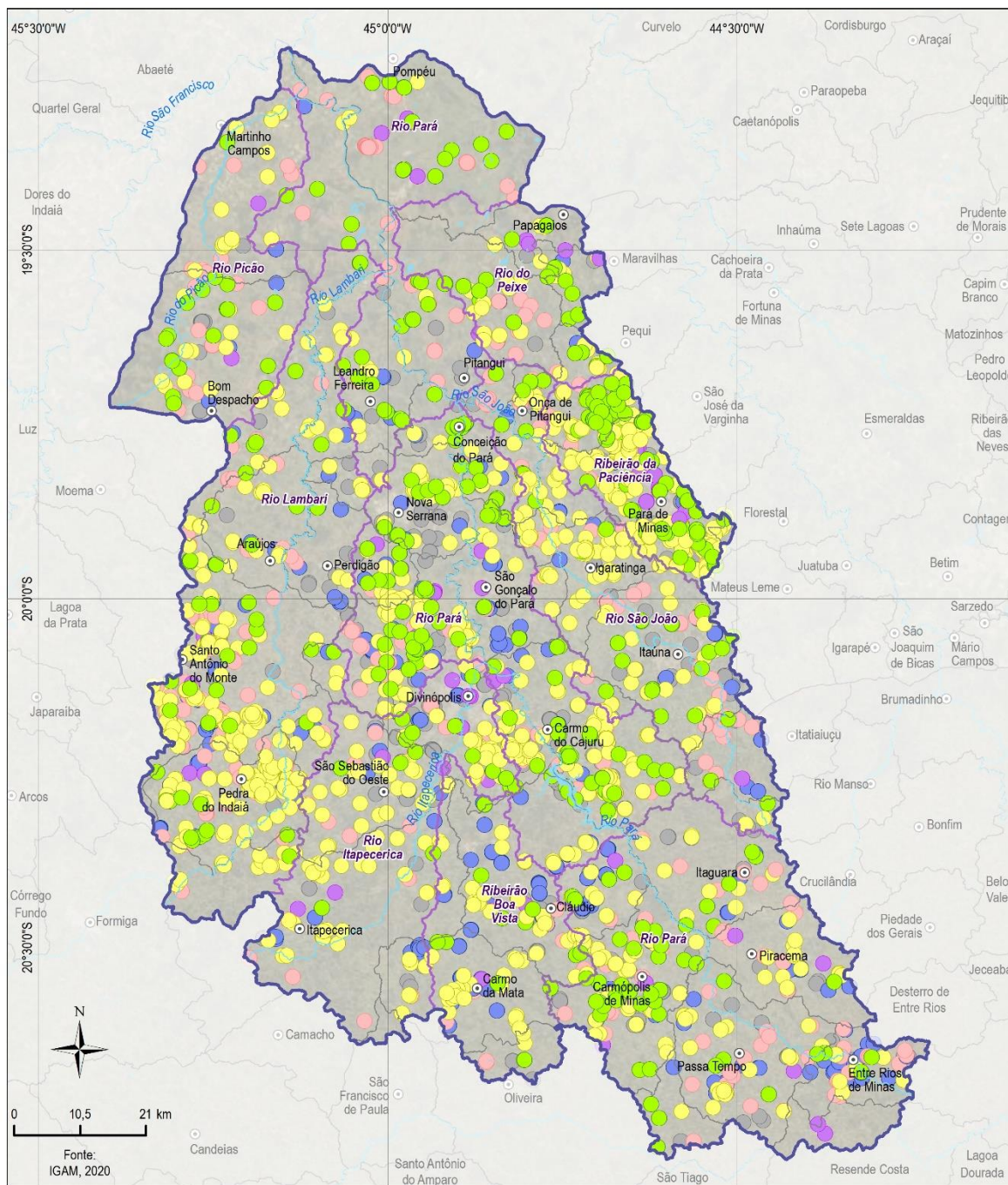
Outorgas subterrâneas

- Abastecimento público
- Consumo humano
- Dessedentação animal
- Indústria e Mineração
- Indústria e mineração
- Irrigação
- Outros / Não Identificado

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-22 – Espacialização das outorgas de águas estaduais subterrâneas na CH SF2.



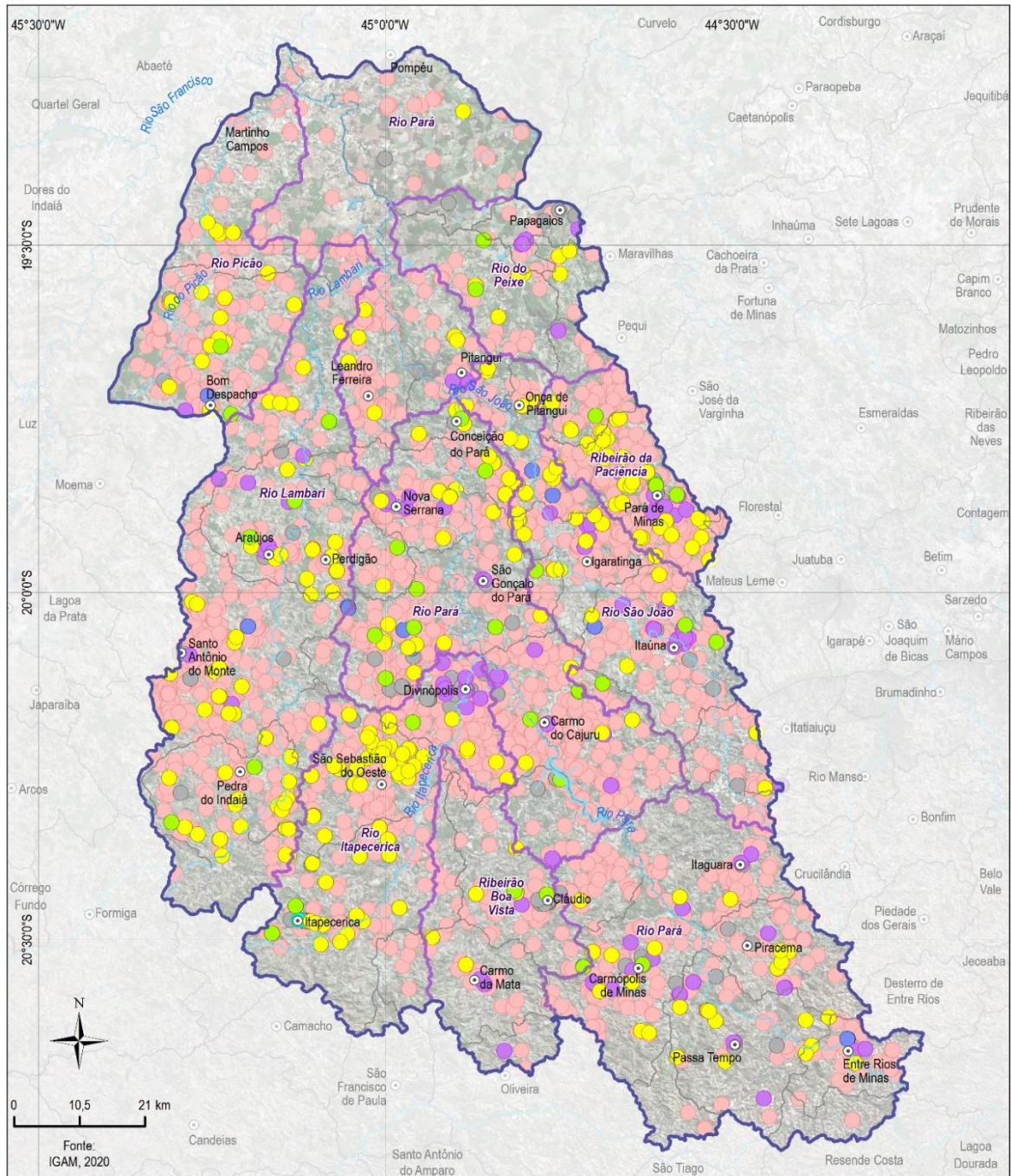
LEGENDA

- | | |
|---------------------|-----------------------------------------|
| ○ Sede municipal | Uso insignificante - superficial |
| ▭ Limite municipal | ● Aquicultura |
| — Curso d'água | ● Consumo humano |
| — Massa d'água | ● Dessedentação animal |
| — CH SF2 - Rio Pará | ● Indústria e Mineração |
| — Sub-bacia | ● Irrigação |
| | ● Não identificado/Outros |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-23 – Espacialização de usos insignificantes de águas superficiais na CH SF2.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- Curso d'água
- Massa d'água
- CH SF2 - Rio Para
- Sub-bacia

Uso insignificante - subterrâneo

- Abastecimento Público
- Aquicultura
- Consumo humano
- Dessedentação animal
- Indústria e Mineração
- Irrigação
- Não identificado/Outros

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-24 – Espacialização de usos insignificantes de águas subterrâneas na CH SF2.

A mesma análise dos usos preponderantes foi feita com as demandas de usos consuntivos da ANA. Para tanto, para identificação dos usos preponderantes em cada uma das sub-bacias da CH SF2, segundo as demandas de usos consuntivos da ANA, foi proposta a seguinte metodologia.

Inicialmente, foi realizada a soma das finalidades cujas retiradas correspondem a 90% do total da sub-bacia. A partir daí, foi estabelecida a principal finalidade na sub-bacia. Nos casos em que a principal finalidade e a segunda tiverem diferença inferior a 10%, foram consideradas as duas. Caso o mesmo ocorra para a terceira finalidade com maior vazão, esta também foi considerada.

Para tanto, foram calculadas, para cada sub-bacia, a partir das vazões de retirada, a porcentagem de cada finalidade em relação à vazão total de retirada, as quais são apresentadas no Quadro 2.12.

A Figura 2-25 e a Figura 2-26 mostram os usos preponderantes para cada uma das sub-bacias, segundo os critérios adotados.

Quadro 2.12 – Porcentagem de Retirada, por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2

Macro divisão	Sub bacia	Porcentagem de Retirada (%)								
		Consumo Humano Urbano	Consumo Humano Rural	Indústria de Transformação	Mineração	Geração Termelétrica	Dessecação Animal	Agricultura Irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	22%	6%	7%	7%	0%	37%	21%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	47%	2%	13%	1%	0%	23%	14%	0%	5%
	Rio Itapecerica	50%	1%	28%	0%	3%	11%	6%	0%	16%
	Médio Rio Pará	23%	2%	27%	1%	2%	13%	8%	24%	17%
Baixo Pará	Rio São João	36%	2%	11%	6,5%	0%	13%	24%	7,2%	16%
	Ribeirão da Paciência	57%	2%	34%	1%	0%	0%	6%	0%	5%
	Rio Lambari	21%	3%	13%	0%	0%	40%	22%	1%	9%
	Rio do Peixe	14%	3%	3%	0%	0%	36%	45%	0%	2%
	Rio Picão	15%	0%	4%	0%	0%	13%	67%	1%	13%
	Baixo Rio Pará	18%	1%	28%	1%	0%	12,0%	39%	1%	13%
Total		30%	2%	19%	2%	1%	16%	25%	6%	100%

Elaboração: Engecorps, 2021



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ~ Curso d'água
- Massa d'água
- ⬭ CH SF2 - Rio Pará

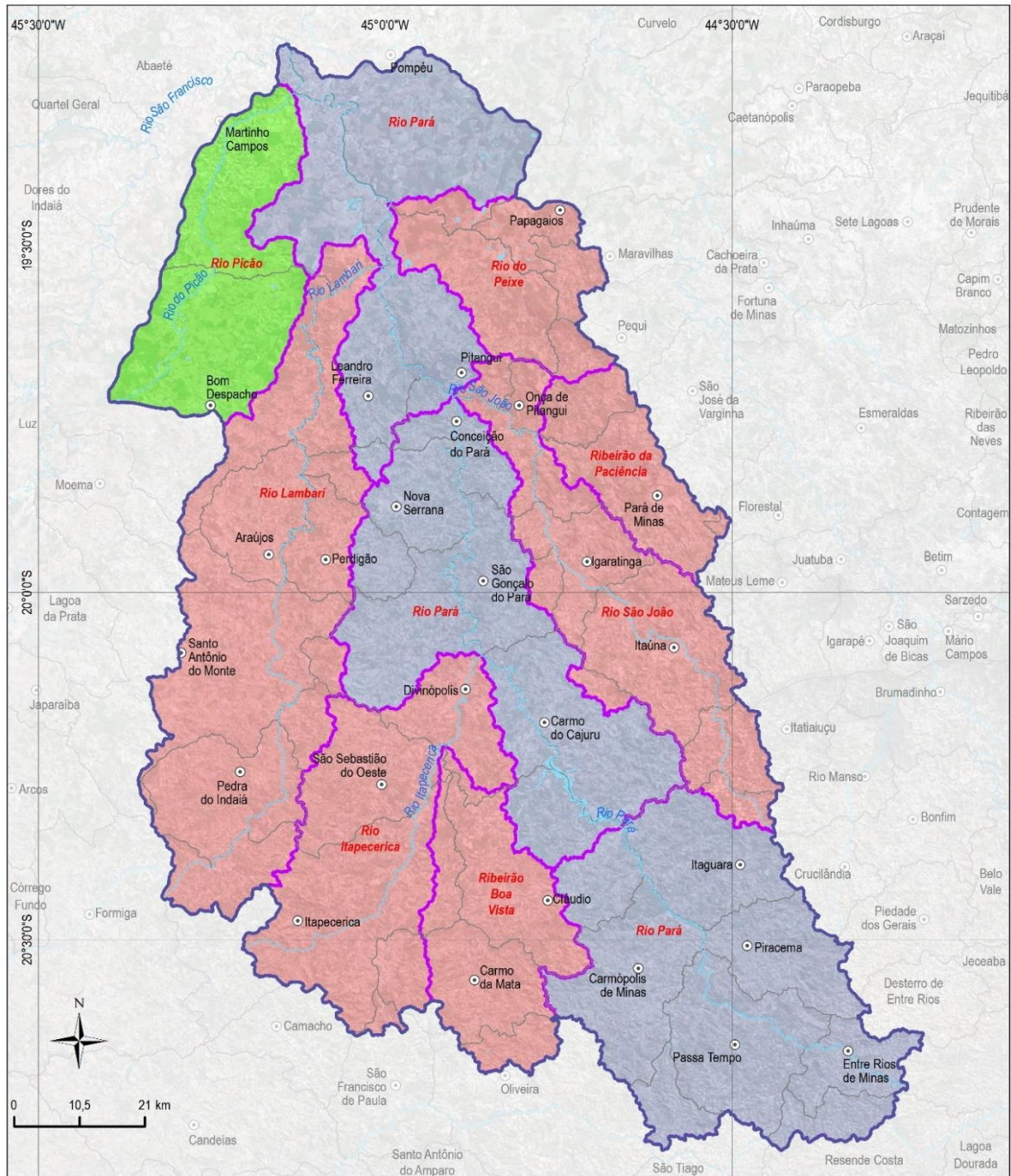
- Sub-bacia
- Usos preponderantes (soma acima de 90%)**
- Agricultura Irrigada, Consumo Humano Urbano, Dessedentação Animal
- Agricultura Irrigada, Consumo Humano Urbano, Dessedentação Animal, Indústria de Transformação

- Agricultura Irrigada, Consumo Humano Urbano, Dessedentação Animal, Evaporação em Reservatórios, Indústria de Transformação
- Agricultura Irrigada, Consumo Humano Urbano, Dessedentação Animal, Indústria de Transformação
- Consumo Humano Urbano, Indústria de Transformação

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-25 – Usos preponderantes na CH SF2, considerando o critério em que a soma corresponde a 90% do total de vazão de retirada de usos consuntivos.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ~ Curso d'água
- Massa d'água
- ⬭ CH SF2 - Rio Parí
- ⬭ Sub-bacia

Principal uso

- Agricultura Irrigada
- Agricultura Irrigada, Consumo Humano Urbano, Dessedentação
- Animal, Evaporação em Reservatórios e Indústria de Transformação
- Consumo Humano Urbano

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-26 – Principais usos por sub-bacia, considerando a metodologia de análise para todas as finalidades mais restritivas adotadas.

2.3 IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS DAS FONTES DE POLUIÇÃO PONTUAIS E DIFUSAS ATUAIS

A estimativa das cargas poluidoras lançadas na bacia considerou as cargas pontuais e difusas. As primeiras, oriundas de efluentes industriais e domésticos, sejam rurais ou urbanas, e as segundas, de atividades agrícolas e minerárias e de áreas vegetadas.

2.3.1 Cargas Pontuais

O cálculo estimativo das cargas poluidoras pontuais lançadas na bacia levou em consideração os lançamentos de Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs, lançamentos de esgoto bruto (não tratado) e as cargas lançadas por empreendimentos com Declaração de Carga Poluidora (FEAM, 2019).

Foram buscadas informações sobre pontos de ocorrência contínua e frequente de lançamentos de cargas de acidentes em rodovias, ferrovias, dutos e aeroportos ou locais com registro contínuo de acidentes com produtos perigosos e que tivessem informações que pudessem ser utilizadas no contexto da estimativa de cargas poluidoras contínuas. No entanto, não foram identificadas outras cargas contínuas ou com grande frequência de ocorrência que pudessem ser agregadas a tal análise. Vale destacar que tais cargas usualmente são consideradas no contexto de análises de risco, não sendo, portanto, cargas contínuas e que seriam sempre identificadas nos corpos hídricos.

Os parâmetros de produção de carga poluidora (efluentes domésticos) adotados são expostos no Quadro 2.13.

Quadro 2.13 – Parâmetros adotados para produção de carga poluidora.

População	DBO (g/hab.dia)	Nitrogênio Total (g/hab.dia)	Fósforo Total (g/hab.dia)	Coliformes Termotolerantes (organismo/hab.dia)
População urbana	54	8	2,5	1,6E+10

Fonte: Von Sperling (2007)

As cargas remanescentes das ETEs são estimadas, caso a caso, dependendo das eficiências de remoção de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio de cada uma

delas. Vale destacar que não foram consideradas remoções de nitrogênio, fósforo e coliformes nas ETEs, de modo que toda a carga de nutrientes e de microrganismos produzida é lançada aos corpos de água.

Para a população rural, considerou-se um abatimento de DBO, N e P de 30% (coeficiente de redução de 0,7), promovida por sistemas individuais de tratamento dos esgotos, tendo em vista que, normalmente, a população faz uso de fossas sépticas sem tratamento complementar. Caso fossem implantados conjuntos de tanque séptico e filtro aeróbio, a faixa de remoção de DBO seria de 50% a 80% e de nitrato e de fosfato de 30% a 70% (ABNT, 1997).

O Quadro 2.14 apresenta os municípios da CH SF2 com as respectivas populações e índices de coleta e tratamento de esgoto em ETEs, de acordo com o Atlas 2020 e o Atlas Esgoto 2019, da ANA, além de dados atualizados (2022) pelas contribuições das consultas públicas e pelos dados enviados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), que subsidiaram o cálculo de cargas pontuais domésticas.

Quadro 2.14 – Índices de coleta e tratamento nos municípios da CH SF2.

Município	População urbana 2020	Coleta com tratamento (%)	Possui ETE?	Percentual médio de remoção de DBO da ETE
Araújos	8.513	66,6%	Sim	77%
Bom Despacho	49.019	88,9%	Sim	89%*
Carmo da Mata	9.616	0,0%	Sim	0%
Carmo do Cajuru	20.564	0,0%	Não	0%
Carmópolis de Minas	14.924	70,0%	Sim	75%
Cláudio	25.272	90,5%	Sim	82%*
Conceição do Pará	2.442	0,0%	Não	0%
Desterro de Entre Rios	4.415	0,0%	Não	0%
Divinópolis	236.897	2,2%	Sim	67%*
Florestal	6.420	0,0%	Sim	80%
Igaratinga	9.861	0,0%	Não	0%
Itaguara	11.174	94,6%	Sim	73%
Itapeçerica	17.168	69,5%	Sim	95%
Itatiaiuçu	7.549	0,0%	Não	0%
Itaúna	89.988	0,0%	Sim	0%
Leandro Ferreira	2.459	0,0%	Não	0%
Maravilhas	5.753	0,0%	Não	0%
Martinho Campos	12.464	0,0%	Sim	0%

Município	População urbana 2020	Coleta com tratamento (%)	Possui ETE?	Percentual médio de remoção de DBO da ETE
Nova Serrana	100.922	69,5%	Sim	67%
Oliveira	37.606	3,0%	Sim	0%
Onça de Pitangui	1.889	0,0%	Não	0%
Papagaios	13.708	100,0%	Sim	73%
Pará de Minas	91.944	97,9%	Sim	49%
Passa Tempo	6.821	0,0%	Não	0%
Pedra do Indaiá	2.401	0,0%	Não	0%
Perdigão	10.848	0,0%	Não	0%
Piracema	3.528	0,0%	Não	0%
Pitangui	26.342	0,0%	Não	0%
Pompéu	29.319	0,0%	Não	0%
Resende Costa	9.896	30,8%	Sim	85%
Santo Antônio do Monte	25.583	92,4%	Sim	74%
São Francisco de Paula	5.237	0,0%	Não	0%
São Gonçalo do Pará	9.655	0,0%	Não	0%
São Sebastião do Oeste	4.119	0,0%	Não	0%

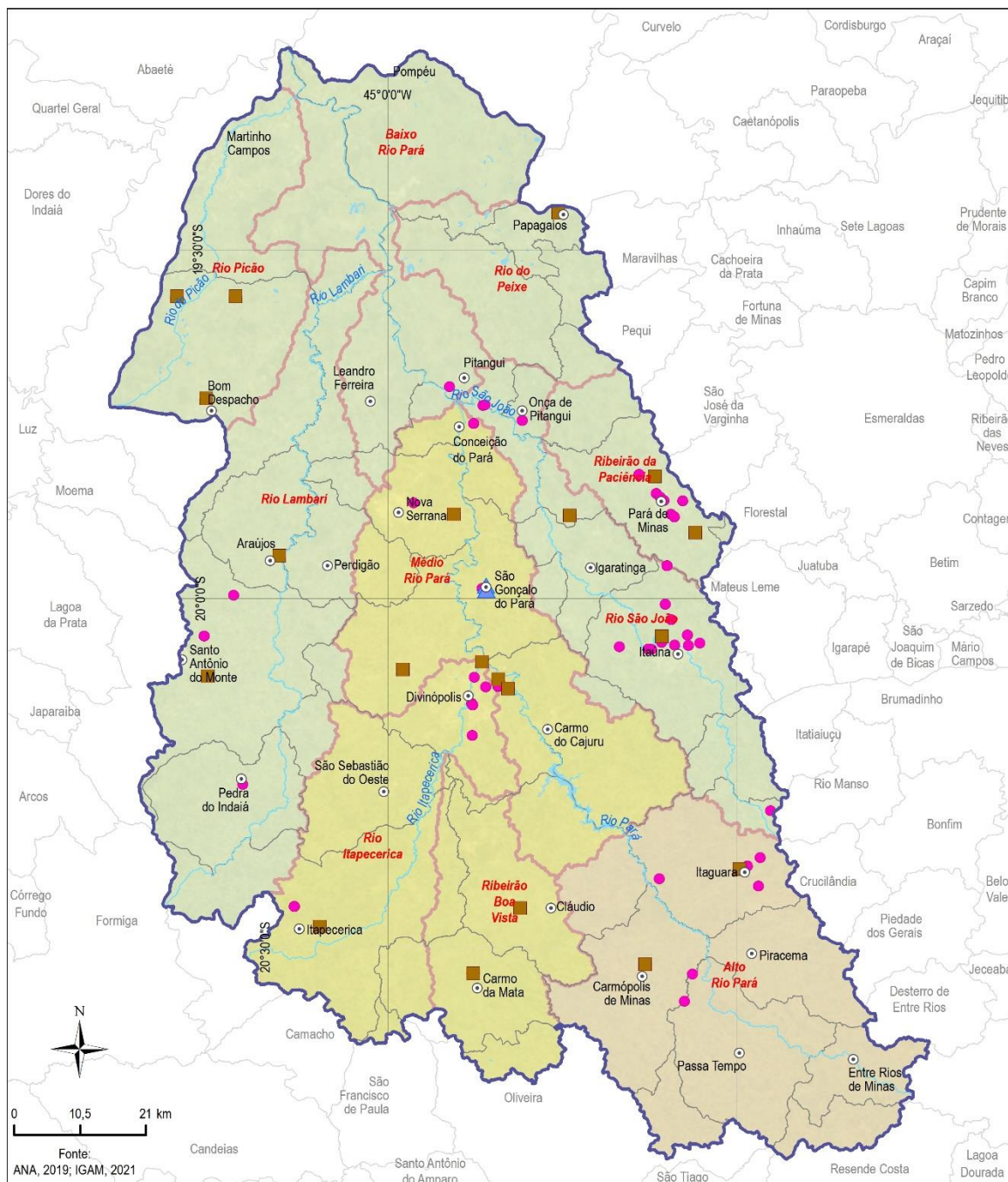
***Para municípios com mais de uma ETE, foi calculada a média ponderada das remoções de DBO, considerando a vazão de cada uma das ETEs.**

Elaboração: Engecorps, 2022.

Fonte: Atlas 2020, Atlas Esgoto 2019 e COPASA 2022.

Com relação às cargas poluidoras industriais, foram considerados os empreendimentos registrados pelo IGAM/FEAM. Em consulta ao IGAM, foi disponibilizada a planilha de Declaração de Carga Poluidora (DCP) do ano base 2019, onde constam os empreendimentos com as respectivas localizações, os pontos de lançamentos dos efluentes e, para a maior parte deles, a carga de DBO anual lançada após tratamento. Vale destacar que, para efeito de cálculo de cargas pontuais, foram considerados apenas os empreendimentos cujos efluentes são lançados em corpos d'água, desconsiderando-se aqueles cujos lançamentos são feitos em redes de coleta ou no solo. Atenta-se também para a existência de empreendimentos registrados na base de Declarações de Cargas Poluidoras em que não consta a informação do local de lançamento dos efluentes (se em corpos d'água, solo ou rede pública).

A Figura 2-27 apresenta a localização das ETEs e dos empreendimentos constantes na Declaração de Carga Poluidora do IGAM/FEAM.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ~ Curso d'água
- Massa d'água
- ⊞ CH SF2 - Rio Pará
- ▭ Sub-bacia
- Macro divisões hidrográficas**
- Alto Pará
- Médio Pará
- Baixo Pará
- Lançamento ETE
- Lançamento - Empreendimento (Declaração de Carga Poluidora)
- ▲ Outros empreendimentos identificados

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-27 – Cargas pontuais de ETEs e empreendimentos na bacia hidrográfica do Rio Pará.

O Quadro 2.15 apresenta as cargas lançadas pelos empreendimentos listados pelo IGAM, além das cargas advindas de efluentes domésticos, seja o remanescente de ETEs, sejam lançamentos brutos (urbanos e rurais), por sub-bacia da CH SF2. Observa-se que a maior parte das cargas domésticas está concentrada nas sub-bacias do rio Itapecerica e do Médio rio Pará, por conta, principalmente, das cargas geradas pelo município de Divinópolis e na sub-bacia do rio São João, por conta das cargas geradas pelo município de Itaúna. Com relação às cargas industriais, observa-se concentração nas sub-bacias do ribeirão da Paciência e do rio São João, notadamente pela quantidade de empreendimentos nos municípios de Pará de Minas e Itaúna.

Quadro 2.15 – Cargas Pontuais na CH SF2.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)		NT (ton/ano)	PT (ton/ano)	Coliformes Termotolerantes (CT/ano)
		Efluentes domésticos	DCP	Efluentes domésticos	Efluentes domésticos	Efluentes domésticos
Alto Pará	Alto Pará	687,92	7,87	135,18	42,24	2,9E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	372,35	-	107,60	33,63	2,1E+17
	Rio Itapecerica	4.720,42	12,26	751,46	234,83	1,5E+18
	Médio Pará	1.890,41	20,26	397,25	124,14	8,6E+17
Baixo Pará	Rio São João	1.675,19	74,61	291,55	91,11	5,8E+17
	Ribeirão da Paciência	655,64	166,52	182,72	57,10	3,6E+17
	Rio Lambari	643,15	9,20	153,40	47,94	3,0E+17
	Rio do Peixe	109,47	-	45,44	14,20	9,0E+16
	Rio Picão	212,36	-	78,64	24,58	1,6E+17
	Baixo Pará	496,69	0,73	74,15	23,17	1,5E+17
Total		11.755,05		2.217,37	692,93	4,5E+18

Elaboração: Engecorps, 2021

2.3.2 Cargas Difusas

O cálculo estimativo das cargas poluidoras difusas lançadas na bacia levou em consideração as atividades agropecuárias, as atividades minerárias e as áreas vegetadas. Para tanto, foram utilizadas as seguintes fontes de informações:

- Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Mapbiomas);

- Efetivo de rebanhos, ano base 2019 (IBGE);
- Base hidrográfica ottocodificada, 2017 (ANA);
- Base hidrográfica por sub-bacias, 2009 (IGAM).

Para estimativa das cargas difusas contribuintes aos trechos de cursos de água, foram adotadas cargas unitárias constantes na literatura, conforme Quadro 2.16. Importante destacar que não há aporte de coliformes termotolerantes de fontes difusas, uma vez que este parâmetro está atribuído essencialmente a efluentes domésticos.

Quadro 2.16 – Parâmetros adotados no cálculo das cargas difusas.

Fonte geradora		DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total
Rebanhos Animais (kg/cabeça.ano) (2)	Bovinos*	200	60	12
	Equinos	200	60	12
	Ovinos**	25	4,1	9,9
	Suínos	32,9	7,3	2,3
	Aves	1,6	3,6	0,1
Áreas Agrícolas (kg/ha.ano) (3)		0	116,4	83,2
Áreas de Reflorestamento/Vegetação Nativa (kg/ha.dia) (4)		0	0,17	4,57
Áreas de Mineração (kg/acre.ano) (5)		18	2,21	0,281

*foram incluídos na classificação "Bovinos" também os bubalinos;

**foram incluídos na classificação "Ovinos" também os caprinos;

Fontes: (1) Von Sperling, 2007; (2) SEMA, 2010; (3) IBGE, 2012; (4) Omernik, 1977; (5) Harper, 1998

No caso das contribuições por tipo de animal, foi admitida uma pré-depuração das cargas originadas da atividade pecuária devido à necessidade de escoamento superficial para que essas cargas alcancem os cursos de água. Dessa forma, para os rebanhos não-confinados utilizou-se um coeficiente de redução de carga de 90%, enquanto para os rebanhos confinados esse número foi de 50% associado a um sistema de tratamento de eficiência mínima de 60%.

Para as áreas agrícolas, o raciocínio foi semelhante, adotando-se um coeficiente de redução de 90% da carga bruta, assumindo-se que as culturas assimilam a maior parcela dos nutrientes aplicados no solo por meio de fertilizantes (SEMA, 2010, op. cit). As cargas unitárias apresentadas por áreas de reflorestamento/vegetação nativa já consideram o fluxo de nutrientes exportados por área de drenagem, por isso, não é necessário aplicar coeficientes de redução para obtenção das cargas remanescentes.

Vale destacar que, para municípios que não estão totalmente inseridos na bacia, foi considerado como área urbana a área indicada pelo mapa de uso do solo como uso urbano (“Infraestrutura Urbana”, na nomenclatura do Mapbiomas) e a área rural como sendo a subtração da área total do município pela área urbana. Ainda, para cálculo do efetivo de rebanho nestes municípios que não estão totalmente inseridos na bacia, foi considerado montante proporcional à área de pastagem do município que está dentro da bacia em relação à área total do município. Foram considerados como área de pastagem as áreas denominadas “Pastagem” e “Mosaico de Agricultura e Pastagem” na nomenclatura do Mapbiomas.

O Quadro 2.17 apresenta as cargas difusas atuais estimadas, por sub-bacia, na bacia hidrográfica do rio Pará. As maiores cargas são observadas nas sub-bacias do Alto rio Pará, Médio rio Pará e rio Lambari, regiões que concentram grandes áreas de pastagens.

Quadro 2.17 – Cargas Difusas na bacia.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)	NT (ton/ano)	PT (ton/ano)
Alto Pará	Alto Pará	24.714,20	7.581,98	1.491,06
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	11.501,33	3.935,31	697,88
	Rio Itapecerica	19.674,42	16.878,22	1.226,54
	Médio Pará	25.386,66	14.948,15	1.558,80
Baixo Pará	Rio São João	20.291,84	13.380,47	1.258,89
	Ribeirão da Paciência	11.731,88	10.465,98	753,13
	Rio Lambari	32.090,38	16.638,06	1.954,28
	Rio do Peixe	9.468,94	7.221,32	586,46
	Rio Picão	12.078,21	4.918,82	728,48
	Baixo Pará	14.363,45	7.543,64	859,44
Total		181.301,31	103.511,95	11.114,96

Fonte: Elaboração própria

2.4 ANÁLISE DA CONDIÇÃO ATUAL DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

2.4.1 Monitoramento de qualidade

A avaliação da qualidade da água é realizada por meio da comparação de parâmetros físicos, químicos e biológicos, com os padrões especificados nas legislações. Isso

proporciona a identificação dos constituintes em desconformidade com a legislação e que provocam alterações ambientais (VON SPERLING, 2007).

Para realizar as avaliações qualitativas e quantitativas de água, é necessário dados de campo que caracterizem as condições da bacia hidrográfica em termos de uso e ocupação do solo, geologia, geomorfologia, hidrografia, cargas de constituintes produzidas no local, climatologia, entre outros. Para essa caracterização o monitoramento ambiental é ferramenta indispensável (MARTINS, 2017).

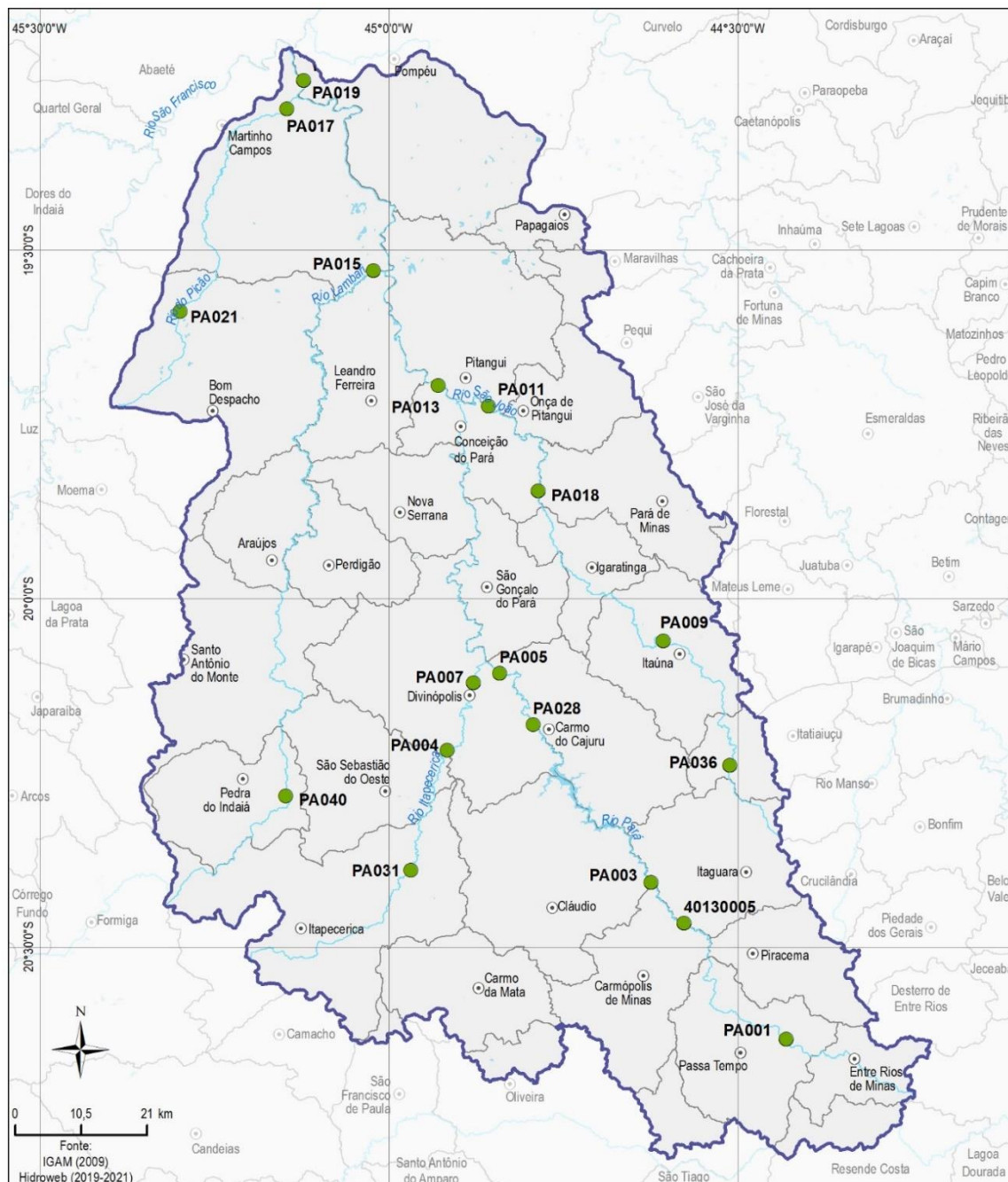
Para as análises e desenvolvimento da ferramenta de simulação apresentada neste item compilou-se uma base de dados robusta, destacando-se os documentos:

- Base hidrográfica da ANA (*shapefile*);
- Base de ottobacias da ANA (*shapefile*);
- Base de informações geológicas do IBGE (*shapefile*);
- Base informações de geomorfologia do IBGE (*shapefile*);
- Uso do Solo de 2019 do MaBIOMAS (*shapefile*);
- Modelo Digital do Terreno da EMBRAPA de 2007 (*raster*);
- Estações de monitoramento de qualidade da água do IGAM e da Rede Hidrometeorológica Nacional (Hidroweb, SNIRH);
- Estações fluviométricas do IGAM e da Rede Hidrometeorológica Nacional (Hidroweb, SNIRH);
- Estações pluviométricas do IGAM e da Rede Hidrometeorológica Nacional (Hidroweb, SNIRH).

Com a base de dados construída, os dados dos monitoramentos foram compilados e consistidos produzindo o diagnóstico da condição atual da qualidade das águas da bacia hidrográfica de estudo. O diagnóstico foi feito com a aplicação da comparação dos valores de coletas e análises de qualidade com os limites estabelecidos na legislação aplicável, comparação entre as variáveis intervenientes, como o uso do solo

e o regime hidrológico local e, ainda, por meio do cálculo de indicador de conformidade com o enquadramento atual.

Na bacia hidrográfica do rio Pará foram identificadas 30 estações de monitoramento de qualidade da água operadas pelo IGAM, com monitoramento trimestral, sendo seis localizadas no rio principal e as demais nos tributários e 18 estações do Hidroweb, com dados válidos para o período estudado (2019-2021), sendo algumas repetidas. Os dados das estações foram avaliados com vistas a verificar aquelas que dispunham de informações adequadas para uso nas análises do presente estudo. Nesse sentido, a Figura 2-28 mostra a localização das 18 estações de monitoramento de qualidade em que foram identificados dados de vazão adequados e que foram consideradas no presente estudo. Vale ressaltar que estações duplicadas nas bases de dados (IGAM e Hidroweb) foram consideradas como únicas, permanecendo os dados do IGAM, por serem dados diretos do operador.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ⬭ CH SF2 - Rio Pará
- ⬭ Curso d'água
- ⬭ Massa d'água
- Estação de Monitoramento

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-28 – Estações monitoramento de qualidade da água do IGAM na bacia hidrográfica do Rio Pará consideradas neste estudo.

O ambiente aquático é uma combinação complexa de disponibilidade de alimentos, desenvolvimento de organismos, trocas atmosféricas e forças externas, todas elas conectadas e com um papel a desempenhar. Equilibrado, todo o processo ocorre normalmente e o ecossistema tem um desenvolvimento saudável, bem como a condição de qualidade da água, porém, as cargas introduzidas pelas atividades antrópicas podem distorcer essa condição produzindo consequências danosas ao meio ambiente, inclusive incapacitando o uso da água (AMORIM, 2020).

A Figura 2-29 mostra os principais processos em um ecossistema aquático relacionado à qualidade da água, auxiliando na compreensão da escolha das variáveis indicadoras.

O Oxigênio Dissolvido (OD) é o principal indicador de qualidade da água, uma vez que sem ele a vida aquática fica comprometida, limitando-se apenas a organismos e reações anóxicas. As principais fontes de Oxigênio Dissolvido são as trocas entre a interface ar-água e a produção de algas (CHAPRA, 2008).

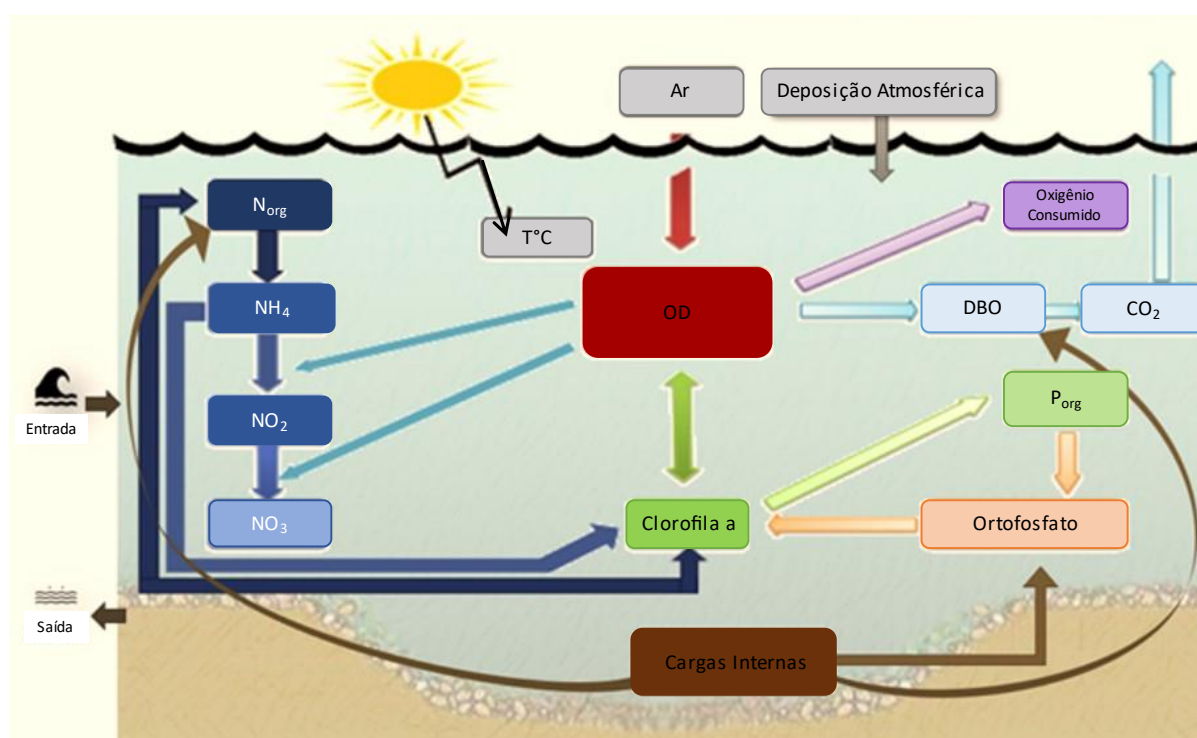


Figura 2-29 – Funções e dependências dos constituintes no ambiente aquático.

Fonte: Adaptado de Amorim (2020).

Os outros processos, como as transformações de Fósforo, Nitrogênio e Matéria Orgânica, entram no sistema como consumidores de OD. E sua presença podem indicar fontes de poluição diversas (VON SPERLING, 2007).

Os coliformes têm a sua origem associada aos humanos e aos animais, sua presença na água reflete o nível de saúde da população e as condições de saneamento da região, uma vez que a principal entrada deste constituinte no ambiente aquático é pelo lançamento de esgoto. Esse parâmetro tem também influência em questões de potabilidade da água, uma vez que sua presença pode agir como transmissora de doenças (VON SPERLING, 2007).

A matéria orgânica é considerada umas das maiores causadoras de problemas na qualidade da água, uma vez que o processo metabólico para sua utilização e estabilização é alto consumidor de OD. Sua origem pode ser antropogênica, por efluentes domésticos e industriais, e natural, como matéria orgânica vegetal, animal e microrganismos (AMORIM, 2020).

Normalmente utiliza-se métodos indiretos de quantificação da matéria orgânica na água, sendo, por exemplo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Carbono Orgânico Total (COT). A legislação determina valores máximo de DBO nos corpos hídricos (CONAMA, 2005).

O Fósforo por sua vez, aparece na água principalmente na forma de Ortofosfato, Polifosfato e Fósforo Orgânico, sendo a primeira a forma mais biodisponível para o ambiente. O Fósforo é um nutriente essencial para os organismos aquáticos, no entanto, em excesso pode propiciar condições de eutrofização dos ambientes. Sua origem é variada podendo ser natural e antropogênica, a dissolução de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica e de microrganismos são fontes naturais do composto. Efluentes domésticos e industriais, detergentes e fertilizantes são as principais fontes antropogênicas (MARTINS, 2017).

O Nitrogênio é outro constituinte que pode ser encontrado de diversas formas no ambiente aquático, também é fonte de nutriente aos organismos. Seu ciclo biogeoquímico é complexo e de suma importante ao meio (JI, 2008)

Em termos de qualidade da água de corpos hídricos naturais a determinação da forma preponderante do nitrogênio fornece informações sobre o estágio da poluição, sendo mais recente associada ao Nitrogênio Amoniacoal (NH) e mais antiga ao Nitrato (NO₃). A primeira forma (NH) é geralmente advinda de poluições urbanas, efluentes que rapidamente atingem os cursos hídricos, enquanto o Nitrato é mais utilizado nos cultivos, com adubação ao solo. Suas principais fontes coincidem com as do Fósforo (CHAPRA, 2008)

No ecossistema existem também os micropoluentes inorgânicos, como, por exemplo, os metais. Grande parte desses constituintes é tóxica, e daí a importância da sua regulação e monitoramento. Sua origem pode ser de forma natural, caso a composição do solo contenha grandes quantidades desses elementos, no entanto, é a atividade de mineração e garimpo, juntamente com os efluentes industriais que respondem como grandes fontes de entrada dos metais na água (VON SPERLING, 2007).

Os sólidos aportantes ao corpo hídrico são muitas vezes as partículas nas quais os poluentes ficam adsorvidos e, assim, são carregados ao meio ambiente. Dessa forma, o sedimento também é um sumidouro de Oxigênio, assim como a deposição atmosférica (AMORIM, 2020).

Esse material sólido pode estar em suspensão na coluna d'água, alterando o parâmetro conhecido como Turbidez. Ela interfere nos processos biológicos, pois afeta a transmissão da luz ao longo da coluna d'água e está diretamente ligada com as condições hidrológicas da bacia hidrográfica. Valores elevados de turbidez podem significar processos erosivos, manejo inadequado do solo e lançamentos de efluentes (MARTINS, 2017).

A temperatura é o constituinte que afeta todos os outros, uma vez que influencia os processos químicos, físicos e biológicos do ambiente. Sua variação depende das condições climatológicas locais, mas também pode ser alterada pelos lançamentos de efluentes no corpo hídrico. Pode-se citar o aumento da transferência e a redução da solubilidade de gases em elevadas temperaturas, condições que podem gerar mau cheiro e queda na concentração de OD (AMORIM, 2020).

A base de dados foi verificada em termos de existência de séries temporais dos parâmetros, uma vez que o valor medido no campo representa uma fotografia estática do momento da coleta. Somente com a continuidade do monitoramento pode-se entender a tendência de variação da qualidade da água e correlacioná-la com seus fatores intervenientes.

2.4.2 Identificação dos parâmetros de monitoramento e cotejo frente ao uso e ocupação do solo de forma a avaliar condição da bacia

A partir da base de dados de monitoramento de qualidade das águas na bacia, foram realizadas análises de forma a verificar a condição atual e sua relação com o uso e ocupação do solo na bacia. Para auxiliar no diagnóstico das condições de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Pará utilizou-se uma ferramenta recomendada pela ANA, o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE). Nesta avaliação foram utilizados os dados do ano de 2019 e 2020.

O ICE é usado para indicar a condição de conformidade da qualidade do corpo hídrico ao Enquadramento estabelecido previamente, seja por estudo específico ou por ausência dele, em que os rios de água doce são considerados como Classe 2, segundo a Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH n° 91/2008 ou, no caso de Minas Gerais, pela DN Conjunta COPAM/CERH n° 01/2008.

O ICE se baseia na comparação entre valores dos dados de monitoramento com padrões de qualidade da água instituídos pela legislação e é composto por três fatores, a saber (Oliveira *et. al*, 2018):

1. A abrangência do impacto causado pela não conformidade;
2. A frequência com que as desconformidades ocorrem;
3. A amplitude da desconformidade (desvio em relação ao limite estabelecido na legislação).

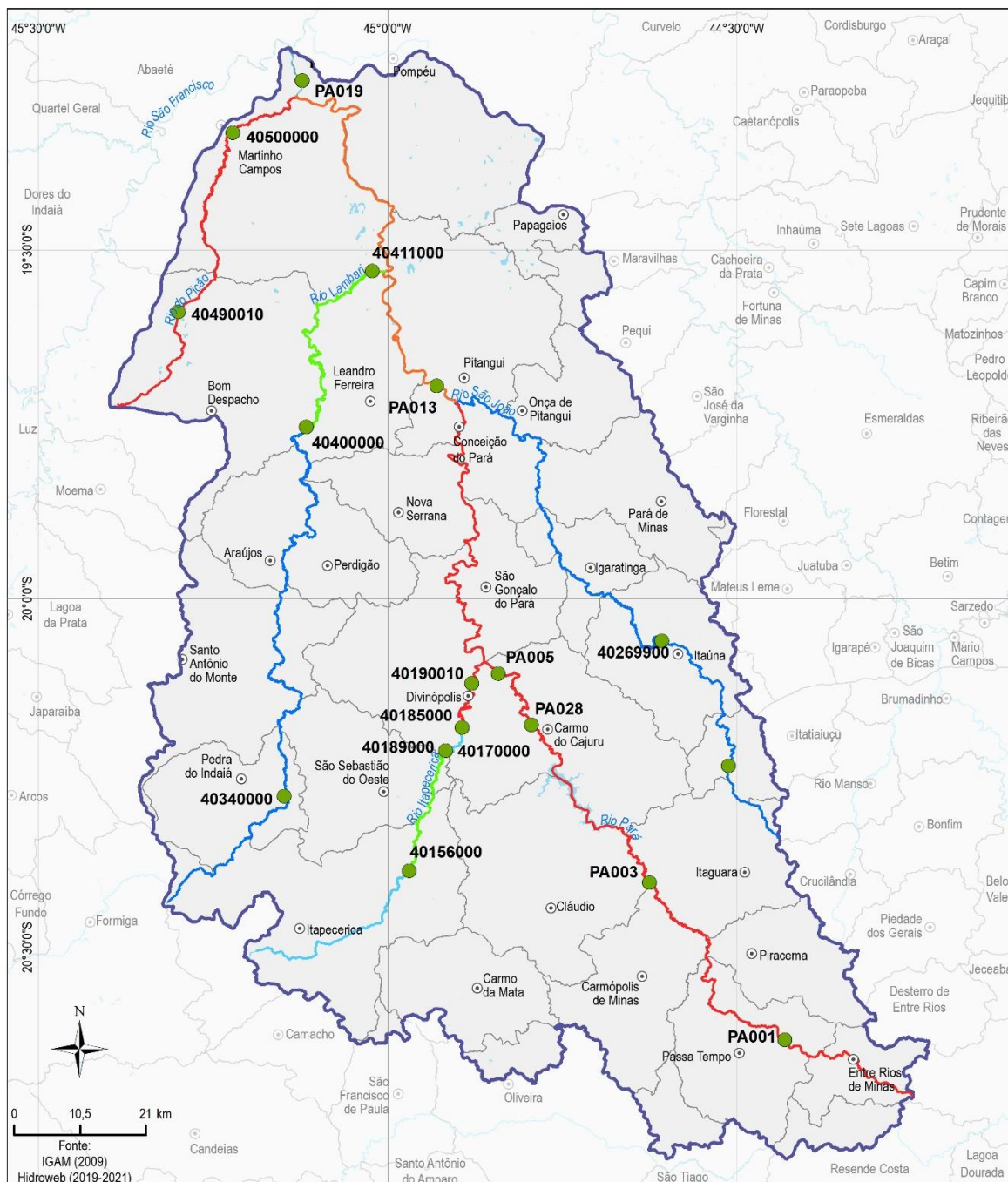
O ICE varia de 0 a 100, sendo 0 a desconformidade total com o enquadramento e 100 a conformidade total ao enquadramento. As faixas de valores de ICE indicam as categorias de qualidade expostas no Quadro 2.18.

Quadro 2.18 – Categorias de qualidade adotadas para o ICE.

ICE	Faixa
Excelente	95-100
Bom	80-94
Regular	65-79
Ruim	45-64
Péssimo	0-44

O número de parâmetros monitorados e considerados no cálculo do ICE é um critério estabelecido previamente, dependendo dos dados disponíveis e das variáveis relevantes para o estudo. A partir das variáveis que o ICE considerar, é possível, por exemplo, que uma delas que esteja muito fora dos padrões reduza o Índice consideravelmente. Normalmente, o ICE é calculado por ano (2018, 2019, 2020...), mas também pode ser calculado por estação do ano, por exemplo, para investigar efeitos de sazonalidade (Oliveira *et. al.* 2018).

O mapa da Figura 2-30 demonstra o resultado do cálculo do ICE, para o ano de 2019, para os principais cursos de água da bacia hidrográfica do rio Pará, e aqueles com estações de monitoramento da qualidade da água consideradas válidas pela análise apresentada anteriormente. Analogamente, o mapa da Figura 2-31 mostra os resultados para o ano de 2020.

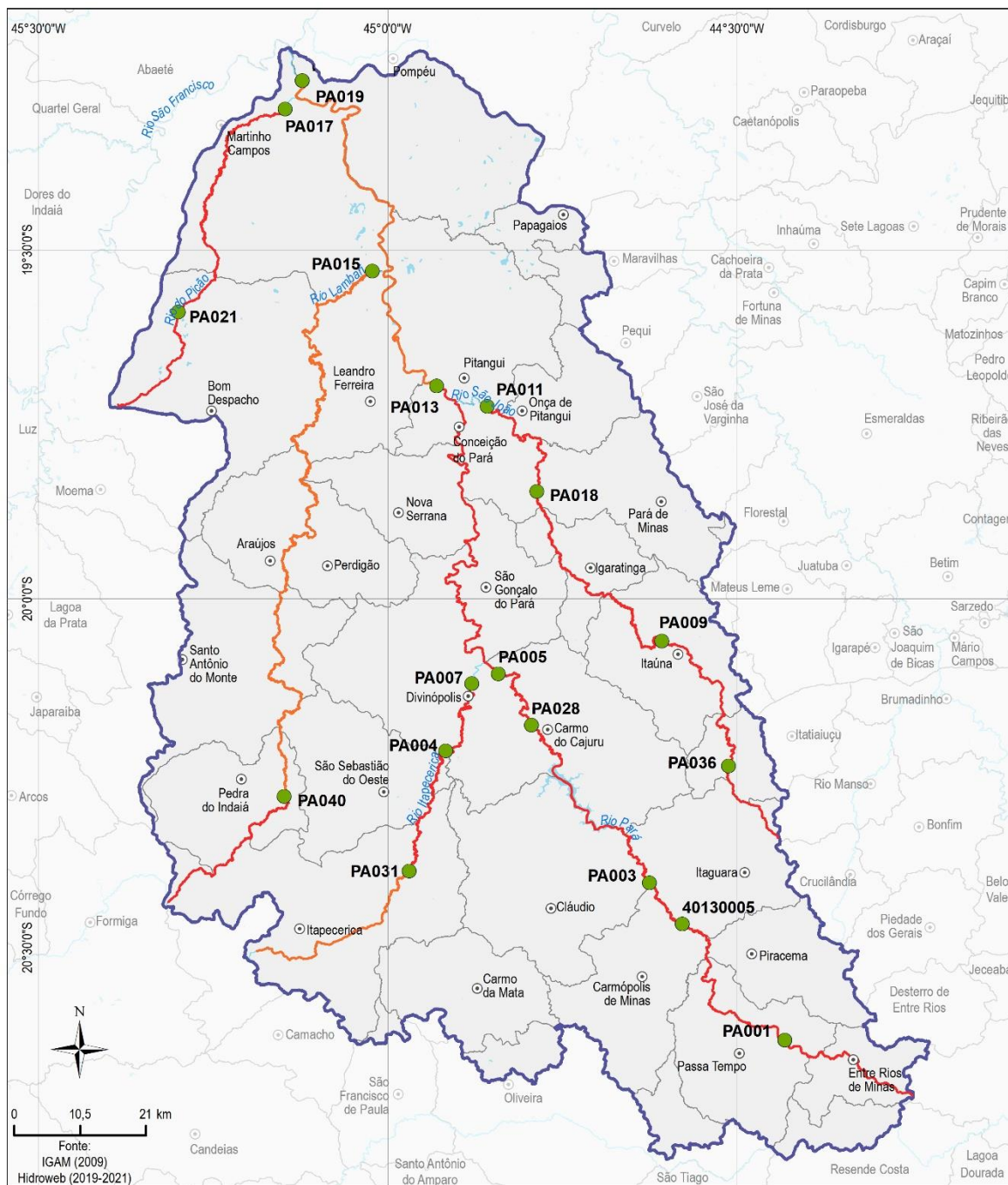


MAPA DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA	
○	Sede municipal
□	Limite municipal
⬭	CH SF2 - Rio Pará
⬭	Curso d'água
⬭	Massa d'água
Índice de Conformidade com o Enquadramento - ICE	
— (Red)	0 - 45
— (Orange)	46 - 65
— (Green)	66 - 80
— (Light Blue)	81 - 95
— (Dark Blue)	96 - 100

Figura 2-30 – Índice de Conformidade ao Enquadramento bacia hidrográfica do rio Pará para o ano de 2019.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ⬭ CH SF2 - Rio Pará
- ⬭ Curso d'água
- ⬭ Massa d'água
- QA Válidas

Índice de Conformidade com o Enquadramento - ICE

- 0 - 45
- 46 - 65
- 66 - 80
- 81 - 95
- 96 - 100

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-31 Índice de Conformidade ao Enquadramento bacia hidrográfica do rio Pará para o ano de 2020.

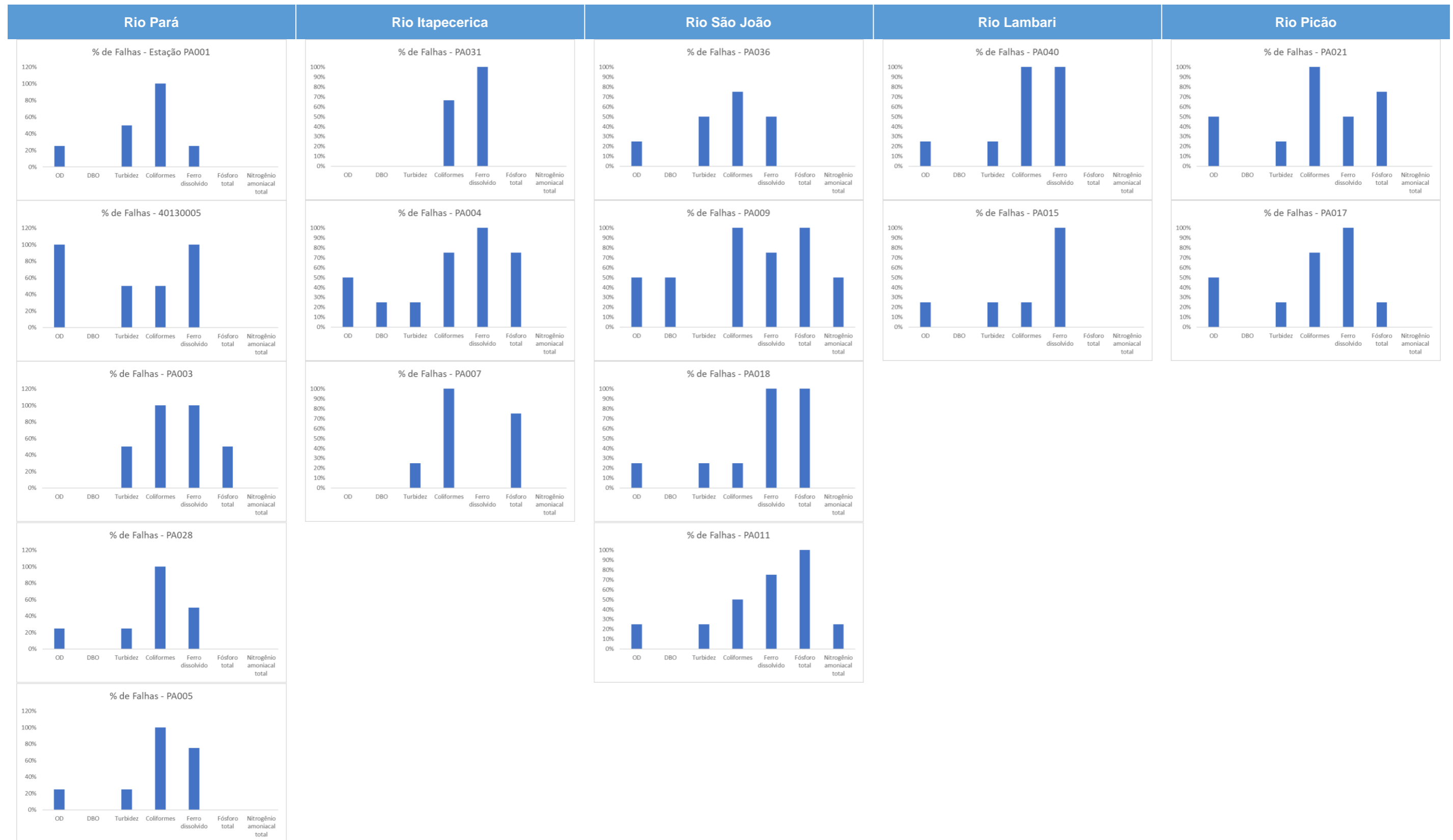
Os parâmetros considerados para efeito de cálculo do ICE foram: OD, DBO, Turbidez, Coliformes, Ferro dissolvido, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total. O Quadro 2.19 mostra as falhas que levaram às classificações de ICE, para cada uma das estações com dados de qualidade em cada um dos rios principais da bacia, no cálculo do ICE do ano de 2020. Os gráficos estão dispostos na sequência de montante para jusante (de cima para baixo, no quadro).

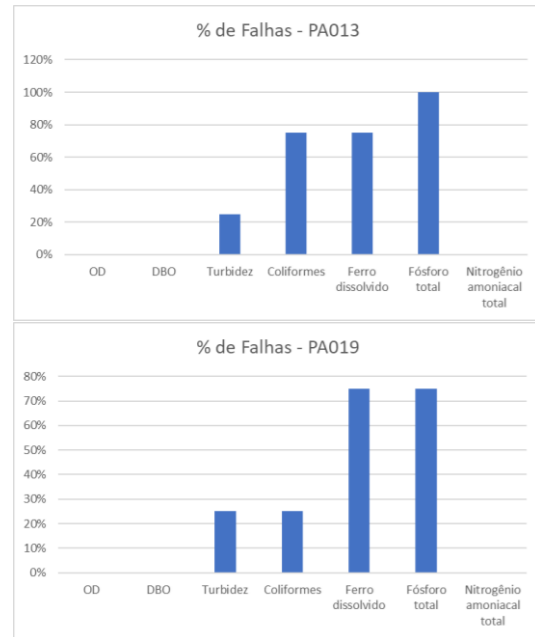
A partir desses gráficos, é possível visualizar quais os parâmetros contribuem para a classificação do ICE no trecho. Assim, observa-se, por exemplo, que no rio Pará os parâmetros turbidez, coliformes e ferro dissolvido aparecem como responsáveis pela classificação ruim ou péssima em todos os trechos do rio. E os parâmetros OD e fósforo total aparecem como responsáveis pela classificação do ICE em alguns dos trechos.

Complementarmente à análise do ICE, é interessante retomar aqui alguns aspectos relacionados à qualidade das águas dos cursos d'água da CH SF2, apresentados anteriormente no produto Diagnóstico: além dos parâmetros utilizados na modelagem, foram também avaliados no Diagnóstico os resultados do monitoramento de outros parâmetros, dentre os quais alguns mostraram valores em desconformidade com as classes vigentes, como: alumínio dissolvido, cádmio total, ferro dissolvido, manganês total, chumbo total e turbidez. Tais parâmetros apresentaram desconformidade em parte das leituras da série histórica, de forma mais frequente na calha do rio Pará e com menor recorrência em seus afluentes monitorados. Destaca-se, de toda forma, que algumas concentrações de tais parâmetros podem ser consideradas típicas da bacia, com variação usual em função de suas condições de geologia e tipos de solo. Para a formal identificação desses parâmetros, deveriam ser realizados estudos mais aprofundados de background ou geoquímica, não previstos no contexto desta análise. Assim, parâmetros como o alumínio, ferro e manganês dependeriam de estudos mais aprofundados para sua consideração como naturais na bacia em função das rochas e solos locais. Em situações como essas, destaca-se, ainda, que atividades antrópicas que levem ao revolvimento dos solos podem ser associadas ao incremento de tais parâmetros, como no caso de empreendimentos minerários ou agrícolas, por exemplo. Nesses casos, é importante lembrar que seus processos de licenciamento

ambiental devem considerar tais ações, de forma que seus impactos sejam mitigados ou minimizados, sendo, portanto, tema a ser considerado especificamente na respectiva análise dos pedidos de licenças ambientais.

Quadro 2.19 – Avaliação da porcentagem de falhas por parâmetro no cálculo do ICE, ano 2020.





Com as informações da avaliação realizada, foi possível verificar que a bacia hidrográfica do rio Pará possui características principalmente rurais, com predominância de áreas de pastagens, acompanhadas pela agricultura e floresta. Algumas manchas urbanas estão presentes na região, no entanto, a área de influência percebida nos dados de qualidade da água trata da sede de Divinópolis, região próxima à foz do rio Itapecerica. Coliformes termotolerantes foi o parâmetro que demonstrou a influência daquele município no curso de água com algumas medidas em desconformidade com o enquadramento, tratando de indicadores de poluição urbana.

Poucas estações avaliadas registraram problemas com matéria orgânica na bacia, sendo que o indicador Demanda Bioquímica de Oxigênio apresenta baixa variação anual. Os sólidos também apresentaram baixas alterações anuais e poucos problemas na bacia hidrográfica, uma vez que seu indicador, Turbidez registrou poucos casos de desconformidade no período.

O Ferro Dissolvido apresentou algumas falhas ao enquadramento em diversas regiões da bacia, no entanto, não é notado no uso de solo atividades que poderiam inserir de forma antropogênica este constituinte na bacia hidrográfica e, tendo em vista as características geológicas locais, entende-se que a maior probabilidade é que esta seja uma contribuição natural.

De maneira geral a bacia hidrográfica apresenta poluição por Fósforo e *E. coli*, ambos com registros de desconformidade durante o período todo e na maioria das estações da bacia hidrográfica. Sabendo que suas principais fontes estão associadas com fertilizantes de solo e excremento de animais, esses resultados acompanham as principais atividades executadas na região.

2.4.3 Modelo Matemático de Simulação da Qualidade das Águas

De acordo com a ANA em seu Caderno de Recursos Hídricos nº 6, o objetivo da modelagem é apoiar os técnicos no entendimento do comportamento de cada trecho do rio em relação ao parâmetro de interesse, para diferentes condições de cargas poluidoras e vazões de referência, subsidiando o processo decisório em relação aos usos pretendidos (ANA, 2009).

A utilização de modelagem matemática para simulação da qualidade das águas é de fundamental importância para a indicação das ações recomendadas para que as metas do enquadramento sejam alcançadas, com a projeção de diferentes cenários.

Considerando que os dados disponíveis de qualidade da água são pontuais e não consideram a variação ao longo da coluna d'água, que para a maioria dos rios só há levantamento de uma seção transversal e apenas um ponto de monitoramento de vazão; e que há a necessidade de um modelo que englobe modelagem hidrológica, hidráulica e de qualidade da água de forma integrada, um modelo unidimensional foi considerado o mais adequado para o estudo e o objetivo de enquadramento de corpos hídricos.

O modelo utilizado foi o *Storm Water Management Model* (SWMM), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (USEPA). Essa ferramenta foi escolhida por possibilitar a análise integrada da bacia hidrográfica por meio de um modelo matemático internacionalmente reconhecido, amplamente utilizado no suporte a decisão para gestão de recursos hídricos. Destaca-se por contemplar as etapas hidrológica, hidráulica e de qualidade da água (ROSMAN, 2015).

O modelo baseia-se na conservação da massa dentro do ciclo hidrológico, através de equações que traduzem matematicamente as transições entre as diferentes etapas do ciclo, com recortes espaciais e temporais com alto grau de detalhamento. Conceitualmente, o modelo é dividido em quatro grandes compartimentos que interagem entre si: a atmosfera; a superfície do terreno; o lençol freático; e a rede de transporte de água.

O primeiro é de onde precipita a água, sendo o principal dado de entrada da etapa hidrológica, podendo ser inserido na forma de série temporal de chuva. O segundo recebe a água da atmosfera, na forma de chuva, enviando-a para o lençol freático, como infiltração, ou para a rede de transporte, como escoamento superficial. O modelo possui diferentes métodos de infiltração, sendo selecionado o *Curve Number* por tipo de uso do solo comumente utilizado. O terceiro se relaciona com a rede de transporte através do escoamento de base. O último compartimento não consiste unicamente da rede de transporte, podendo conter elementos de reservação e tratamento.

Hidraulicamente, o modelo utiliza equações de continuidade para simular os escoamentos nos diferentes elementos do sistema de drenagem, considerando escoamento 1D, representando a perda de carga pela rugosidade da seção do escoamento. As simulações de qualidade da água contemplam cargas pontuais e difusas de lavagem. A poluição difusa de lavagem pode ser representada por diferentes equações, permitindo considerar a presença de estruturas de abatimento desta carga. A representação da dinâmica dos poluentes ao longo do tempo na rede de transporte de água é feita de forma simplificada por meio de funções de primeira ordem.

A partir da caracterização hidrológica, geomorfológica e de uso do solo, foi possível usar essas informações como dados de entrada para implementação do modelo hidrológico, hidrodinâmico e de qualidade da água no SWMM.

No modelo SWMM, a rede de drenagem é representada por sub-bacias, trechos (condutos) e nós (junções). As sub-bacias funcionam como unidades geradoras de vazão para o sistema de drenagem a partir do escoamento superficial e como fontes de poluentes vindos da chuva ou produzidos na própria bacia, transportados pelo escoamento superficial. Para implementação das sub-bacias no modelo, foi necessário inserir dados como:

- Área da bacia hidrográfica;
- Postos pluviométricos de influência da bacia;
- Declividade média da superfície;
- Porcentagem de solo impermeável;
- Coeficiente de Manning das parcelas permeáveis e impermeáveis, sendo o ajuste desse coeficiente usado na calibração do modelo;
- O modelo de infiltração de água no solo, sendo o Método *Curve Number* (CN) adotado no processo de modelagem;
- Porcentagens de diferentes usos do solo.

Para que o comportamento hidrológico das sub-bacias fosse representado de forma mais adequada, isto é, para que fossem consideradas informações pluviométricas coletadas dos postos pluviométricos inseridos ou vizinhos à cada sub-bacia, foi aplicado o Método dos Polígonos de Thiessen para estabelecer a área de influência de cada posto pluviométrico.

Para a bacia do rio Pará, foram considerados dezesseis postos pluviométricos, com suas respectivas áreas de influência, com representação das sub-bacias dos rios Pará, Itapecerica, Lambari, São João e Picão, conforme ilustrado na Figura 2-32.

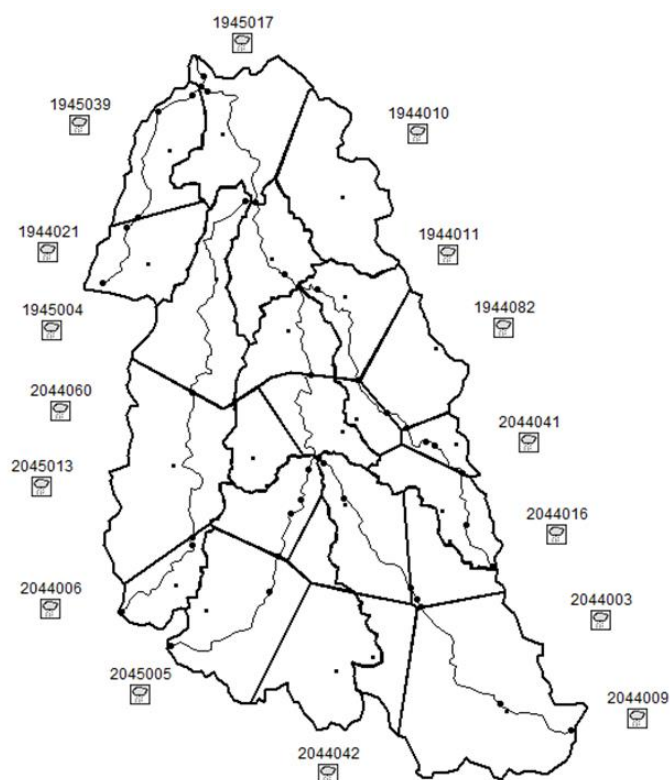


Figura 2-32 – Representação da Bacia do Rio Pará no modelo SWMM⁴.

A partir das análises realizadas das bases de dados de disponíveis de monitoramento e dos resultados da condição de qualidade identificada para a bacia e de análises

⁴ Ícones e numerações representam os postos pluviométricos considerados.

relacionadas ao uso e ocupação do solo e interferências nos corpos hídricos, as variáveis consideradas na modelagem de qualidade da água foram selecionadas. Essas variáveis foram selecionadas em função das características identificadas da bacia, principalmente a partir das análises dos dados de monitoramento, o que incluiu parâmetros representantes da atividade humana e de efluentes com características de matéria orgânica (coliformes termotolerantes, DBO e Nitrogênio Amoniaco), da atividade de agricultura e pastagem, sendo nutrientes como Fosfato e Nitrato. Eles foram escolhidos devido ao fato de terem sido estes parâmetros os mais sensíveis nas análises do diagnóstico dos dados de campo, associados às interferências existentes dos usos da água e do solo na bacia. Futuramente, com avanço dos estudos e maior robustez das bases de dados de monitoramento e de modelagem subsequentes, poderão ser considerados outros parâmetros para maior detalhamento do enquadramento. Assim, melhorias paulatinas e sucessivas relacionadas às bases de dados de monitoramento poderão permitir aprimoramentos em estudos posteriores, inclusive de modelagem, o que poderá levar à revisão e ampliação dos parâmetros selecionados.

Tendo em vista a formulação para a determinação das cargas aportantes descrita no Item 2.3 do presente relatório, a calibração do modelo foi feita para as formas totais dos elementos referidos, a saber:

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- Nitrogênio total (NT);
- Fósforo total (PT);
- Coliformes termotolerantes.

Para a bacia do rio Pará, o período de calibração foi o ano hidrológico de outubro de 2016 a outubro de 2017, e o período de validação foi o ano hidrológico de outubro de 2017 a outubro de 2018. O Quadro 2.20 mostra os pontos de calibração (estações do Hidroweb) e os gráficos de calibração e validação para cada uma das sub-bacias analisadas.

Quadro 2.20 – Resultados da calibração e validação do modelo hidrológico da bacia.

Sub-bacia	Ponto de calibração (Estação Hidroweb)	Valor médio de CN ⁵	Resultado da calibração do modelo	Resultado da validação do modelo
Rio Itapecerica	40185000	75	<p>Calibração - Ano hidrológico out/2016 - out/2017</p>	<p>Validação - Ano hidrológico out/2017 - out/2018</p>
Rio São João	40269900	75	<p>Calibração - Ano hidrológico out/2016 - out/2017</p>	<p>Validação - Ano hidrológico out/2017 - out/2018</p>
Rio Picão	40500000		<p>Calibração - Ano hidrológico out/2016 - out/2017</p>	<p>Validação - Ano hidrológico out/2017 - out/2018</p>

⁵ CN: Curve Number

Sub-bacia	Ponto de calibração (Estação Hidroweb)	Valor médio de CN ⁵	Resultado da calibração do modelo	Resultado da validação do modelo
Trecho superior do Rio Pará	40150000	69	<p>Calibração - Ano hidrológico out/2016 - out/2017</p>	<p>Validação - Ano hidrológico out/2017 - out/2018</p>
Trecho intermediário do Rio Pará	40330000	68	<p>Calibração - Ano hidrológico out/2016 - out/2017</p>	<p>Validação - Ano hidrológico out/2017 - out/2018</p>

A calibração e validação da sub-bacia do rio Picão foi a que apresentou os resultados mais discrepantes entre dados observados e simulados. O modelo hidrológico SWMM superestimou as vazões geradas pelo escoamento superficial da sub-bacia, provocando picos de vazão não observados nos dados de campo. Por isso o erro calculado na calibração foi de 155% e na validação de 188%. Por se tratar de um rio afluente ao Pará no seu trecho de jusante, essa discrepância não afeta toda a bacia, apenas seu trecho mais a jusante.

Com o modelo hidrológico calibrado e validado, foi possível calibrar o modelo de qualidade da água das sub-bacias. Foram calibradas as variáveis DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes. A partir das estimativas das cargas pontuais e difusas desses parâmetros (Item 2.3.1), foi inserida em cada nó do sistema a contribuição das cargas geradas para aquele trecho, ou seja, quais ottobacias (Microbacias) contribuem com aporte de poluentes para cada um dos nós da rede. A calibração consistiu no ajuste do coeficiente de decaimento do parâmetro e na porcentagem do que de fato chega nos rios em relação ao que é gerado nas ottobacias.

Os parâmetros de DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes do modelo de qualidade de água do SWMM foram ajustados para que suas concentrações médias estivessem dentro do Boxplot dos dados observados entre os anos de 2015 e 2020, ou seja, para que seu comportamento médio fosse equivalente aos dados observados em campo. O Quadro 2.21 apresenta, para cada sub-bacia, os pontos de dados observados (estações de monitoramento de qualidade do IGAM).

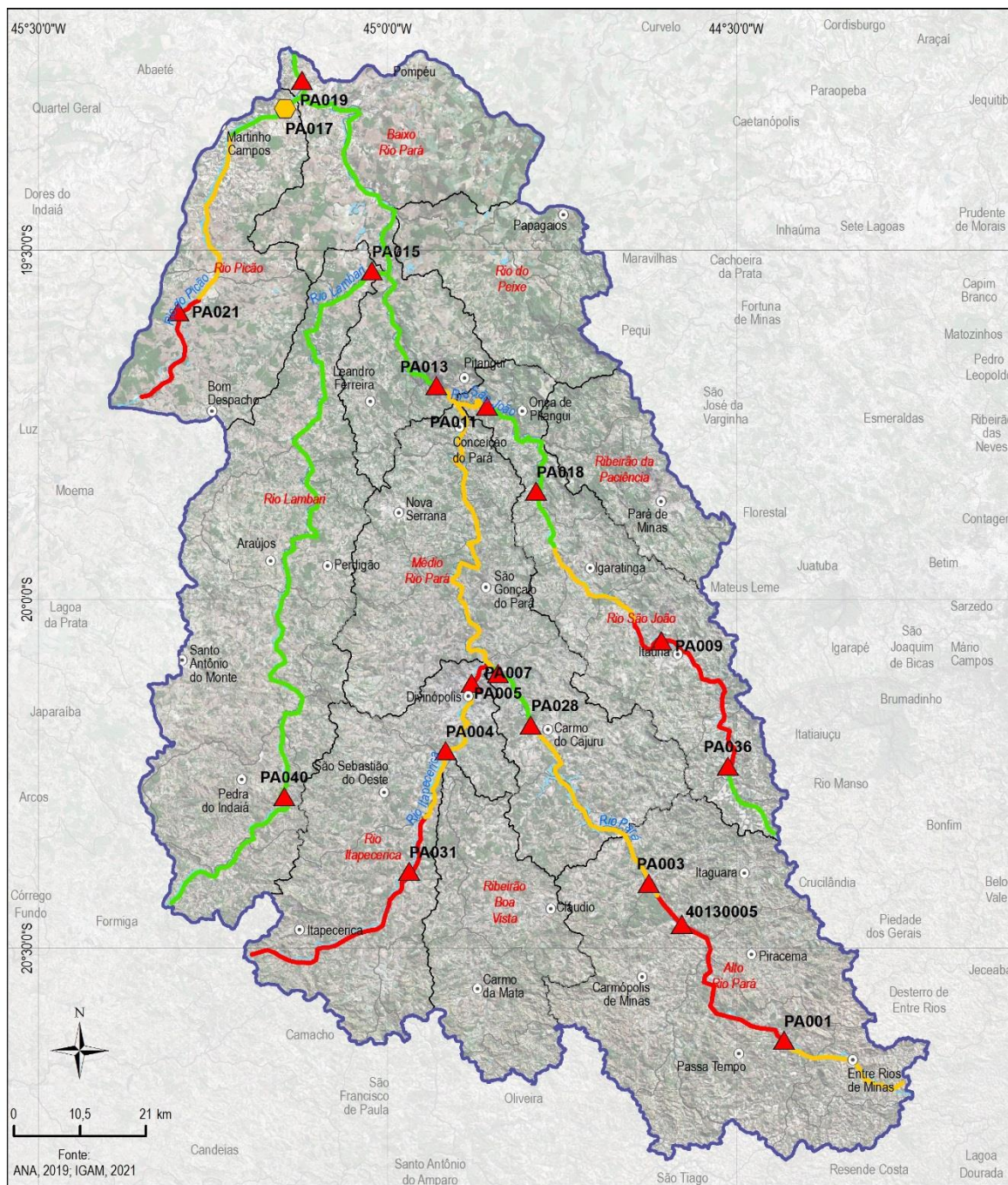
Quadro 2.21 – Pontos de dados observados.

Sub-bacia	Estações de qualidade
Rio Itapecerica	PA031, PA004 e PA007
Rio São João	PA036, PA009 e PA011
Rio Picão	PA021, PA037
Rio Lambari	PA040, PA015
Rio Pará	PA001, PA003, PA028, PA005, PA013 e PA019

Com os modelos hidrológicos e de qualidade da água calibrados, foi possível simular cenários com diferentes vazões de referência ($Q_{7,10}$, Q_{MLT} e Q_{cheia} – vazão de cheia)

para estimar as concentrações de DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes em diferentes trechos do rio para a condição atual e, de forma complementar, para as cenas futuras, como será visto no capítulo de prognóstico.

Os resultados da modelagem da condição atual e sua comparação com os dados de monitoramento existentes são apresentados no mapa da Figura 2-33. O mapa em questão mostra as classes modeladas de cada trecho e a comparação com a pior condição de qualidade identificada nos pontos de monitoramento de acordo com o histórico de dados, indicando coerência nos resultados do modelo. Identifica-se, ainda, a condição mostrando os principais parâmetros em termos de indicadores da pior condição de qualidade sendo coliformes termotolerantes e fósforo total.



LEGENDA

- Sede municipal
 - Limite municipal
 - ~ Curso d'água
 - Massa d'água
 - Sub-bacia
 - CH SF2 - Rio Pará
- | | |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Enquadramento dos Corpos d'Água | Faixa de Classificação das Estações de Monitoramento |
| — Classe 2 | ● Classe 3 |
| — Classe 3 | ● Classe 4 |
| — Classe 4 | |
- Parâmetro de maior contribuição para piora das classes
- △ Coliformes Termotolerantes
 - ◊ Coliformes Termotolerantes e PT

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 2-33 – Comparação entre as classes modeladas e faixas de classificação das estações de monitoramento.

2.5 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA E SISTEMAS AQUÍFEROS

As águas subterrâneas da Bacia do Rio Pará (CH SF2) estão armazenadas em reservatórios de porosidade granular, fissural, granular/fissural e vugular, discriminados em termos de sistemas aquíferos com base em suas características litológicas e de porosidade.

Esses reservatórios foram agrupados nos sistemas aquíferos Cristalino, Metassedimentar, Cárstico, Coberturas Cenozoicas e Aluvionar (Quadro 2.22), com base nos subdomínios definidos no Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (CPRM, 2007), com o propósito de uniformização e padronização dos sistemas aquíferos. As unidades geológicas componentes dos sistemas aquíferos estão discriminadas no Quadro 2.23. A distribuição dos sistemas aquíferos da CH SF2 e localização de poços cadastrados no SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – são mostrados na Figura 2.34. Observa-se que na CH SF2 predomina o sistema Cristalino, que cobre mais de 75% da área da bacia.

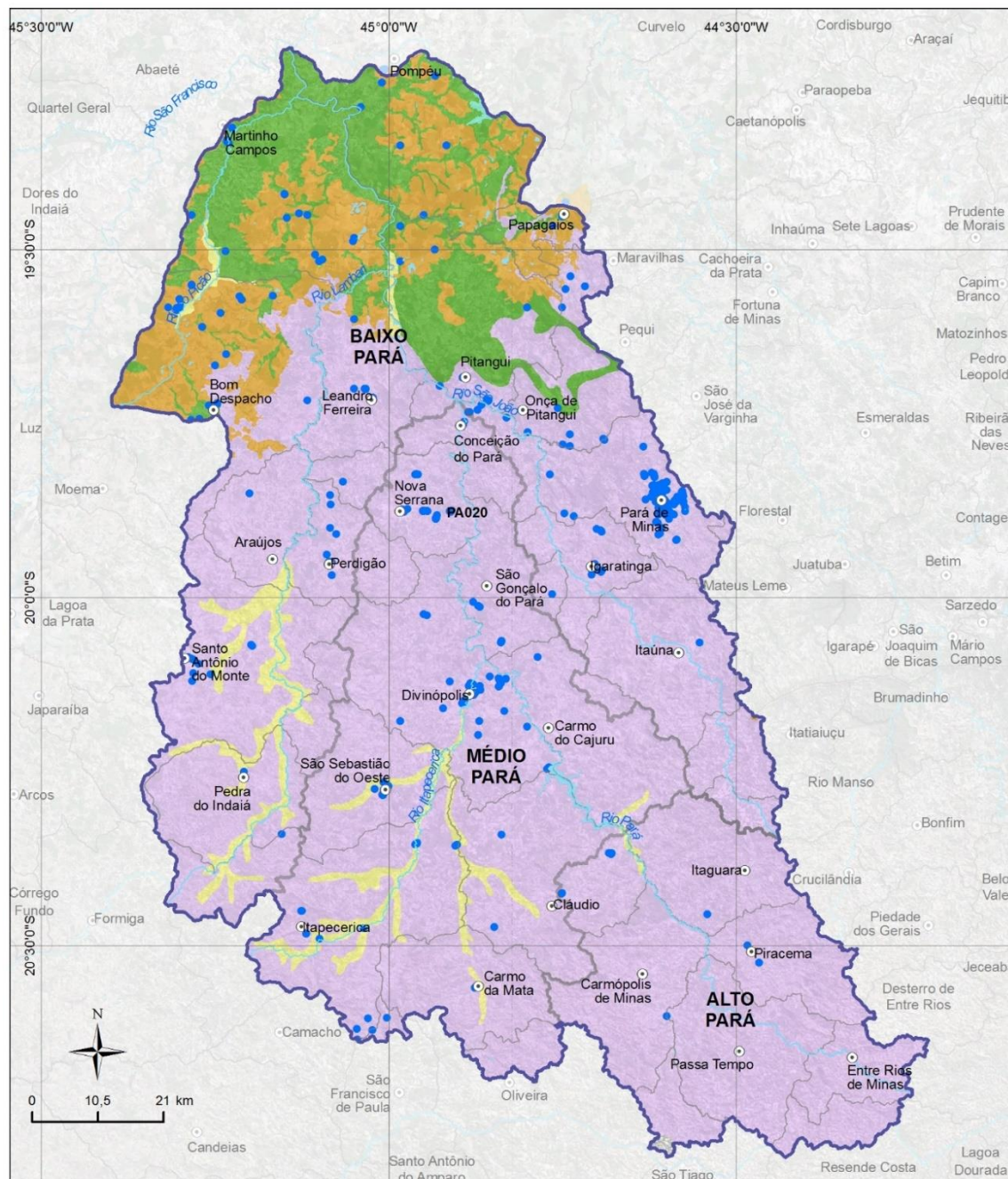
Quadro 2.22 – Sistemas Aquíferos da Bacia do Rio Pará

Sistemas Aquíferos	Área (km ²)	% da Área	Porosidade	Extensão	Continuidade	Natureza
Aluvionar	475,71	3,89%	Granular	Local	Contínuo	Livre
Coberturas cenozoicas	1.224,60	10,02%	Granular	Local	Contínuo	Livre
Cárstico	11,96	0,10%	Vugular	Local	Descontínuo	Livre
Metassedimentar	1.196,39	9,79%	Granular/ Fissural	Regional	Descontínuo	Livre a semiconfinado
Cristalino	9.317,45	76,21%	Fissural	Regional	Descontínuo	Livre a semiconfinado
Total	12.226,11	100,00%				

Quadro 2.23 – Sistemas Aquíferos da Bacia do Rio Pará e unidades geológicas constituintes

Sistemas aquíferos	Unidades geológicas / aquíferas
Aluvionar	Depósitos aluvionares
Coberturas cenozoicas	Coberturas detrítico-lateríticas com concreções ferruginosas, Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas

Sistemas aquíferos	Unidades geológicas / aquíferas
	Depósitos colúvio-aluviais
Cárstico	Lagoa do Jacaré
Cristalino	Alto Jacarandá, Alto Maranhão, Belo Horizonte, Bonfim, Bonfim – Granodioritos, Caraça, Cauê, Divinópolis, Granitóides sin- a tarditectônicos, Granitos róseos, Intrusivas Graníticas a Tonalíticas, Itaúna, Lavras, Lavras - Gnaisses granulíticos, Lavras - Granitos Anatéticos, Maquiné, Minas, Nova Lima, Nova Lima, associação vulcânica máfica-ultramáfica, Nova Lima, associação vulcânica-química, Passa Tempo, Piracicaba, Rio das Velhas, Rochas metabásicas, Rochas metaultramáficas, Sabará
Metassedimentar	Paraopeba
	Serra de Santa Helena



- LEGENDA**
- Poços CPRM
 - Sede municipal
 - Limite municipal
 - Curso d'água
 - Massa d'água
 - CH SF2 - Rio Pará
 - Macro-divisões hidrográficas

- Subdomínio**
- Aluvionar
 - Coberturas cenozoicas
 - Carstico
 - Metassedimentar
 - Cristalino



Figura 2.34 – Sistemas aquíferos da Bacia do Rio Pará (CPRM, 2007) e localização de poços cadastrados no SIAGAS.

Na sequência, são apresentadas as principais informações dos sistemas aquíferos identificados na bacia.

2.5.1 Sistema Aquífero Cristalino

O Sistema Cristalino estende-se por área de cerca de 9.300 km² da porção centro-sul da Bacia do Rio Pará, correspondente a 76% da superfície total. Constituído principalmente por granitos, o armazenamento de água subterrânea nesse sistema é do tipo fissural, preenchendo fendas, fraturas, falhas e outras descontinuidades das rochas genericamente designadas cristalinas.

As porosidades efetivas do Sistema Cristalino são menores do que 0,2% (Johnson, 1967) e as condutividades hidráulicas são extremamente baixas, da ordem de 10⁻⁶ m/d a 10⁻⁵ m/d (Custodio & Llamas, 1996). Contudo, esforços tectônicos e processos intempéricos podem dar origem a fraturas e aumentar a permeabilidade em 10³ a 10⁴ vezes (Acworth, 1987). Por outro lado, ocorre diminuição da permeabilidade com o aumento da profundidade, em decorrência do fechamento das fraturas devido às condições de elevada pressão litostática.

A existência de um espesso manto de alteração sobreposto às rochas cristalinas, mais poroso e permeável, com comportamento de um aquífero granular, favorece o armazenamento de água e a recarga, por drenança, do sistema fissural abaixo.

Embora de extensão regional, esse sistema aquífero não é homogêneo, nem contínuo e nem isotrópico, podendo apresentar grandes variações nas características de permeabilidade em áreas contíguas, comprovadas pelas vazões extremamente variáveis obtidas em perfurações de poços, inclusive com vazões nulas (poços secos).

A zona de saturação dos aquíferos fissurais encontra-se, normalmente, sob pressão atmosférica, caracterizando condições freáticas, mas eventualmente pode exibir caráter semiconfinado.

2.5.2 Sistema Aquífero Metassedimentar

O Sistema Aquífero Metassedimentar aflora no extremo norte da Bacia do Rio Pará, onde cobre área de cerca de 1.200 km², equivalente a menos de 10% da superfície do terreno.

As rochas desse aquífero são compostas de antigos depósitos sedimentares formados por intercalações de arenitos, siltitos, folhelhos e calcários, que passaram por processos metamórficos de baixo grau e deformações tectônicas, dando origem a rochas metassedimentares. As rochas desse aquífero possuem dupla porosidade, do tipo granular/fissural, que propiciam maior volume poroso e melhores condições de armazenamento quando comparado com sistemas de porosidade unicamente fissural.

O Sistema Aquífero Metassedimentar é de extensão regional, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico. As variações nas propriedades de permoporosidade das rochas desse sistema são controladas pela frequência e características das descontinuidades rúpteis; e pelas modificações da porosidade primária ou original em decorrência da compactação, litificação, cimentação, dissolução, processos metamórficos e alterações posteriores.

A zona de saturação do Sistema Metassedimentar encontra-se, geralmente, sob pressão atmosférica, mas eventualmente pode apresentar caráter semiconfinado.

A existência de um espesso manto de alteração capeando as rochas metassedimentares da CH SF2, cujo comportamento é de um sistema de porosidade granular, favorece o armazenamento de água e a recarga, por drenança, das rochas sotopostas.

As vazões extraídas por poços perfurados nesse sistema são extremamente variadas, mesmo em áreas contíguas, e com frequentes resultados insatisfatórios.

2.5.3 Sistema Aquífero Cárstico

As rochas carbonáticas reunidas no Sistema Aquífero Cárstico distribuem-se irregularmente pela bacia, onde ocupam área reduzida de 12 km², ou seja, 0,1% da superfície. Nesse sistema, a água subterrânea encontra-se armazenada em condutos,

fendas e cavidades de proporções variadas, originadas pela dissolução do material carbonático constituinte da rocha e alargamento de estruturas tectônicas preexistentes pela circulação de águas ácidas.

O Sistema Aquífero Cárstico é caracterizado como de extensão local nessa bacia, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico e de natureza livre. Segundo ANA (2018), juntamente com os sistemas porosos têm grande importância nos processos de alimentação dos sistemas fluviais e recarga dos aquíferos mais profundos. Por outro lado, a recarga rápida promovida pela entrada de águas superficiais torna o sistema mais vulnerável à contaminação e a extração de água subterrânea pode causar instabilidade dos terrenos.

2.5.4 Sistema Aquífero Coberturas Cenozoicas

As coberturas sedimentares cenozoicas ocupam área de mais de 1.200 km² da porção norte da Bacia do Rio Pará, correspondente a cerca de 10% da área total, onde cobrem principalmente unidades rochosas constituintes do Sistema Metassedimentar.

O Sistema Aquífero Coberturas Cenozoicas possui características litológicas que favorecem a infiltração e acúmulo de águas superficiais. Todavia, as espessuras reduzidas desse sistema, da ordem de algumas dezenas de metros, não possibilitam um grande armazenamento de água subterrânea. Por outro lado, esse sistema auxilia na recarga dos sistemas aquíferos inferiores e contribui com o escoamento de base da rede fluvial instalada. O Sistema Aquífero Coberturas Cenozoicas é de natureza livre, contínuo e de porosidade granular.

2.5.5 Sistema Aquífero Aluvionar

O Sistema Aquífero Aluvionar ocupa área irregular e pouco expressiva, da ordem de 480 km² da Bacia do Rio Pará. Compreende intercalações de sedimentos arenosos e argilosos recentes depositados nas planícies aluvionares associadas aos cursos de água superficiais.

De boa porosidade granular e natureza livre, o armazenamento de água desse sistema subterrâneo é muito limitado em razão de suas dimensões, contudo, tem importância relevante na manutenção do escoamento de base dos rios. Como

inconveniente, o sistema apresenta maior vulnerabilidade às contaminações causadas por águas superficiais poluídas e por atividades antrópicas desenvolvidas em sua superfície

2.6 ANÁLISE DO ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL PERTINENTE

2.6.1 Análise do Arcabouço Legal de Abrangência Nacional e Estadual que Tenha Relação com os Estudos ora em Curso

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída por meio da Lei Federal nº 9.433/1997, que apresentou o enquadramento de corpos de água em classes como um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Da mesma forma, foram criados os outros instrumentos de gestão como a outorga de direitos de uso de recursos hídricos, o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, a cobrança pelo uso de recursos hídricos e os planos de recursos hídricos, sendo que estes últimos podem ser elaborados para áreas de abrangência nacional, estadual ou de bacia hidrográfica.

O presente estudo trata especificamente do enquadramento de corpos de água em classes, que tem os objetivos de assegurar qualidade das águas compatível com os usos mais exigentes para os quais são destinadas as águas de determinado corpo hídrico e diminuir os custos de combate à poluição das águas, com base em ações preventivas. Trata-se de um instrumento de planejamento em que são avaliadas as condições atuais da bacia e são construídos cenários futuros possíveis, a partir dos quais deve ser definido um cenário de planejamento com ações futuras e que devem ser executadas na bacia para que todos os corpos hídricos tenham qualidade compatível com os usos da água. Para a bacia hidrográfica do rio Pará, o enquadramento já foi aprovado pelo COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental, sendo formalizado por meio de suas Resoluções nºs 28 e 31/1998.

O enquadramento de corpos de água em classes tem impacto em todos os outros instrumentos, mas também pode ser influenciado por eles. O primeiro deles a ser considerado nesta análise trata do SNIRH, que é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Nesse sentido, se mostra como uma base fundamental

à busca de informações para o presente estudo, como pode ser identificado nas análises diagnósticas que vêm sendo realizadas no presente documento. De forma complementar, os resultados e análises desenvolvidos neste estudo gerarão base importante de informações para disponibilização no próprio SNIRH ou atualização de bases existentes.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve ser emitida para todos os empreendimentos que alterem a qualidade, quantidade ou regime dos corpos hídricos. Nesse sentido, envolvem captações de águas superficiais ou subterrâneas, lançamento de efluentes em corpos hídricos ou intervenções que levem a alterações no regime hídrico dos corpos de água como é o caso de barragens para geração de energia hidrelétricas, amortecimento de cheias ou regularização de vazões, por exemplo. Dessa forma, para diversas análises de pedidos de outorga, é importante consultar ou verificar a compatibilidade dos usos pretendidos com a qualidade resultante dos corpos de água. Como principal exemplo, pode ser citado o lançamento de efluentes em que deve ser avaliado se o corpo hídrico irá manter a qualidade em que encontra-se enquadrado, mesmo após a realização do referido uso para a diluição.

Também dentre os instrumentos de gestão, podem ser citados os planos de recursos hídricos, que fundamentam e orientam a política de recursos hídricos em sua área de atuação, que pode ser a bacia hidrográfica, o Estado ou o País. Nesse sentido, constam de etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, em moldes semelhantes ao do enquadramento. Além disso, diversos estudos previstos nas etapas de diagnóstico e prognóstico dos planos de recursos hídricos são também compatíveis com os estudos de enquadramento, sendo, inclusive, recomendado que a proposta de enquadramento seja elaborada em conformidade com o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica, preferencialmente durante sua elaboração, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH nº 91/2008 que dispõe sobre os procedimentos gerais para enquadramento. Nesse sentido, é fundamental que as ações previstas nos planos de recursos hídricos e nos planos de ações das propostas de enquadramento estejam compatíveis, o que irá otimizar investimentos em ações em prol das bacias hidrográficas. No caso da bacia

hidrográfica do rio Pará, já possui o seu Plano Diretor de Recursos Hídricos – PDRH elaborado e aprovado pelo seu respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH por meio da DN – Deliberação Normativa CBH Pará nº 14, de 10 de abril de 2008.

Seguindo pelos instrumentos de gestão, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos visa reconhecer a água como bem econômico, dar ao usuário indicação de seu valor, incentivar a racionalização de uso e obter recursos financeiros para o investimento em ações dos planos de recursos hídricos. Nesse sentido, considerando o comentário já apresentado anteriormente em que os planos de recursos hídricos e os enquadramentos devem atuar de forma integrada, é possível que as ações previstas nos planos de ações do enquadramento sejam financiadas com recursos da cobrança, caso também estejam previstas no contexto daquele outro instrumento. Outro aspecto de integração direta entre o instrumento enquadramento e a cobrança pelo uso de recursos hídricos trata da formulação de cálculo aplicada nas metodologias usualmente aprovadas para pagamento pelos usuários. Como exemplo, na própria metodologia aprovada para a bacia hidrográfica do rio Pará pela DN nº 24/2013 de seu CBH, um dos fatores adotados na fórmula de cobrança trata do $K_{cap\ classe}$, que é um coeficiente que considera a classe de enquadramento do corpo de água em que se faz a captação. Assim, de acordo com a respectiva classe de enquadramento, o valor pago pelo usuário pode ser majorado (classe especial ou 1) ou minorado (classes 3 ou 4).

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos já foi implementada na bacia hidrográfica do rio Pará desde 2018 e arrecadou em 2020 um valor total de R\$ 2.425.754,77⁶. Esse valor e o potencial de arrecadação para os próximos anos poderão ser utilizados como fontes de recursos para o financiamento de ações do enquadramento, desde que estejam compatíveis com o respectivo PDRH da bacia do rio Pará.

⁶ <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2021/02/Cobran%C3%A7a-e-Arrecada%C3%A7%C3%A3o-2020-CG-Par%C3%A1-2.pdf>

Dessa forma, apresenta-se de forma direta que todos os instrumentos de gestão apresentam relação direta com o enquadramento dos corpos hídricos, sendo influenciados ou influenciando suas informações e estudos desenvolvidos.

A Política Estadual de Recursos Hídricos em Minas Gerais foi criada por meio de Lei Estadual nº 13.199/1999 e previu os mesmos instrumentos considerados na legislação federal, acrescentando a compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos, o rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo e as penalidades. Apesar da política estadual já ter sido regulamentada por meio de alguns decretos, dentre esses instrumentos complementares à Política Nacional de Recursos Hídricos, apenas o instrumento “penalidades” vem sendo aplicado, faltando ainda melhor disciplinamento para que os outros dois instrumentos sejam efetivamente implementados no estado. Quanto ao instrumento enquadramento, na lei estadual apresenta os mesmos objetivos previstos na Lei Federal nº 9.433/1997. O decreto estadual nº 41.578/2001 regulamentou a Política Estadual de Recursos Hídricos e não apresentou maior detalhamento para o instrumento enquadramento, determinando que o CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos e o COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental, sob a coordenação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, estabelecessem, mediante deliberação normativa conjunta, o disciplinamento. Tal deliberação será apresentada mais adiante neste subitem.

Tratando do disciplinamento específico do instrumento enquadramento, foi formalizado em nível nacional pela já citada Resolução CNRH nº 91/2008, que definiu as quatro etapas previstas de estudos, sendo elas o diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e o programa de efetivação. Além disso, o documento indica os aspectos que devem ser abordados em cada uma dessas quatro etapas do estudo de enquadramento e que são seguidas de acordo com o termo de referência previsto para a elaboração do presente estudo.

De abrangência estadual em Minas Gerais, cabe destacar a Deliberação Normativa Conjunta do COPAM e CERH nº 06/2017, que dispõe sobre os procedimentos gerais para enquadramento de corpos de água superficiais. Nesse sentido, a DN em questão define que o enquadramento deve se dar por meio do estabelecimento de classes de

qualidade para cada corpo hídrico tendo como referência seus usos preponderantes mais restritivos e a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Por esse motivo, a análise sobre os usos da água deste documento já avançou na identificação e exposição dos usos preponderantes mais restritivos de cada sub-bacia. A DN mineira segue as mesmas etapas de estudos previstas na Resolução do CNRH, assim como o que deve constar em cada etapa de estudos. Além disso, apresenta regra transitória semelhante à já disposta na Resolução do CNRH, sendo definido que, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces devem ser consideradas como classe 2, exceto se apresentarem condições de qualidade atuais melhores, situação em que deverá ser aplicada classe mais rigorosa.












De abrangência nacional, cabe citar, ainda, alguns atos específicos sobre o tema e formalizados pelo CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, como é o caso da Resolução nº357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento. Nesse caso, estabelece cinco classes de águas doces e suas finalidades mais restritivas de usos, a saber:

- Classe especial: águas destinadas:
 - Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
 - À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
 - À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

- Classe 1: águas que podem ser destinadas:
 - Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
 - À proteção das comunidades aquáticas;
 - À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000;
 - À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
 - À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

- Classe 2: águas que podem ser destinadas:
 - Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
 - À proteção das comunidades aquáticas;
 - À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274/2000;
 - À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
 - À aquicultura e à atividade de pesca.
- Classe 3: águas que podem ser destinadas:
 - Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
 - À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
 - À pesca amadora;
 - À recreação de contato secundário; e
 - À dessedentação de animais.
- Classe 4: águas que podem ser destinadas:
 - À navegação; e
 - À harmonia paisagística.

As classes e finalidades de usos podem ser resumidas na Figura 2-35.

USOS DAS ÁGUAS DOCES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas 		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário 					
Aquicultura 					
Abastecimento para consumo humano 	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário 					
Pesca 					
Irrigação 		Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cereíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais 					
Navegação 					
Harmonia paisagística 					

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Figura 2-35 – Classes das águas doces e usos respectivos.

Dessa forma, quando da avaliação das propostas de enquadramento, devem ser consideradas questões relacionadas aos usos preponderantes mais restritivos para cada corpo hídrico. A Resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece, ainda, as condições e os padrões de qualidade que devem ser seguidos para atendimento aos usos estabelecidos para cada trecho e corpo de água, tanto em termos de parâmetros como seus limites máximos que devem ser observados. Na sequência, a Resolução CONAMA n° 430/2011 complementa a Resolução CONAMA n° 357/2005, em termos de condições e padrões de lançamento de efluentes.

De abrangência estadual, importante citar a DN Conjunta COPAM/CERH n° 01/2008, que 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. No que se refere aos usos previstos para cada classe de enquadramento, a DN estadual se mostra bastante parecida com a nacional, com a única diferença referindo-se à classe especial, que destina ao abastecimento para

consumo humano, com filtração e desinfecção, sendo sublinhado o item acrescido na legislação estadual.

2.6.2 Levantamento das Instituições com Atuação na Bacia e que Fazem Parte do SINGREH.

Como já disposto no subitem anterior, a Política Nacional de Recursos Hídricos foi criada por meio da Lei Federal nº 9.433/1997. A mesma lei instituiu o SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo as entidades responsáveis pelo processo de gestão de recursos hídricos no âmbito nacional. No âmbito estadual, a já supracitada Lei Estadual nº 13.199/1999 dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH.

Para a presente análise, são, a seguir, destacadas as entidades que apresentam responsabilidades no processo de estudo e aprovação dos enquadramentos de corpos de água em classes.

A primeira delas trata do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão consultivo, normativo e deliberativo, que é responsável pela aprovação final do enquadramento encaminhado pelo respectivo CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica, no caso de bacias hidrográficas de rios de domínio da União. No caso do estado de Minas Gerais, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH tem funções semelhantes, tendo sido criado pelo Decreto Estadual nº 26.961/1987 e sendo representado por conselheiros dos poderes público estadual e municipal de forma paritária, além de usuários e entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, também de forma paritária. Sua estrutura é estabelecida por meio do Decreto Estadual nº 48.209/2021.

Também de abrangência nacional, cabe citar a ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, instituída pela Lei Federal nº 9.984/2000 como órgão gestor de recursos hídricos nacional e com o nome original de Agência Nacional de Águas e cuja denominação foi alterada pela Lei Federal nº 14.026/2020, assumindo também as funções de agência reguladora do setor saneamento. Dentre outras funções, a ANA é responsável pela emissão das outorgas para usos de águas de domínio da União,

implementar a cobrança em cursos de água de domínio da União e pelo desenvolvimento de estudos de enquadramento na ausência da agência de bacia ou entidade delegatária.

De abrangência estadual o órgão gestor de recursos hídricos é o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, criado por meio da Lei Estadual nº 12.584/1997, que alterou a denominação do antigo DRH – Departamento de Recursos Hídricos. O IGAM é uma autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e que tem atribuições de análise e emissão de outorgas, desenvolvimento de estudos de cobrança e enquadramento, na ausência da respectiva agência de bacia ou entidade delegatária, dentre outras.

Outra instituição de grande relevância nos processos relacionados ao enquadramento trata do Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH, que tem a responsabilidade de participar das discussões durante o período de elaboração dos estudos e de aprovar a proposta de enquadramento para deliberação final do respectivo Conselho de Recursos Hídricos. De abrangência interestadual, o CBH São Francisco foi criado por meio de decreto presidencial sem número de 5 de junho de 2001 e vem atuando desde então no processo de gestão de toda a bacia, sendo um dos mais participativos no país.

Especificamente para a bacia hidrográfica do rio Pará, o CBH Pará foi criado por meio do Decreto Estadual nº 39.913/1998 e tem 40 representantes distribuídos de forma paritária entre o poder público estadual, municipal, usuários e entidades da sociedade civil. O CBH Pará tem sido bastante atuante, já tendo aprovado seu PDRH em 2008, os critérios e normas de cobrança pelo uso dos recursos hídricos em 2013 (Deliberação nº 24/2013) e a indicação da Agência Peixe Vivo como Entidade Delegatária das funções de Agência de Bacia (Deliberação nº 23/2013).

Nesse sentido, cabe citar a Agência Peixe Vivo como ator de importante atuação na bacia, como Entidade Delegatária das funções de Agência de Bacia e que, com isso, vem recebendo os recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia, contratando e gerindo os estudos com os recursos arrecadados, sendo o braço executivo do CBH Pará e também do CBH São Francisco.

Por fim, cabe destacar a já citada Resolução CNRH n° 91/2008, que apresenta as responsabilidades de elaboração dos estudos de enquadramento em seu artigo 8°, sendo que em caso como o da bacia do rio Pará, a entidade delegatária, em articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos e os órgãos de meio ambiente, deverão elaborar os estudos de enquadramento e encaminhar as propostas de alternativas ao CBH Pará para discussão, aprovação e posterior encaminhamento, para deliberação do CERH. Atribuições semelhantes são previstas na também já citada DN Conjunta COPAM-CERH n° 06/2017.

2.7 LEVANTAMENTO DE POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS EXISTENTES E CAPACIDADE DE INVESTIMENTO

Esta análise foi realizada, inicialmente, para cada um dos municípios que fazem parte da bacia e tratou da verificação daqueles que possuem Planos Municipais de Saneamento Básico ou Planos Diretores e que poderiam de alguma forma nortear o uso do solo e da água na região. Nesse sentido, foi construído o Quadro 2.24, com a relação dos planos identificados. Como se verifica pelo quadro em questão, 18 municípios já possuem seus PMSBs elaborados e 22 possuem Planos Diretores. Vale lembrar que a elaboração de PMSBs é obrigatória de acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico – Lei Federal n° 11.445/2007, modificada pela Lei 14.026/2020, que estipulou os seguintes prazos para sua elaboração e aprovação:

- Até 2 de agosto de 2020 para municípios com mais de 100.000 habitantes (na Bacia, caso de Patos de Minas), e
- 2 de agosto de 2024 para municípios com menos de 50.000 habitantes (na Bacia, todos os demais).

Quadro 2.24 – PMSBs e Planos Diretores dos municípios da bacia.

Município	PMSB	Ano	Plano Diretor	Ano
Araújos	Sim	2016	Sim	-
Bom Despacho	Sim	2014	Sim	2006
Carmo da Mata	Não	-	Sim	2014
Carmo do Cajuru	Não	-	Sim	2016
Carmópolis de Minas	Sim	2014	Sim	2014
Cláudio	Sim	2018	Sim	2017

Município	PMSB	Ano	Plano Diretor	Ano
Conceição do Pará	Não	-	Não	-
Desterro de Entre Rios	Não	-	Sim	2009
Divinópolis	Sim	2011	Sim	2014
Florestal	Não	-	Sim	1978
Igaratinga	Não	-	Não	-
Itaguara	Sim	2020	Sim	2007
Itapecerica	Não	-	Sim	2001
Itatiaiuçu	Não	-	Sim	2006
Itaúna	Sim	2013	Sim	2018
Leandro Ferreira	Não	-	Não	-
Maravilhas	Não	-	Não	-
Martinho Campos	Não	-	Não	-
Nova Serrana	Sim	2017	Sim	2007
Oliveira	Não	-	Sim	2008
Onça de Pitangui	Sim	2018	Não	-
Papagaios	Sim	2014	Sim	2013
Pará de Minas	Sim	2014	Sim	2011
Passa Tempo	Não	-	Não	-
Pedra do Indaiá	Não	-	Não	-
Perdigão	Sim	2018	Não	-
Piracema	Sim	2018	Não	-
Pitangui	Sim	2016	Sim	2007
Pompéu	Sim	2014	Sim	2007
Resende Costa	Sim	2013	Não	-
Santo Antônio do Monte	Não	-	Sim	2007
São Francisco de Paula	Sim	2016	Sim	2019
São Gonçalo do Pará	Não	-	Sim	2010
São Sebastião do Oeste	Sim	2010	Não	-

Fonte: Pesquisa realizada nos sites das Prefeituras e/ou Câmara Municipal de cada município.
Elaboração: Engecorps, 2021

Dentre as políticas e planos existentes e com abrangência na bacia, cabe destacar o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PRHSF 2016-2025 e os recursos advindos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia do rio São Francisco como um todo, bem como o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará – PDRH Pará.

O PRHSF foi aprovado pelo CBHSF por meio de sua Deliberação nº 91/2016 e tem vigência decenal, pelo período de 2016 a 2025 e foi elaborado seguindo as etapas de

diagnóstico, prognóstico e plano de ações. Seu plano de ações foi estruturado em seis eixos de atuação, como exposto a seguir:

- Eixo I – Governança e mobilização social;
- Eixo II – Qualidade da água e saneamento;
- Eixo III – Quantidade de água e usos múltiplos;
- Eixo IV – Sustentabilidade hídrica do semiárido;
- Eixo V – Biodiversidade e requalificação ambiental;
- Eixo VI – Uso da terra e segurança de barragens.

Para cada um dos eixos foram definidas metas para serem atingidas até o ano de 2025, atividades, indicadores e foi previsto um investimento a ser dispendido com recursos advindos da cobrança, dentre outras fontes possíveis de serem obtidas na bacia. O presente estudo está, inclusive, sendo desenvolvido no contexto do Eixo I, atividade I.1.a, que se refere à implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos na bacia, sendo que um dos indicadores estabelecidos é o número de corpos de água superficial com enquadramento aprovado e outro é o número de aquíferos com proposta de enquadramento.

O PDRH Pará foi aprovado em 2008 pelo seu CBH e foi desenvolvido em nove etapas, sendo a última apresentando o modelo de avaliação e gestão de recursos hídricos, o que corresponde ao seu plano de ações, composto de quatorze programas distribuídos em cinco planos, de acordo com o exposto no Quadro 2.25. Cada um dos programas propostos teve ações definidas, com local que deveria abranger e a estimativa de custos. No entanto, cabe destacar que os custos estimados não foram associados a fontes de recursos disponíveis, o que dificulta o processo de implementação do respectivo plano.

Quadro 2.25 – Estrutura do Plano de Ações do PDRH Pará.

Plano	Programa
Plano de Desenvolvimento	Programa 1 – Consolidação da Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 2 – Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 3 – Revitalização, Recuperação e Conservação Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Plano	Programa
	Programa 4 – Sustentabilidade Econômico-Social da Bacia Hidrográfica do Rio Pará
Plano de Ações de Apoio – Diretrizes e critérios dos instrumentos de gestão	Programa 5 – Gestão da Informação da Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 6 – Controle dos Usos e Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 7 – Enquadramento dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pará nas classes estabelecidas no Plano Diretor
	Programa 8 – Criação de Áreas Sujeitas a Restrição de Uso, com vistas à Proteção dos Recursos Hídricos e de Ecossistemas Aquáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Pará
Plano de Ações de Implementação	Programa 9 – Fiscalização e Monitoramento Integrado dos Usos e Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 10 – Criação e Aplicação de Indicadores de Desempenho e Socioeconômicos
Plano de Ações Emergenciais	Programa 11 – Saneamento Ambiental Emergencial na Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 12 – Controle Emergencial do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Pará
Plano de Uso Integrado dos Recursos Hídricos	Programa 13 – Conservação do Solo e Água na Bacia Hidrográfica do Rio Pará
	Programa 14: Gestão da Informação existente no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Fonte: Tese (2008)

No contexto do programa 7 que trata especificamente do enquadramento de corpos de água em classes, o PDRH Pará previu algumas ações como a complementação e aprimoramento dos estudos hidrológicos, levantamento de capacidade de autodepuração dos corpos hídricos da bacia, atualização de fontes de poluição da bacia, definição de estratégias para atingimento do enquadramento e realização de workshops para apresentação das estratégias.

3. PROGNÓSTICO

3.1 CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS

O enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneas da bacia hidrográfica do rio São Francisco, trecho Alto São Francisco, bacia do rio Pará, instrumentaliza a gestão das águas e, ao lado dos demais instrumentos instituídos pela Lei das Águas, permite aos órgãos de gestão dos recursos hídricos, demais atores interessados e a sociedade em geral caminharem rumo ao aproveitamento sustentável do recurso.

Inicialmente cabe destacar que as informações sobre o processo de cenarização são apresentadas de forma sintética neste documento, sendo detalhadas no relatório de Prognóstico da bacia desenvolvido no contexto deste mesmo estudo.

O enquadramento deve fomentar a execução de ações táticas claras e práticas para fazer com que as classes traçadas sejam respeitadas, orientando as ações dos atores, melhorando a qualidade ambiental e seu balanço entre uso e conservação, tendo por consequência a garantia da qualidade ambiental e de vida de todos os atores que se conectam via a água em uma mesma bacia hidrográfica.

O alcance do enquadramento não é apenas amplo em sua abrangência geográfica e no indissociável binômio entre a qualidade e a quantidade de água, mas também temporalmente - é instrumento de planejamento para vinte anos. Desta forma, deve-se apreciar como será o desenrolar das atividades que influenciam a qualidade das águas ao longo desse prazo, antevendo problemas e se preparando para soluções. Nesse mister, torna-se fundamental prospectar os possíveis desenrolares de desenvolvimento da região com vistas a compreender como as atividades humanas poderão ser modificadas no futuro.

A prospecção dos desenrolares socioeconômicos demanda a construção de antevisões possíveis para o futuro. Afinal, o futuro é resultado de construção social multifacetada, onde o constante entrelaçar de dinâmicas econômicas, territoriais, de movimento de pessoas, atendimento a necessidades (presentes e futuras), prioridades de transporte e tantos outros desdobramentos criam expressões locais, implicando em diferentes graus de uso do recurso hídrico, diferentes usos do solo, diferentes cidades-polo, diferentes fluxos de produção e de pessoas.

Uma vez que o ambiente futuro é incerto, complexo e em grande medida imprevisível, uma abordagem por cenários propõe trabalhar perspectivas futuras de maneira ativa, passando da tradicional interpretação de um futuro provável para composições de futuros possíveis que explicitam incertezas e faixas de variação⁷. Almeja-se antever

⁷ Cabe lembrar a frase do matemático americano John W. Tukey: "*melhor uma resposta aproximada à uma pergunta certa, o que é muitas vezes vago, do que uma resposta exata para a pergunta errada,*

acontecimentos críticos em tempo hábil para intervenções, tornando assim os cenários em ferramenta para embasar o planejamento estratégico e torná-lo robusto.

A forma mais usual de se interpretar o futuro é projetá-lo com base nos comportamentos dominantes do passado, replicando as tendências apenas ocorridas. A essa visão retrospectiva, devem-se incorporar, minimamente: as modificações mais esperadas; as maiores incertezas presentes; os investimentos estruturantes já anunciados ou muito prováveis; enfim, todas as condicionantes e hipóteses que estão amadurecendo na realidade atual e que afetam o desenrolar da região.

A construção do cenário que replica as tendências é uma importante âncora no pensar o desconhecido. Trata-se do **cenário tendencial**, que como o próprio nome implica, segue a premissa da permanência das condições demográficas, econômicas e políticas prevaletes. Uma vez que o futuro não necessariamente repete o passado, deve-se também elaborar **cenários alternativos** que demonstrem situações limites de um amplo espectro de possibilidades de desenrolares futuros.

Dessa forma, não se compreendem os cenários como representações de onde queremos chegar, ou de objetivos a serem perseguidos, selecionando-se um cenário em particular. As forças atuantes que levam aos diferentes cenários estão, por definição, fora do controle dos tomadores de decisão. “Escolher” um cenário, portanto, não passa de um “desejo” sem amarra alguma com a realidade.

Ao contrário, almeja-se justamente explicitar e articular a imprevisibilidade para a identificação de onde se é possível chegar. O que emerge como resultado da análise dos cenários não são desejos de um ou de outro estado de mundo futuro, mas sim estratégias de planejamento para se lidar com quaisquer estados de mundo que venham de fato a ocorrer.

Ao fim e ao cabo, portanto, os cenários deverão embasar a tomada de decisões, pois estas serão mais robustas quanto melhor anteverem as diversas facetas dos marcos portadores de futuro e seus impactos sobre a ambiência em questão (Heidjen, 2005).

que sempre pode ser precisa”. (página 14). [Tukey, J. W. (1962) O futuro da análise de dados. *Annals of Mathematics Statistics* 33, 1-67]

Com base nos cenários possíveis, avaliam-se as condições da qualidade da água, as demandas e disponibilidades hídricas para cada um dos cenários formulados, bem como o balanço entre as disponibilidades e as demandas hídricas. Os conflitos potenciais são assim identificados e podem ser endereçados de forma proativa.

Para tanto, os cenários precisam ser plausíveis - mesmo que improváveis sob as (geralmente míopes) lentes do presente. Pode-se considerar que os cenários exploratórios são limites de uma banda de variação possível, em que os movimentos passados são uma referência para potenciais modificações - embora haja sempre alguma possibilidade de se estar em quaisquer pontos deste espectro no futuro. As dinâmicas que se equilibram na bacia hidrográfica são condicionadas pelas próprias dinâmicas naturais, que podem tanto dificultar ou ainda exacerbar o resultado dessa constante inter-relação.

A concepção dos cenários se origina na abordagem conceitual descrita e se mecaniza na identificação, quantificação, articulação e tradução dos seguintes elementos⁸:

- Macrodinâmicas – são as dinâmicas externas que interagem sobre a bacia hidrográfica, advindas de âmbito Nacional e até internacional. Essas forçantes perfazem o “pano de fundo” dos cenários, pois é sobre elas que as endógenas se rebatem. Seus elementos fulcrais são os desenrolares da economia (mediante a especificidade dos três grandes setores econômicos) e da demografia (mediante a consideração da população urbana e rural);
- Microdinâmicas – são as dinâmicas internas que interagem sobre o território dado suas particularidades locais, pois perpassam o uso do solo, as conexões logísticas, os grandes investimentos, o perfil das atividades econômicas e os ritmos de uso dos recursos típicos do local. Enquanto as macrodinâmicas trabalham com os setores econômicos, as endógenas trazem atividades econômicas.

As tendências dos desdobramentos passados são identificadas em função das dinâmicas macro e micro, compreendendo os ritmos de modificação futuros. É na

⁸ Elaboração própria.

interface entre estas que os cenários se desenvolvem, fornecendo os dados necessários para a compreensão e articulação das repercussões nos recursos hídricos, como ilustra a Figura 3-1.

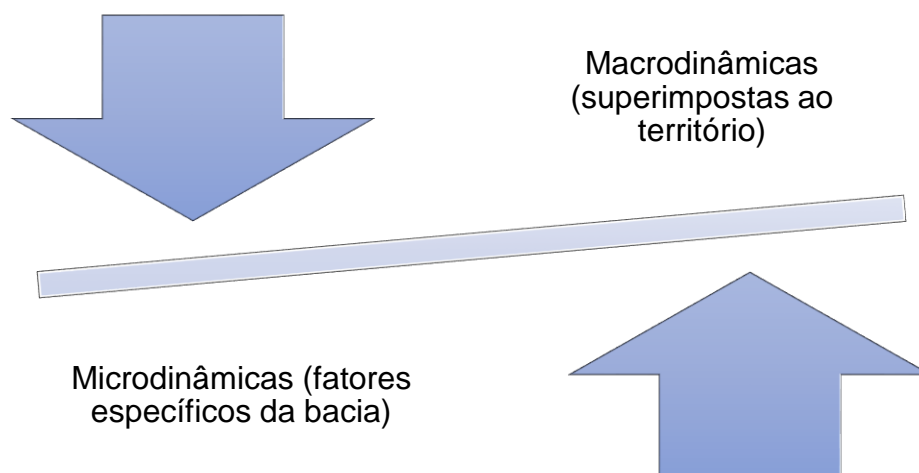


Figura 3-1 – Composição conceitual dos cenários.

Elaboração: Engecorps, 2021.

No detalhamento exposto no relatório de Prognóstico, cada uma das dinâmicas consideradas foi detalhada, compondo o perfil dos cenários. O horizonte temporal de planejamento, de 20 anos, é longo o suficiente para expressar a visão de longo prazo que se almeja, ao mesmo tempo que se mantém coerência de fatos e antevisões com a realidade. Esse horizonte temporal permite realizar três recortes distintos de subsídio ao planejamento - o de curto prazo (primeiros 5 anos, até 2026), o de médio prazo (entre os anos 6 e 10, até 2031) e de longo prazo (do 11º ao 20º ano, até 2041), qualificando as trajetórias antevistas e delas extraíndo os pontos principais de atenção para o enquadramento.

O processo de análise das macrodinâmicas e microdinâmicas da bacia é apresentado em detalhe no relatório de Prognóstico, sendo aqui apresentado de forma sintética, que os cenários adotados consideraram diferentes antevisões dos recursos hídricos, em linha com desenrolares plausíveis, concedendo robustez ao enquadramento a ser proposto. Nesse sentido, foram adotados os seguintes cenários para a dinâmica

econômica e que refletem diretamente na condição de qualidade das águas para os horizontes temporais avaliados: Estagnação, Tendencial e Crescimento, de acordo o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Conceituação Econômica dos Cenários

Cenários		
Estagnação	Tendencial	Crescimento
Alinhamento à Estratégia Federal de Desenvolvimento (EFD 2020-2031)		
Intermediário entre o Contrafactual e o de Referência, com crescimento anual médio do PIB de 1,3% entre 2020 e 2031	Cenário de Referência, com crescimento anual médio do PIB de 2,2% entre 2020 e 2031	Cenário Transformador, com crescimento anual médio do PIB de 3,5% entre 2020 e 2031
Conjuntura Econômica (PIB)		
Não há modificações estruturais, a atividade econômica, que se recupera em ritmo lento, com permanência da estagnação e pressão inflacionária de oferta	Há algum alívio de restrições, a atividade econômica se recupera em ritmo compatível com o crescimento passado, com predominância da utilização de capacidade ociosa, mas pouca força para continuidade	Há maior alívio de restrições, e a atividade econômica se recupera em ritmo mais célere, com a utilização de capacidade ociosa alvancando o aproveitamento de novos investimentos em ativos físicos e não físicos para o crescimento
Setor Primário (Agropecuária)		
Manutenção do foco no mercado de <i>commodities</i> agrícolas para exportação; pouco investimento na geração de produtos de maior valor agregado e pouca inovação	Ênfase no mercado de <i>commodities</i> agrícolas para exportação, porém com mais investimento no mercado interno; alguma inovação na agregação de valor	Demanda interna cresce em paralelo ao mercado de <i>commodities</i> agrícolas para exportação, levando à retomada dos investimentos latentes no setor, com inovação
Setor Secundário (Indústria)		
Permanência da desindustrialização; mesmo com juros mais baixos, os gargalos de infraestrutura e baixo papel da iniciativa privada rendem tímidas perspectivas de futuro	Reversão gradual da desindustrialização, com retomada de capacidades ociosas alguns nichos industriais se destacando, mas ainda com dificuldade de investimento em inovação	Reversão da desindustrialização, com retomada de capacidades ociosas e novos investimentos e inovações, maior confiança ao setor
Setor Terciário (Comércio e Serviços)		
Crescimento lento da demanda interna, apenas recuperando-se da situação de estagnação atual; inadimplência alta, favorecendo consumo de bens e serviços apenas de primeira necessidade; nos pequenos municípios, setor público continua sendo o dinamizador econômico local	Demanda interna recupera o ritmo de crescimento do passado, com melhora expressiva em relação à situação atual, porém ainda de um mercado com manutenção de juros baixos e início de novo ciclo econômico; nos pequenos municípios, setor público ainda é dinamizador econômico local, mas com retomada tímida do consumo privado	Demanda interna recupera-se de forma acelerada via aumento de renda e investimentos em qualidade de vida e lazer, em um caminho para novas formas de serviços; elevação no grau de inovação; nos pequenos municípios, setor público perde preponderância como dinamizador econômico local

Elaboração: Engecorps, 2021.

A partir da conceituação em questão, foram realizadas projeções relacionadas ao crescimento demográfico e setorial, referente aos sistemas de esgotamento sanitário, criação animal, agricultura, silvicultura, indústria, mineração e setor terciário e que

refletem diretamente no uso e ocupação do solo na bacia. Assim, todas as alterações prognosticadas foram rebatidas nas interferências nos recursos hídricos, tanto em seus aspectos de qualidade quanto quantidade para o horizonte temporal considerado de 20 anos.

Nesse sentido, o alcance do enquadramento é amplo em abrangência geográfica, no indissociável binômio entre a qualidade e a quantidade de água, e também temporalmente. Como foram elaborados três cenários, a combinação destes com os três recortes distintos de subsídio ao planejamento (curto, médio e longo prazos) resultam em nove resultados distintos para as águas da bacia do rio Pará. Conforme se ilustra no Quadro 3.2, além destes resultados, um décimo se apresenta de extrema relevância - a cena atual, que é o ponto de partida já apresentado no diagnóstico.

Quadro 3.2 – Combinação entre as cenas temporais e os cenários

CENAS	Atual	CENÁRIOS		
		Estagnação	Tendencial	Crescimento
		<i>resultados (sem variação entre os cenários)</i>		
	Curto prazo (2026)	<i>resultados</i>	<i>resultados</i>	<i>resultados</i>
	Médio prazo (2031)	<i>resultados</i>	<i>resultados</i>	<i>resultados</i>
	Longo prazo (2041)	<i>resultados</i>	<i>resultados</i>	<i>resultados</i>

3.2 POTENCIALIDADE, DISPONIBILIDADE E DEMANDA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

3.2.1 Disponibilidade Hídrica Superficial

Para a análise de disponibilidade hídrica na bacia, foi obtido junto à ANA o arquivo *shape* de disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio São Francisco e suas sub-bacias afluentes de 2020, mais especificamente para a bacia do rio Pará, onde são apresentados os valores de vazão disponíveis atualmente, tanto em termos de Q_{mlt} – vazão média de longo termo, como em termos de Q_{95} (vazão de permanência igualada ou superada em 95% do tempo), trecho a trecho dos corpos de água,

considerando a base ottocodificada de bacias hidrográficas⁹. O arquivo apresenta dois valores de Q_{95} :

- Q_{95nat} : vazão com 95% de permanência sem considerar a regularização de vazões por reservatórios;
- $DispQ_{95}$: vazão de referência anual, que corresponde à disponibilidade hídrica efetiva para a gestão, considerando a regularização de vazões proporcionada por reservatórios de grande porte na bacia.

No caso da bacia hidrográfica do rio Pará, como não há reservatórios de regularização de vazões de grande porte, a vazão Q_{95nat} e a $DispQ_{95}$ apresentam os mesmos valores, para todas as suas sub-bacias. Especificamente para a estimativa de vazões $Q_{7,10}$ – vazão mínima média de sete dias consecutivos e dez anos de período de retorno, os valores foram obtidos de acordo com metodologia de regionalização de vazões a partir dos índices relacionando a permanência das vazões e os índices de rendimento de sete dias e com dez anos de período de retorno.

Considerando não haver previsão de nenhum grande projeto de incremento da oferta hídrica na bacia por meio de reservatório de regularização de vazões de grande porte, os valores de vazão disponíveis para os cenários projetados são os mesmos da cena atual, a seguir apresentados no Quadro 3-3 para as sub-bacias em que foi dividida a bacia do rio Pará. É válido destacar que os empreendimentos hidrelétricos em estudo levantados no Diagnóstico e apresentados no Item 2.2.3 do presente relatório poderiam ter impacto no balanço hídrico caso sejam projetadas para a múltipla função de regularização de vazão, juntamente ao aproveitamento hidrelétrico. Porém, a maior parte deles encontra-se com o processo de licenciamento arquivado ou com outorga indeferida. O único empreendimento com o processo de licenciamento aprovado e a outorga deferida é a PCH Troia, no rio Lambari. Porém, não foram identificadas informações detalhadas sobre o projeto, que permitissem avaliar o incremento de vazão que o barramento pudesse vir a trazer.

⁹ Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (ANA, 2017)

Quadro 3-3 – Disponibilidade Hídrica nas Sub-bacias da CH SF2.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão Acumulada (m³/s)		
		Q _{mlt}	Q _{95nat}	Q _{7,10}
Alto Pará	Alto Rio Pará	25,897	5,962	5,010
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	10,690	2,461	2,068
	Rio Itapecerica	27,730	6,384	5,365
	Médio Rio Pará	77,887	17,930	15,067
Baixo Pará	Rio São João	22,385	5,153	4,330
	Ribeirão da Paciência	6,249	1,439	1,209
	Rio Lambari	28,691	6,605	5,550
	Rio do Peixe	8,224	1,893	1,591
	Rio Picão	12,348	2,843	2,389
	Baixo Rio Pará	168,322	38,750	32,563
Total		168,322	38,750	32,563

Fonte: base de dados disponibilizada pela ANA e regionalização.

Adicionalmente, foi analisado o “Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais” (IGAM, 2012), o qual apresenta as vazões Q_{mlt} , $Q_{7,10}$ e Q_{95} . A partir dessas vazões de referência, foram calculados os respectivos rendimentos específicos (L/s/km²). Esses resultados foram comparados com os rendimentos específicos calculados a partir das vazões de referência obtidos dos dados da ANA (apresentados no Quadro 3-3). Constatou-se que os rendimentos específicos dos dados da ANA são ligeiramente menores que os calculados a partir do Estudo de Regionalização, o que pode ser justificado pelo fato do estudo ser anterior às fortes secas que ocorreram na região entre os anos de 2014 e 2018.

Assim, para efeito de cálculo do balanço hídrico, foram utilizadas as vazões de referência obtidas a partir dos dados de disponibilidade hídrica da ANA, sendo mais recente e abrangendo o período de crise hídrica.

3.2.2 Demandas

A estimativa de demandas de usos consuntivos para os diferentes cenários adotados foi feita considerando-se as premissas de crescimento apresentadas para os diversos

setores usuários no Item 3.1 e já expostas para os três cenários construídos. Dessa forma, o Quadro 3-4 sintetiza os parâmetros utilizados para o cálculo das estimativas de crescimento, para cada finalidade de uso da água.

Com esses parâmetros, calculou-se a demanda por finalidade por município. Para fazer a conversão da demanda por município para a demanda por sub-bacia, calculou-se a porcentagem de área que cada município ocupa em cada sub-bacia e atribuiu-se a demanda proporcional a essa porcentagem de área.

Vale destacar que, como os cenários foram traçados a partir da base de usos consuntivos da ANA, seguiu-se o mesmo princípio em que as vazões apresentadas não são discriminadas por fonte de uso entre águas superficiais ou subterrâneas.

As informações são sistematizadas do Quadro 3-5 ao Quadro 3-14 para a cena atual e os cenários tendencial, de estagnação e de crescimento para as cenas de 2026, 2031 e 2041, por finalidade de uso, e no Quadro 3-15, em termos de demandas totais.

A Figura 3-2, a Figura 3-3 e a Figura 3-4 apresentam a variação das demandas totais da bacia, nas diversas finalidades ao longo das cenas projetadas, para os cenários tendencial, de estagnação e de crescimento, respectivamente. Pode-se observar que nos três cenários o crescimento da demanda do setor de agricultura irrigada é bastante significativo, principalmente no cenário de crescimento, naturalmente. Além da irrigação, variações no setor da indústria de transformação e no setor pecuário (dessedentação animal) também são igualmente significativos.

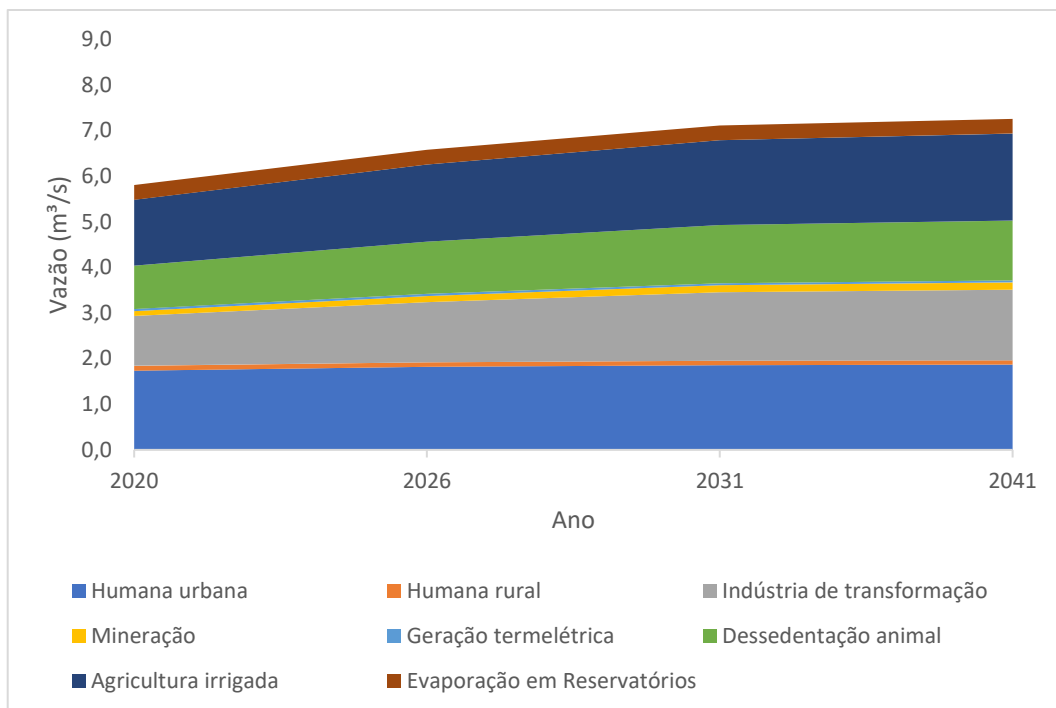


Figura 3-2 – Projeção da Demanda no Cenário Tendencial.

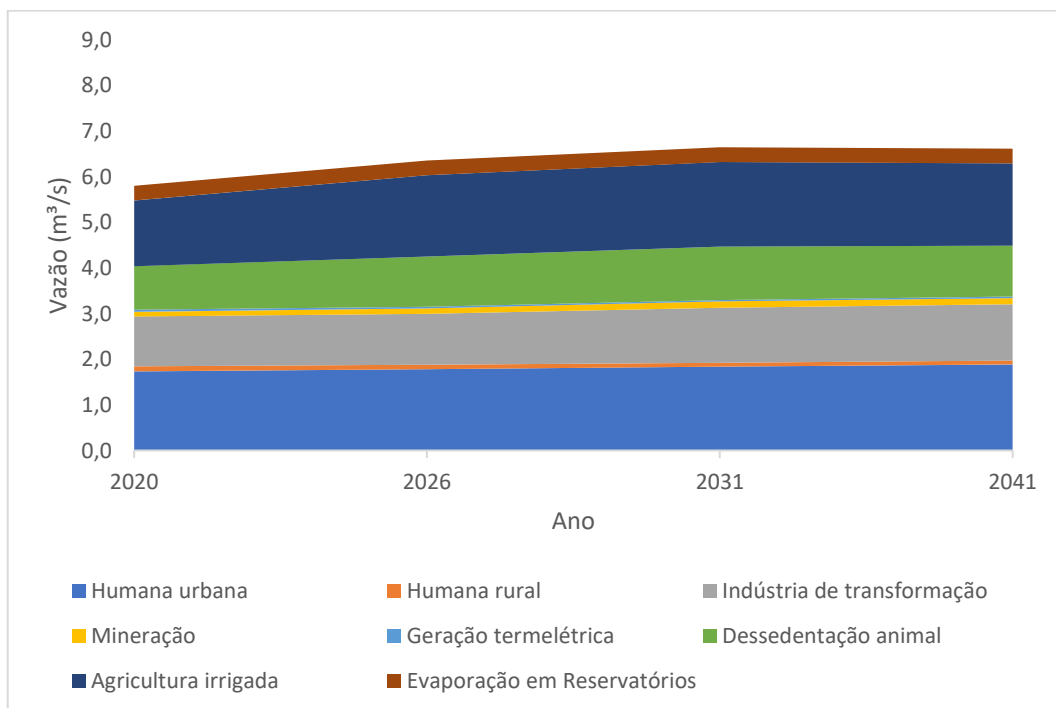


Figura 3-3 – Projeção da Demanda no Cenário de Estagnação.

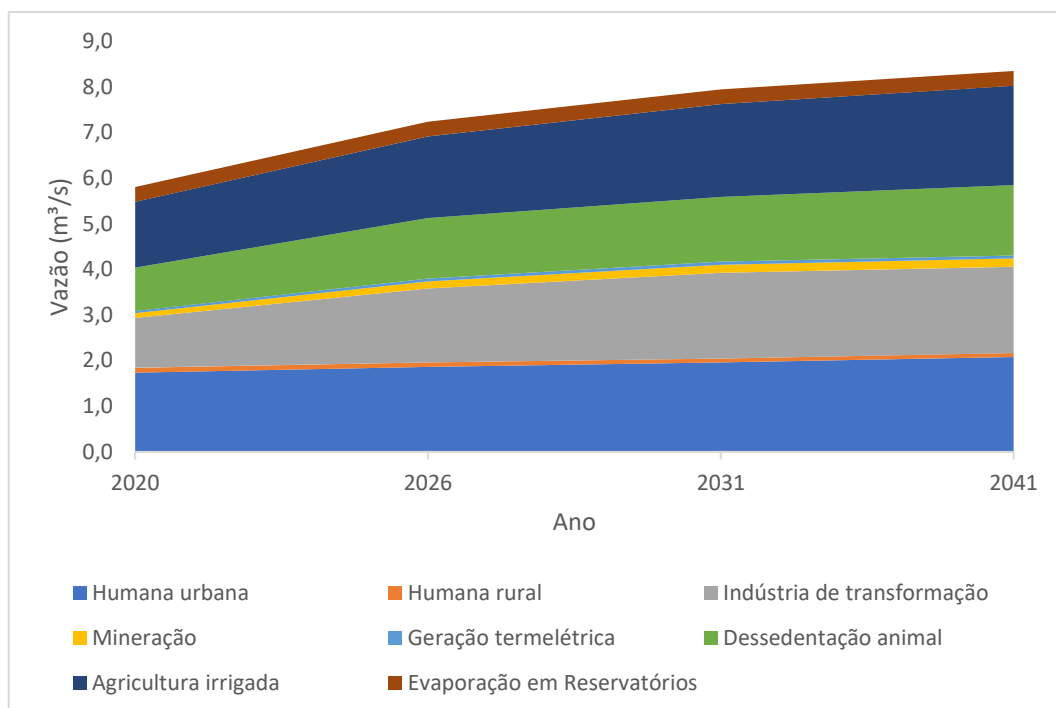


Figura 3-4 – Projeção da Demanda no Cenário de Crescimento.

Quadro 3-4 – Parâmetros Adotados nas Estimativas de Demandas.

Usos	Parâmetros para evolução (cenários Estagnação e Crescimento em função da variação para o Tendencial)	Relação entre variação do parâmetro para a variação da demanda hídrica	Justificativa do fator adotado
Humana urbana	População urbana	1,00	Diretamente proporcional ao crescimento da população urbana
Humana rural	População rural	1,00	Diretamente proporcional ao crescimento da população rural
Indústria de transformação	VAB Indústria	0,35	Grau de elasticidade adotado, considerando que não são todas as indústrias que fazem uso dos recursos hídricos
Mineração		0,35	
Geração termelétrica		0,35	
Dessedentação animal	Rebanhos ponderados pelo BEDA	1,00	Diretamente proporcional ao crescimento do rebanho
Agricultura irrigada	Área agricultura	0,90	Diretamente proporcional ao crescimento da área agrícola, considerando que 90% dessa área é irrigada
Evaporação em reservatórios	Considerada constante ao longo do horizonte adotado		-

Elaboração: Engecorps, 2021

Quadro 3-5 – Demandas para a Cena Atual (2020).

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,061	0,017	0,019	0,020	0,000	0,106	0,061	0,000	0,285
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,140	0,007	0,037	0,002	0,000	0,067	0,041	0,000	0,295
	Rio Itapecerica	0,454	0,011	0,252	0,004	0,029	0,098	0,058	0,000	0,906
	Médio Rio Pará	0,233	0,023	0,278	0,008	0,017	0,131	0,081	0,243	1,013
Baixo Pará	Rio São João	0,334	0,015	0,105	0,060	0,000	0,116	0,224	0,067	0,921
	Ribeirão da Paciência	0,150	0,004	0,090	0,002	0,000	0,000	0,016	0,000	0,262
	Rio Lambari	0,104	0,016	0,067	0,002	0,000	0,202	0,112	0,004	0,506
	Rio do Peixe	0,018	0,004	0,004	0,000	0,000	0,047	0,058	0,000	0,130
	Rio Picão	0,110	0,003	0,033	0,000	0,000	0,097	0,503	0,004	0,751
	Baixo Pará	0,131	0,010	0,206	0,007	0,000	0,088	0,287	0,006	0,734
Total		1,735	0,110	1,092	0,104	0,046	0,951	1,442	0,323	5,804

Quadro 3-6 – Demandas para o horizonte de curto prazo (2026) – Cenário Tendencial.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,065	0,016	0,023	0,028	0,000	0,125	0,072	0,000	0,329
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,147	0,006	0,045	0,004	0,000	0,078	0,052	0,000	0,331
	Rio Itapecerica	0,471	0,010	0,312	0,004	0,029	0,127	0,073	0,000	1,027
	Médio Rio Pará	0,248	0,022	0,331	0,009	0,017	0,157	0,100	0,243	1,128
Baixo Pará	Rio São João	0,350	0,014	0,126	0,074	0,000	0,141	0,265	0,067	1,036
	Ribeirão da Paciência	0,157	0,003	0,109	0,002	0,000	0,000	0,017	0,000	0,289
	Rio Lambari	0,111	0,015	0,080	0,002	0,000	0,242	0,132	0,004	0,586
	Rio do Peixe	0,019	0,003	0,004	0,001	0,000	0,054	0,064	0,000	0,145
	Rio Picão	0,115	0,003	0,044	0,000	0,000	0,117	0,587	0,004	0,869
	Baixo Pará	0,137	0,009	0,244	0,008	0,000	0,105	0,332	0,006	0,842
Total		1,819	0,101	1,319	0,133	0,046	1,146	1,694	0,323	6,581

Quadro 3-7 – Demandas para o horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Estagnação.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,062	0,017	0,020	0,024	0,000	0,121	0,084	0,000	0,328
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,146	0,006	0,036	0,003	0,000	0,076	0,055	0,000	0,322
	Rio Itapecerica	0,465	0,009	0,251	0,004	0,020	0,122	0,090	0,000	0,961
	Médio Rio Pará	0,232	0,022	0,283	0,009	0,014	0,150	0,141	0,243	1,094
Baixo Pará	Rio São João	0,346	0,014	0,106	0,069	0,000	0,135	0,287	0,067	1,024
	Ribeirão da Paciência	0,155	0,004	0,091	0,002	0,000	0,000	0,023	0,000	0,274
	Rio Lambari	0,106	0,014	0,070	0,002	0,000	0,232	0,140	0,004	0,567
	Rio do Peixe	0,019	0,003	0,004	0,000	0,000	0,052	0,071	0,000	0,148
	Rio Picão	0,112	0,002	0,038	0,000	0,000	0,112	0,565	0,004	0,834
	Baixo Pará	0,139	0,008	0,216	0,007	0,000	0,102	0,323	0,006	0,800
	Total	1,783	0,098	1,114	0,120	0,034	1,102	1,779	0,323	6,354

Quadro 3-8 – Demandas para o horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Crescimento.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,065	0,017	0,029	0,035	0,000	0,142	0,074	0,000	0,362
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,155	0,006	0,058	0,004	0,000	0,089	0,053	0,000	0,365
	Rio Itapecerica	0,487	0,009	0,404	0,005	0,042	0,149	0,068	0,000	1,163
	Médio Rio Pará	0,245	0,022	0,403	0,011	0,022	0,182	0,101	0,243	1,228
Baixo Pará	Rio São João	0,360	0,014	0,156	0,082	0,000	0,163	0,273	0,067	1,116
	Ribeirão da Paciência	0,161	0,004	0,136	0,003	0,000	0,000	0,017	0,000	0,320
	Rio Lambari	0,111	0,014	0,094	0,002	0,000	0,282	0,139	0,004	0,645
	Rio do Peixe	0,019	0,003	0,005	0,001	0,000	0,063	0,066	0,000	0,157
	Rio Picão	0,117	0,002	0,051	0,000	0,000	0,135	0,634	0,004	0,945
	Baixo Pará	0,145	0,008	0,284	0,010	0,000	0,121	0,360	0,006	0,934
	Total	1,866	0,098	1,619	0,152	0,064	1,327	1,786	0,323	7,236

Quadro 3-9 – Demandas para o horizonte de médio prazo (2031) – Cenário Tendencial.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,067	0,015	0,027	0,033	0,000	0,138	0,080	0,000	0,359
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,151	0,006	0,051	0,004	0,000	0,086	0,059	0,000	0,356
	Rio Itapecerica	0,479	0,010	0,361	0,005	0,029	0,147	0,084	0,000	1,114
	Médio Rio Pará	0,254	0,021	0,373	0,011	0,017	0,174	0,114	0,243	1,207
Baixo Pará	Rio São João	0,358	0,013	0,143	0,085	0,000	0,157	0,294	0,067	1,116
	Ribeirão da Paciência	0,161	0,003	0,124	0,003	0,000	0,000	0,018	0,000	0,308
	Rio Lambari	0,114	0,014	0,090	0,002	0,000	0,268	0,146	0,004	0,638
	Rio do Peixe	0,019	0,003	0,005	0,001	0,000	0,059	0,067	0,000	0,154
	Rio Picão	0,117	0,002	0,052	0,000	0,000	0,130	0,640	0,004	0,947
	Baixo Pará	0,140	0,009	0,273	0,010	0,000	0,117	0,360	0,006	0,914
Total		1,859	0,096	1,499	0,153	0,046	1,275	1,862	0,323	7,113

Quadro 3-10 – Demandas para o horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Estagnação.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,064	0,016	0,021	0,027	0,000	0,128	0,089	0,000	0,345
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,153	0,005	0,037	0,003	0,000	0,080	0,059	0,000	0,337
	Rio Itapecerica	0,478	0,007	0,274	0,004	0,018	0,135	0,097	0,000	1,013
	Médio Rio Pará	0,231	0,020	0,306	0,010	0,013	0,160	0,154	0,243	1,136
Baixo Pará	Rio São João	0,361	0,014	0,116	0,078	0,000	0,144	0,307	0,067	1,085
	Ribeirão da Paciência	0,161	0,003	0,099	0,002	0,000	0,000	0,023	0,000	0,289
	Rio Lambari	0,107	0,012	0,076	0,002	0,000	0,247	0,146	0,004	0,593
	Rio do Peixe	0,020	0,002	0,004	0,000	0,000	0,054	0,071	0,000	0,151
	Rio Picão	0,115	0,002	0,043	0,000	0,000	0,119	0,579	0,004	0,863
	Baixo Pará	0,146	0,007	0,233	0,008	0,000	0,107	0,327	0,006	0,834
Total		1,835	0,088	1,209	0,134	0,031	1,174	1,852	0,323	6,648

Quadro 3-11 – Demandas para o horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Crescimento.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								Total
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,069	0,016	0,034	0,041	0,000	0,152	0,086	0,000	0,398
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,167	0,005	0,067	0,005	0,000	0,095	0,063	0,000	0,403
	Rio Itapecerica	0,511	0,007	0,482	0,006	0,044	0,163	0,081	0,000	1,294
	Médio Rio Pará	0,251	0,020	0,462	0,012	0,023	0,195	0,121	0,243	1,327
Baixo Pará	Rio São João	0,380	0,014	0,180	0,095	0,000	0,175	0,318	0,067	1,227
	Ribeirão da Paciência	0,170	0,003	0,156	0,003	0,000	0,000	0,018	0,000	0,350
	Rio Lambari	0,115	0,012	0,107	0,002	0,000	0,299	0,158	0,004	0,697
	Rio do Peixe	0,021	0,002	0,006	0,001	0,000	0,065	0,072	0,000	0,167
	Rio Picão	0,123	0,002	0,063	0,000	0,000	0,145	0,715	0,004	1,053
	Baixo Pará	0,154	0,007	0,320	0,011	0,000	0,130	0,402	0,006	1,030
Total		1,960	0,088	1,876	0,178	0,067	1,421	2,033	0,323	7,947

Quadro 3-12 – Demandas para o horizonte de longo prazo (2041) – Cenário Tendencial.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								Total
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,067	0,014	0,027	0,034	0,000	0,141	0,083	0,000	0,367
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,152	0,006	0,052	0,004	0,000	0,088	0,061	0,000	0,363
	Rio Itapecerica	0,481	0,010	0,375	0,005	0,029	0,152	0,086	0,000	1,138
	Médio Rio Pará	0,255	0,021	0,384	0,011	0,017	0,179	0,118	0,243	1,228
Baixo Pará	Rio São João	0,360	0,012	0,147	0,088	0,000	0,161	0,302	0,067	1,138
	Ribeirão da Paciência	0,162	0,003	0,127	0,003	0,000	0,000	0,019	0,000	0,313
	Rio Lambari	0,115	0,014	0,093	0,002	0,000	0,275	0,149	0,004	0,652
	Rio do Peixe	0,020	0,003	0,005	0,001	0,000	0,060	0,068	0,000	0,157
	Rio Picão	0,118	0,002	0,055	0,000	0,000	0,134	0,654	0,004	0,967
	Baixo Pará	0,141	0,009	0,281	0,010	0,000	0,120	0,367	0,006	0,933
Total		1,870	0,095	1,547	0,159	0,046	1,310	1,906	0,323	7,256

Quadro 3-13 – Demandas para o horizonte de longo prazo (2041) – Cenário de Estagnação.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,064	0,015	0,020	0,026	0,000	0,122	0,086	0,000	0,332
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,158	0,004	0,038	0,003	0,000	0,076	0,058	0,000	0,336
	Rio Itapeçerica	0,495	0,006	0,292	0,004	0,020	0,130	0,094	0,000	1,040
	Médio Rio Pará	0,233	0,020	0,313	0,010	0,014	0,152	0,150	0,243	1,134
Baixo Pará	Rio São João	0,370	0,016	0,118	0,079	0,000	0,137	0,293	0,067	1,080
	Ribeirão da Paciência	0,169	0,004	0,102	0,002	0,000	0,000	0,022	0,000	0,298
	Rio Lambari	0,108	0,011	0,076	0,002	0,000	0,235	0,142	0,004	0,577
	Rio do Peixe	0,020	0,003	0,003	0,000	0,000	0,052	0,068	0,000	0,146
	Rio Picão	0,120	0,004	0,040	0,000	0,000	0,113	0,566	0,004	0,848
	Baixo Pará	0,149	0,007	0,229	0,009	0,000	0,102	0,321	0,006	0,822
Total		1,885	0,089	1,232	0,134	0,034	1,118	1,799	0,323	6,614

Quadro 3-14 – Demandas para o horizonte de longo prazo (2041) – Cenário de Crescimento.

Macro divisão	Sub bacia	Vazão (m³/s)								
		Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,075	0,015	0,034	0,043	0,000	0,165	0,093	0,000	0,424
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,180	0,004	0,066	0,005	0,000	0,103	0,067	0,000	0,427
	Rio Itapeçerica	0,544	0,006	0,475	0,006	0,040	0,179	0,087	0,000	1,338
	Médio Rio Pará	0,260	0,020	0,464	0,013	0,022	0,213	0,132	0,243	1,366
Baixo Pará	Rio São João	0,403	0,016	0,182	0,099	0,000	0,191	0,343	0,067	1,302
	Ribeirão da Paciência	0,181	0,004	0,158	0,003	0,000	0,000	0,020	0,000	0,366
	Rio Lambari	0,120	0,011	0,109	0,003	0,000	0,324	0,169	0,004	0,740
	Rio do Peixe	0,022	0,003	0,006	0,001	0,000	0,071	0,077	0,000	0,179
	Rio Picão	0,131	0,004	0,065	0,000	0,000	0,158	0,762	0,004	1,125
	Baixo Pará	0,163	0,007	0,329	0,012	0,000	0,141	0,426	0,006	1,085
Total		2,080	0,089	1,889	0,186	0,062	1,545	2,177	0,323	8,350

Quadro 3-15 – Demandas totais de retirada para a cena atual e os cenários futuros.

Macro divisão	Sub bacia	Cena Atual (2020)	Cenário Tendencial			Cenário de Estagnação			Cenário de Crescimento		
			Curto Prazo (2026)	Médio Prazo (2031)	Longo Prazo (2041)	Curto Prazo (2026)	Médio Prazo (2031)	Longo Prazo (2041)	Curto Prazo (2026)	Médio Prazo (2031)	Longo Prazo (2041)
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,285	0,329	0,359	0,367	0,328	0,345	0,332	0,362	0,398	0,424
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,295	0,331	0,356	0,363	0,322	0,337	0,336	0,365	0,403	0,427
	Rio Itapecerica	0,906	1,027	1,114	1,138	0,961	1,013	1,040	1,163	1,294	1,338
	Médio Rio Pará	1,013	1,128	1,207	1,228	1,094	1,136	1,134	1,228	1,327	1,366
Baixo Pará	Rio São João	0,921	1,036	1,116	1,138	1,024	1,085	1,080	1,116	1,227	1,302
	Ribeirão da Paciência	0,262	0,289	0,308	0,313	0,274	0,289	0,298	0,320	0,350	0,366
	Rio Lambari	0,506	0,586	0,638	0,652	0,567	0,593	0,577	0,645	0,697	0,740
	Rio do Peixe	0,130	0,145	0,154	0,157	0,148	0,151	0,146	0,157	0,167	0,179
	Rio Picão	0,751	0,869	0,947	0,967	0,834	0,863	0,848	0,945	1,053	1,125
	Baixo Pará	0,734	0,842	0,914	0,933	0,800	0,834	0,822	0,934	1,030	1,085
Total		5,804	6,581	7,113	7,256	6,354	6,648	6,614	7,236	7,947	8,350

3.2.3 Condições de Quantidade

Para cálculo do balanço hídrico, inicialmente foram acumuladas as vazões demandadas por sub-bacia de montante para jusante, sendo expostos os resultados sintetizados no Quadro 3-17 para todos os cenários e cenas construídos. Na sequência, a partir dos valores de ofertas hídricas para cada bacia, foi calculado o índice de comprometimento hídrico de cada sub-bacia por meio da relação direta entre a demanda e a oferta hídrica, dada por meio das vazões de referência $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{mlt} . Para dar suporte a ações de gestão, foram estabelecidos índices para avaliação da condição de comprometimento hídrico, conforme Quadro 3-16.

Para a vazão $Q_{7,10}$, as faixas de vazões foram construídas, considerando os critérios de outorga estabelecidos pelo IGAM que, por meio de sua Portaria nº 48/2019 estabelece como limite outorgável para a bacia hidrográfica do rio Pará o valor máximo de 30% da vazão de referência em questão. Assim, foi considerada uma situação potencialmente preocupante quando os limites se aproximam desse valor e preocupante com a sua superação. Especificamente para a vazão média de longo termo, os valores percentuais são distintos devido ao valor superior daquela vazão e refletem o potencial de atendimento às demandas por meio de alternativas de implantação de estruturas de regularização de vazões sendo dificultado à medida que são aumentadas as faixas.

Os resultados para os índices de comprometimento hídrico são expostos em valores percentuais e apresentados do Quadro 3-18 até o Quadro 3-20, de acordo com a vazão de referência adotada. Na sequência, de forma espacializada, a Figura 3-5 apresenta o comprometimento hídrico para a vazão de referência $Q_{7,10}$ e para a cena atual e cenas futuras considerando o cenário tendencial. As outras figuras são apresentadas em detalhe no relatório técnico de prognóstico, sendo esta apresentada como uma síntese de forma a compreender a condição atual e futura prognosticada da bacia.

No caso do balanço hídrico considerado vazão de referência Q_{95} , observa-se o potencial de passar para a faixa preocupante na bacia do rio Picão já para o cenário de Estagnação no médio prazo e para os cenários Tendencial e de Crescimento já no

horizonte de curto prazo. Especificamente para a bacia hidrográfica do rio São João, apenas no cenário de Crescimento para as cenas de médio e longo prazos são observadas mudanças de faixas, para uma condição preocupante e demandante de ações de gestão prementes.

Tratando das análises considerando a vazão de referência de outorgas do IGAM, $Q_{7,10}$, observa-se uma situação mais crítica, com a bacia do rio Picão já situada em situação preocupante na condição atual e a bacia do rio São João já passando no horizonte de curto prazo para os cenários Tendencial e Crescimento. Além disso, a bacia do rio Itapecerica e ribeirão da Paciência também têm previsão de passar a tais condições críticas no cenário de Crescimento, exigindo ações de gestão.

De forma complementar às análises, os balanços com a vazão média de longo termo mostram que as demandas podem ser atendidas com ações de incremento das ofertas por meio de barragens de regularização de vazões, o que pode ser estudado para a bacia, em caso de dificuldade para atendimento aos usos existentes. Outras ações podem contribuir também com a melhora do balanço hídrico, tais como: ações de reúso e diminuição de perdas, maior fiscalização e efetividade de instrumentos como outorga e cobrança e aproveitamento da água das chuvas.

Quadro 3-16 – Índices para avaliação da Condição de Comprometimento Hídrico das Sub-Bacias.

Comprometimento Q_{95} ou $Q_{7,10}$	Comprometimento Q_{mlt}	Condição da bacia e ações de gestão indicadas
< 15%	< 5%	Boa condição de disponibilidade; pouca atividade de gerenciamento é necessária e a água é considerada um bem livre, que pode ser captada por qualquer empreendimento sem maiores consequências;
15,01 a 30%	5,01 a 10%	Situação potencialmente preocupante, devendo ser desenvolvidas ações de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
30,01 a 50%	10,01 a 20%	Situação preocupante; a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
50,01% a 100%	20,01% a 40%	Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;

Comprometimento Q_{95} ou $Q_{7,10}$	Comprometimento Q_{mlt}	Condição da bacia e ações de gestão indicadas
> 100%	> 40%	Situação muito crítica, em que atividades de gerenciamento e de investimentos e realocação de demandas são necessárias de forma urgente.

Elaboração: Engecorps, 2021

Quadro 3-17 – Demandas Acumuladas nas Sub-bacias da CH SF2 (m³/s).

Macro divisão	Sub bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			Cenário de Estagnação			Cenário de Crescimento		
			2026	2031	2041	2026	2031	2041	2026	2031	2041
Alto Pará	Alto Rio Pará	0,285	0,329	0,359	0,367	0,328	0,345	0,332	0,362	0,398	0,424
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	0,295	0,331	0,356	0,363	0,322	0,337	0,336	0,365	0,403	0,427
	Rio Itapecerica	1,201	1,358	1,470	1,501	1,284	1,350	1,377	1,529	1,697	1,764
	Médio Rio Pará	2,499	2,815	3,036	3,096	2,706	2,832	2,843	3,119	3,421	3,554
Baixo Pará	Rio São João	1,183	1,325	1,424	1,451	1,298	1,374	1,378	1,436	1,578	1,668
	Ribeirão da Paciência	0,262	0,289	0,308	0,313	0,274	0,289	0,298	0,320	0,350	0,366
	Rio Lambari	0,506	0,586	0,638	0,652	0,567	0,593	0,577	0,645	0,697	0,740
	Rio do Peixe	0,130	0,145	0,154	0,157	0,148	0,151	0,146	0,157	0,167	0,179
	Rio Picão	0,751	0,869	0,947	0,967	0,834	0,863	0,848	0,945	1,053	1,125
	Baixo Rio Pará	5,804	6,581	7,113	7,256	6,354	6,648	6,614	7,236	7,947	8,350
Total		5,804	6,581	7,113	7,256	6,354	6,648	6,614	7,236	7,947	8,350

Quadro 3-18 – Índice de Comprometimento Hídrico nas Sub-bacias na CH SF2 – Vazão Q₉₅.

Macro divisão	Sub bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			Cenário de Estagnação			Cenário de Crescimento		
			2026	2031	2041	2026	2031	2041	2026	2031	2041
Alto Pará	Alto Rio Pará	4,8%	5,5%	6,0%	6,2%	5,5%	5,8%	5,6%	6,1%	6,7%	7,1%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	12,0%	13,4%	14,5%	14,8%	13,1%	13,7%	13,7%	14,8%	16,4%	17,4%
	Rio Itapecerica	18,8%	21,3%	23,0%	23,5%	20,1%	21,1%	21,6%	24,0%	26,6%	27,6%
	Médio Rio Pará	13,9%	15,7%	16,9%	17,3%	15,1%	15,8%	15,9%	17,4%	19,1%	19,8%
Baixo Pará	Rio São João	23,0%	25,7%	27,6%	28,2%	25,2%	26,7%	26,7%	27,9%	30,6%	32,4%
	Ribeirão da Paciência	18,2%	20,1%	21,4%	21,8%	19,0%	20,1%	20,7%	22,2%	24,3%	25,4%
	Rio Lambari	7,7%	8,9%	9,7%	9,9%	8,6%	9,0%	8,7%	9,8%	10,6%	11,2%
	Rio do Peixe	6,9%	7,7%	8,1%	8,3%	7,8%	8,0%	7,7%	8,3%	8,8%	9,5%
	Rio Picão	26,4%	30,6%	33,3%	34,0%	29,3%	30,4%	29,8%	33,2%	37,0%	39,6%
	Baixo Rio Pará	15,0%	17,0%	18,4%	18,7%	16,4%	17,2%	17,1%	18,7%	20,5%	21,5%
Total		15,0%	17,0%	18,4%	18,7%	16,4%	17,2%	17,1%	18,7%	20,5%	21,5%

Quadro 3-19 – Índice de Comprometimento Hídrico nas Sub-bacias na CH SF2 – Vazão Q_{7,10}.

Macro divisão	Sub bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			Cenário de Estagnação			Cenário de Crescimento		
			2026	2031	2041	2026	2031	2041	2026	2031	2041
Alto Pará	Alto Rio Pará	5,7%	6,6%	7,2%	7,3%	6,5%	6,9%	6,6%	7,2%	7,9%	8,5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	14,3%	16,0%	17,2%	17,6%	15,6%	16,3%	16,2%	17,6%	19,5%	20,6%
	Rio Itapecerica	22,4%	25,3%	27,4%	28,0%	23,9%	25,2%	25,7%	28,5%	31,6%	32,9%
	Médio Rio Pará	16,6%	18,7%	20,1%	20,5%	18,0%	18,8%	18,9%	20,7%	22,7%	23,6%
Baixo Pará	Rio São João	27,3%	30,6%	32,9%	33,5%	30,0%	31,7%	31,8%	33,2%	36,4%	38,5%
	Ribeirão da Paciência	21,7%	23,9%	25,5%	25,9%	22,7%	23,9%	24,6%	26,5%	28,9%	30,3%
	Rio Lambari	9,1%	10,6%	11,5%	11,7%	10,2%	10,7%	10,4%	11,6%	12,6%	13,3%
	Rio do Peixe	8,2%	9,1%	9,7%	9,9%	9,3%	9,5%	9,2%	9,9%	10,5%	11,3%
	Rio Picão	31,4%	36,4%	39,6%	40,5%	34,9%	36,1%	35,5%	39,6%	44,1%	47,1%
	Baixo Rio Pará	17,8%	20,2%	21,8%	22,3%	19,5%	20,4%	20,3%	22,2%	24,4%	25,6%
Total		17,8%	20,2%	21,8%	22,3%	19,5%	20,4%	20,3%	22,2%	24,4%	25,6%

Quadro 3-20 – Índice de Comprometimento Hídrico nas Sub-bacias na CH SF2 – Vazão Q_{mit}.

Macro divisão	Sub bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			Cenário de Estagnação			Cenário de Crescimento		
			2026	2031	2041	2026	2031	2041	2026	2031	2041
Alto Pará	Alto Rio Pará	1,1%	1,3%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,5%	1,6%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	2,8%	3,1%	3,3%	3,4%	3,0%	3,2%	3,1%	3,4%	3,8%	4,0%
	Rio Itapecerica	4,3%	4,9%	5,3%	5,4%	4,6%	4,9%	5,0%	5,5%	6,1%	6,4%
	Médio Rio Pará	3,2%	3,6%	3,9%	4,0%	3,5%	3,6%	3,7%	4,0%	4,4%	4,6%
Baixo Pará	Rio São João	5,3%	5,9%	6,4%	6,5%	5,8%	6,1%	6,2%	6,4%	7,0%	7,5%
	Ribeirão da Paciência	4,2%	4,6%	4,9%	5,0%	4,4%	4,6%	4,8%	5,1%	5,6%	5,9%
	Rio Lambari	1,8%	2,0%	2,2%	2,3%	2,0%	2,1%	2,0%	2,2%	2,4%	2,6%
	Rio do Peixe	1,6%	1,8%	1,9%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%	1,9%	2,0%	2,2%
	Rio Picão	6,1%	7,0%	7,7%	7,8%	6,8%	7,0%	6,9%	7,7%	8,5%	9,1%
	Baixo Rio Pará	3,4%	3,9%	4,2%	4,3%	3,8%	3,9%	3,9%	4,3%	4,7%	5,0%
Total		3,4%	3,9%	4,2%	4,3%	3,8%	3,9%	3,9%	4,3%	4,7%	5,0%

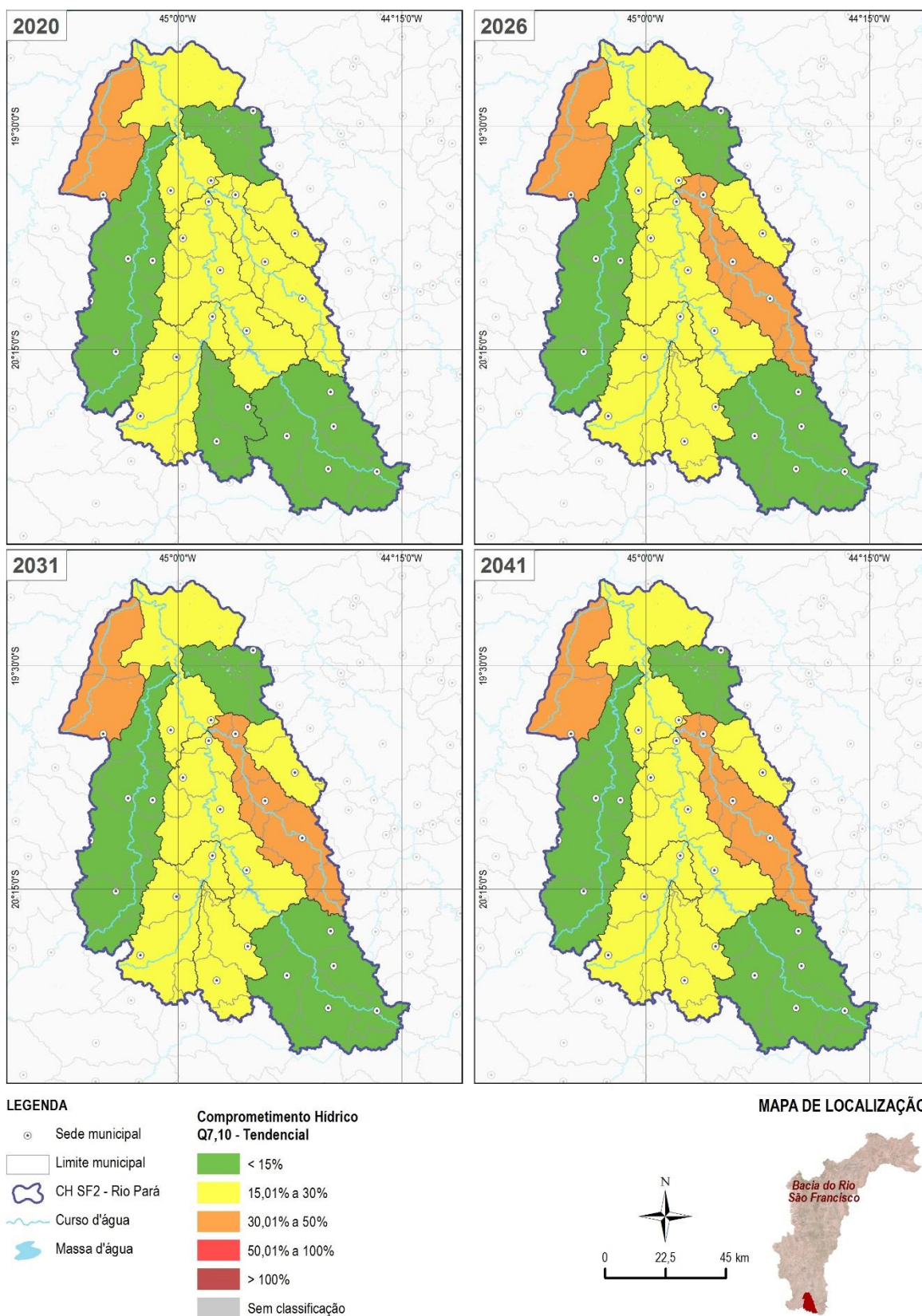


Figura 3-5 – Comprometimento Hídrico para o Cenário Tendencial e Vazão de Referência Q_{7,10}.

3.2.4 Potencialidade

A análise de balanço hídrico realizada no subitem anterior mostrou os resultados para a cena atual e para as cenas futuras para os três cenários construídos no contexto do Prognóstico, considerando as sub-bacias em condição mais preocupante em termos de atendimento aos usos da água. Nesse sentido, podem ser observados alguns aspectos com vistas à avaliação do potencial de incremento dos usos da água na bacia hidrográfica do rio Pará:

- Algumas sub-bacias como o Alto Rio Pará, Rio Lambari e Rio do Peixe mostram seu balanço hídrico em condição ainda confortável, com potencial de incremento de usos. No entanto, o possível aumento de demandas nessas sub-bacias deve ser feito com bastante atenção, uma vez que pode refletir nos resultados das análises de jusante, notadamente do Médio e Baixo Rio Pará, que já se encontram em condição potencialmente preocupante;
- Há um potencial para incremento de demandas na bacia por meio da implementação de estruturas de regularização de vazões que, no entanto, deve ser visto com atenção em função dos riscos que tais estruturas podem causar, bem como avaliações mais aprofundadas relacionadas a aspectos sociais, ambientais, econômicos, dentre outros;
- Para o restante das sub-bacias, o potencial de incremento de demandas passa por ações de otimização dos usos atuais, por meio da melhoria de processos, uso racional ou reúso, por exemplo;
- Há, ainda, o potencial de desenvolvimento de outras ações para melhoria do balanço hídrico, como ações voltadas à diminuição de perdas nos usos da água atuais, incremento ao uso racional, possível aumento do uso de águas subterrâneas, além de melhorias em ações de gestão como o uso do instrumento outorga, cobrança, fiscalização, etc.

Cabe destacar, por fim, que tais análises devem ser aprofundadas no contexto da atualização do PDRH Pará, sendo realizada nesse momento de forma preliminar com vistas a dar suporte ao presente estudo de Enquadramento de Corpos de Água em Classes, com a indicação das sub-bacias com melhor condição de balanço hídrico, o que pode refletir na sua respectiva condição de qualidade.

3.3 ESTIMATIVA DAS CARGAS POLUIDORAS

O cálculo de cargas poluidoras difusas estimadas para os cenários futuros foi feito de forma análoga ao já exposto no Item 2.2.4 do presente relatório.

A variação do uso do solo foi desenvolvida por município no contexto da construção dos cenários de Prognóstico, sendo que para o cálculo de cargas poluidoras foi necessário fazer a conversão dessa variação para ottobacias. Assim, foram feitos alguns processos iterativos variando as áreas de cada uso do solo em cada ottobacia de modo que a somatória dos mesmos usos de todas as ottobacias pertencentes a um mesmo município resultassem na variação de área desse uso para esse município. No caso das ottobacias que incidem em mais de um município, foi considerado que pertencem ao município onde se encontra a sua maior porção, o que não afetou os resultados, considerando análise realizada e que verificou que eram pequenos os índices em municípios distintos e que o mais relevante trata da relação da bacia hidrográfica em que se situa cada ottobacia.

Com relação às cargas pontuais de ETEs, foram adotados os índices de tratamento e as ETEs constantes nos Relatórios de Esgotamento Sanitário Municipal do Atlas Esgotos (ANA, 2017). Vale destacar que, de forma análoga ao exposto no Item 2.2.4, não foram consideradas remoções de nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes¹⁰ nas ETEs, de modo que toda a carga de nutrientes e de coliformes termotolerantes produzida é lançada aos corpos de água. Para as cargas advindas das futuras ETEs, apesar de não se ter a localização exata dessas ETEs, tem-se no Atlas Esgotos o manancial de lançamento de cada uma delas (à exceção de algumas, onde consta “Não disponível na base hidrográfica utilizada”). Assim, as cargas advindas dessas novas ETEs foram contabilizadas nas ottobacias imediatamente a jusante das áreas urbanas, no manancial citado no Atlas Esgotos. Com relação à

¹⁰ Coliformes termotolerantes são um subgrupo do grupo coliforme (Coliformes totais). Dentro dos coliformes termotolerantes, o principal representante é a *Escherichia coli* (coliformes fecais), única espécie do subgrupo cuja origem é exclusivamente fecal (FUNASA, 2013). Para efeito de classificação dos corpos d'água em classes de enquadramento, são considerados valores limite para coliformes termotolerantes e *E. coli* (Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008. Nos dados disponíveis do monitoramento da qualidade das águas, os coliformes termotolerantes foram monitorados até o ano de 2012, sendo substituído pelo *E. coli* após esse ano.

parcela de esgoto não tratado, suas cargas foram alocadas conforme os estudos “Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará” (FEAM, 2012) e “Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba”¹¹ (FEAM, 2018). Para os municípios onde não havia a localização dos pontos de lançamento de esgoto bruto, as cargas foram alocadas na ottobacia a jusante da mancha urbana de cada município.

Com relação às cargas pontuais advindas de empreendimentos, uma vez que não é possível prever a localização e tipologia dos empreendimentos futuros, sua estimativa foi feita da seguinte maneira: adotou-se o índice de crescimento do setor industrial por meio do VAB, aplicando-se um fator de elasticidade de 30% (considerando haver diversas tipologias de indústrias e sendo que parte delas não utiliza água e, conseqüentemente, não gera efluentes líquidos em seus processos produtivos). Este parâmetro foi multiplicado pela geração média de carga poluidora (obtida pela média simples das cargas atuais constantes na DCP – Declaração de Carga Poluidora, lançadas em corpos d’água). Assim, obteve-se a geração de carga por município. Uma vez que não é conhecida a localização das cargas dos empreendimentos futuros, a carga calculada por município foi distribuída em todas as ottobacias cujo uso do solo é classificado como “Área Urbana”. Por fim, as cargas difusas e pontuais calculadas para cada ottobacia foram transformadas em cargas por sub-bacia, de forma análoga ao que foi apresentado no Item 2.3 do presente relatório, desenvolvido no Diagnóstico.

O Quadro 3-21 mostra as estimativas de cargas para a cena atual. Na sequência, os resultados das estimativas de cargas poluidoras (difusas e pontuais) para as diferentes cenas e cenários são apresentados do Quadro 3-22 ao Quadro 3-30, sendo essas as informações utilizadas nas modelagens para os cenários futuros, cujos resultados serão apresentados mais adiante. O Quadro 3-31 reúne os gráficos comparativos das cargas, para as cenas e cenários desenvolvidos.

¹¹ Para municípios pertencentes às duas bacias, foram consideradas as informações do estudo da bacia do rio Paraopeba, por ser mais recente.

Quadro 3-21 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para a Cena Atual.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	24.714,20	695,79	25.409,99	7.581,98	135,18	7.717,16	1.491,06	42,24	1.533,31	-	2,9E+17	2,9E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	11.501,33	372,35	11.873,69	3.935,31	107,60	4.042,91	697,88	33,63	731,50	-	2,1E+17	2,1E+17
	Rio Itapecerica	19.674,42	4.732,68	24.407,10	16.878,22	751,46	17.629,68	1.226,54	234,83	1.461,37	-	1,5E+18	1,5E+18
	Médio Rio Pará	25.386,66	1.910,67	27.297,33	14.948,15	397,25	15.345,39	1.558,80	124,14	1.682,93	-	8,6E+17	8,6E+17
Baixo Pará	Rio São João	20.291,84	1.749,80	22.041,65	13.380,47	291,55	13.672,01	1.258,89	91,11	1.350,00	-	5,8E+17	5,8E+17
	Ribeirão da Paciência	11.731,88	822,16	12.554,04	10.465,98	182,72	10.648,70	753,13	57,10	810,23	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	32.090,38	652,35	32.742,72	16.638,06	153,40	16.791,46	1.954,28	47,94	2.002,22	-	3,0E+17	3,0E+17
	Rio do Peixe	9.468,94	109,47	9.578,41	7.221,32	45,44	7.266,75	586,46	14,20	600,66	-	9,0E+16	9,0E+16
	Rio Picão	12.078,21	212,36	12.290,57	4.918,82	78,64	4.997,46	728,48	24,58	753,06	-	1,6E+17	1,6E+17
	Baixo Rio Pará	14.363,45	497,42	14.860,87	7.543,64	74,15	7.617,78	859,44	23,17	882,61	-	1,5E+17	1,5E+17
Total		181.301,31	11.755,05	193.056,36	103.511,95	2.217,37	105.729,31	11.114,96	692,93	11.807,89	-	4,5E+18	4,5E+18

Quadro 3-22 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Curto Prazo (2026) – Cenário Tendencial.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	26.559,37	590,97	27.150,34	8.101,42	144,51	8.245,92	1.603,42	45,16	1.648,58	-	2,9E+17	2,9E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	11.271,39	336,35	11.607,74	3.844,03	107,03	3.951,05	682,91	33,45	716,36	-	2,1E+17	2,1E+17
	Rio Itapecerica	19.913,67	2.631,42	22.545,09	17.599,44	468,57	18.068,00	1.208,48	146,43	1.354,91	-	9,3E+17	9,3E+17
	Médio Rio Pará	27.316,24	1.844,39	29.160,62	16.343,32	744,70	17.088,01	1.655,57	232,72	1.888,29	-	1,5E+18	1,5E+18
Baixo Pará	Rio São João	21.643,40	1.362,77	23.006,17	14.260,03	346,00	14.606,03	1.320,58	108,12	1.428,70	-	6,8E+17	6,8E+17
	Ribeirão da Paciência	12.528,74	812,34	13.341,08	11.142,25	180,65	11.322,89	782,75	56,45	839,21	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	31.802,92	566,06	32.368,98	16.904,04	153,53	17.057,56	1.916,73	47,98	1.964,71	-	3,0E+17	3,0E+17
	Rio do Peixe	10.344,99	104,24	10.449,22	8.046,13	43,52	8.089,65	626,99	13,60	640,59	-	8,6E+16	8,6E+16
	Rio Picão	9.942,90	262,48	10.205,38	4.091,34	105,72	4.197,07	595,19	33,04	628,23	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	14.704,79	434,85	15.139,65	7.976,18	124,06	8.100,23	870,25	38,77	909,02	-	2,5E+17	2,5E+17
Total		186.028,40	8.945,87	194.974,27	108.308,16	2.418,27	110.726,43	11.262,88	755,71	12.018,59	-	4,8E+18	4,8E+18

Quadro 3-23 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Curto Prazo (2026) – Cenário de Estagnação.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	25.000,99	626,23	25.627,22	7.690,13	140,43	7.830,57	1.508,12	43,88	1.552,00	-	2,8E+17	2,8E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	10.596,22	364,57	10.960,79	3.611,21	107,31	3.718,51	641,41	33,53	674,95	-	2,1E+17	2,1E+17
	Rio Itapecerica	18.658,46	3.268,74	21.927,20	16.380,26	552,65	16.932,91	1.131,69	172,70	1.304,39	-	1,1E+18	1,1E+18
	Médio Rio Pará	25.666,29	1.888,71	27.555,00	15.218,18	634,96	15.853,14	1.554,03	198,43	1.752,46	-	1,3E+18	1,3E+18
Baixo Pará	Rio São João	20.432,28	1.484,16	21.916,44	13.650,35	328,79	13.979,14	1.245,73	102,75	1.348,48	-	6,5E+17	6,5E+17
	Ribeirão da Paciência	11.995,83	817,15	12.812,98	10.735,27	181,02	10.916,28	748,41	56,57	804,97	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	30.054,78	611,56	30.666,35	15.745,63	151,70	15.897,34	1.810,14	47,41	1.857,55	-	3,0E+17	3,0E+17
	Rio do Peixe	9.803,86	97,88	9.901,74	7.514,88	42,60	7.557,48	593,85	13,31	607,17	-	8,4E+16	8,4E+16
	Rio Picão	9.254,25	264,74	9.518,99	3.772,15	105,18	3.877,33	553,18	32,87	586,05	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	13.949,36	467,53	14.416,89	7.467,89	110,73	7.578,62	824,73	34,60	859,33	-	2,2E+17	2,2E+17
Total		175.412,32	9.891,28	185.303,60	101.785,95	2.355,37	104.141,32	10.611,30	736,05	11.347,35	-	4,7E+18	4,7E+18

Quadro 3-24 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Curto Prazo (2026) – Cenário de Crescimento.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	28.671,64	550,34	29.221,98	8.756,63	146,07	8.902,69	1.735,97	45,65	1.781,62	-	2,9E+17	2,9E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	12.415,80	333,12	12.748,93	4.311,98	110,88	4.422,85	754,90	34,65	789,55	-	2,2E+17	2,2E+17
	Rio Itapecerica	22.794,38	1.787,15	24.581,53	21.650,49	359,63	22.010,12	1.387,01	112,39	1.499,40	-	7,1E+17	7,1E+17
	Médio Rio Pará	30.571,12	1.776,30	32.347,42	19.633,86	875,25	20.509,11	1.858,38	273,52	2.131,89	-	1,7E+18	1,7E+18
Baixo Pará	Rio São João	24.461,29	1.237,17	25.698,46	17.353,45	378,84	17.732,29	1.498,16	118,39	1.616,55	-	7,5E+17	7,5E+17
	Ribeirão da Paciência	14.881,38	815,85	15.697,23	14.070,51	181,65	14.252,16	934,61	56,76	991,38	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	35.657,51	515,85	36.173,37	20.932,36	154,49	21.086,85	2.154,39	48,28	2.202,67	-	3,1E+17	3,1E+17
	Rio do Peixe	11.760,91	99,21	11.860,13	10.074,11	42,75	10.116,86	715,39	13,36	728,75	-	8,4E+16	8,4E+16
	Rio Picão	11.204,96	255,57	11.460,53	4.827,16	105,91	4.933,07	672,86	33,10	705,96	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	16.312,47	421,74	16.734,21	9.615,25	151,95	9.767,21	968,12	47,49	1.015,61	-	3,0E+17	3,0E+17
Total		208.731,48	7.792,31	216.523,79	131.225,80	2.507,42	133.733,23	12.679,80	783,57	13.463,37	-	5,0E+18	5,0E+18

Quadro 3-25 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Médio Prazo (2031) – Cenário Tendencial.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	28.903,40	535,23	29.438,64	8.805,26	147,40	8.952,66	1.746,94	46,06	1.793,00	-	3,1E+17	3,1E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	12.389,62	318,17	12.707,79	4.219,30	108,36	4.327,66	751,26	33,86	785,12	-	2,1E+17	2,1E+17
	Rio Itapecerica	21.678,99	1.009,87	22.688,86	19.106,62	253,74	19.360,36	1.316,40	79,29	1.395,69	-	5,0E+17	5,0E+17
	Médio Rio Pará	29.668,24	1.821,37	31.489,61	17.748,69	981,54	18.730,24	1.799,86	306,73	2.106,60	-	2,2E+18	2,2E+18
Baixo Pará	Rio São João	23.452,75	1.135,59	24.588,34	15.459,47	377,37	15.836,84	1.432,19	117,93	1.550,12	-	7,5E+17	7,5E+17
	Ribeirão da Paciência	13.717,00	806,71	14.523,72	12.213,98	180,51	12.394,49	857,66	56,41	914,07	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	36.201,26	506,30	36.707,56	19.237,90	156,25	19.394,14	2.182,85	48,83	2.231,68	-	3,1E+17	3,1E+17
	Rio do Peixe	11.346,00	104,94	11.450,94	8.853,18	43,61	8.896,79	688,45	13,63	702,08	-	8,6E+16	8,6E+16
	Rio Picão	11.235,69	250,21	11.485,90	4.619,87	105,86	4.725,73	673,14	33,08	706,22	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	16.080,62	399,26	16.479,88	8.784,77	156,35	8.941,12	951,91	48,86	1.000,77	-	3,1E+17	3,1E+17
Total		204.673,57	6.887,66	211.561,23	119.049,04	2.510,99	121.560,03	12.400,67	784,68	13.185,35	-	5,3E+18	5,3E+18

Quadro 3-26 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Médio Prazo (2031) – Cenário de Estagnação.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	26.298,96	558,79	26.857,75	8.059,44	142,06	8.201,50	1.587,67	44,39	1.632,06	-	2,8E+17	2,8E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	11.122,85	340,74	11.463,60	3.785,10	109,10	3.894,20	673,59	34,09	707,68	-	2,2E+17	2,2E+17
	Rio Itapecerica	19.382,85	1.533,20	20.916,05	17.012,03	325,40	17.337,44	1.175,96	101,69	1.277,65	-	6,4E+17	6,4E+17
	Médio Rio Pará	26.639,44	1.820,82	28.460,26	15.778,01	880,87	16.658,88	1.613,84	275,27	1.889,11	-	1,7E+18	1,7E+18
Baixo Pará	Rio São João	21.390,53	1.231,23	22.621,76	14.318,53	369,92	14.688,44	1.304,83	115,60	1.420,43	-	7,3E+17	7,3E+17
	Ribeirão da Paciência	12.589,45	811,15	13.400,59	11.270,94	180,88	11.451,82	785,76	56,52	842,28	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	32.486,10	532,40	33.018,50	16.990,06	152,79	17.142,85	1.957,39	47,75	2.005,13	-	3,0E+17	3,0E+17
	Rio do Peixe	10.343,38	93,94	10.437,32	7.952,69	42,03	7.994,72	627,01	13,13	640,15	-	8,3E+16	8,3E+16
	Rio Picão	9.843,90	251,91	10.095,81	4.011,26	105,42	4.116,68	588,77	32,94	621,71	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	14.609,20	431,37	15.040,57	7.863,10	152,14	8.015,23	864,23	47,54	911,78	-	3,0E+17	3,0E+17
Total		184.706,67	7.605,55	192.312,21	107.041,17	2.460,59	109.501,76	11.179,05	768,94	11.947,98	-	4,9E+18	4,9E+18

Quadro 3-27 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Médio Prazo (2031) – Cenário de Crescimento.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	31.819,74	478,50	32.298,23	9.667,94	149,15	9.817,09	1.924,19	46,61	1.970,80	-	2,9E+17	2,9E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	13.815,63	304,58	14.120,21	4.712,60	114,16	4.826,75	838,36	35,67	874,03	-	2,3E+17	2,3E+17
	Rio Itapecerica	24.248,87	356,95	24.605,82	21.304,22	161,81	21.466,03	1.473,35	50,57	1.523,91	-	3,2E+17	3,2E+17
	Médio Rio Pará	32.922,23	1.688,63	34.610,87	19.785,94	1.115,87	20.901,82	1.999,23	348,71	2.347,95	-	2,2E+18	2,2E+18
Baixo Pará	Rio São João	25.954,56	1.067,72	27.022,28	16.965,57	415,57	17.381,14	1.586,15	129,87	1.716,01	-	8,2E+17	8,2E+17
	Ribeirão da Paciência	15.216,00	810,72	16.026,72	13.528,08	181,49	13.709,57	952,39	56,71	1.009,11	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	40.817,60	431,10	41.248,70	21.755,34	156,15	21.911,50	2.462,45	48,80	2.511,25	-	3,1E+17	3,1E+17
	Rio do Peixe	12.473,34	96,70	12.570,04	9.805,07	42,33	9.847,40	757,40	13,23	770,63	-	8,4E+16	8,4E+16
	Rio Picão	12.973,12	247,85	13.220,98	5.357,60	106,39	5.464,00	778,19	33,25	811,44	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	17.560,52	396,47	17.957,00	9.744,79	187,81	9.932,60	1.039,88	58,69	1.098,57	-	3,7E+17	3,7E+17
Total		227.801,62	5.879,24	233.680,85	132.627,16	2.630,74	135.257,90	13.811,59	822,11	14.633,69	-	5,2E+18	5,2E+18

Quadro 3-28 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Longo Prazo (2041) – Cenário Tendencial.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	33.323,12	439,93	33.763,06	10.142,58	148,74	10.291,32	2.015,66	46,48	2.062,14	-	2,9E+17	2,9E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	14.316,48	275,30	14.591,77	4.884,38	109,96	4.994,34	868,82	34,36	903,19	-	2,2E+17	2,2E+17
	Rio Itapecerica	25.295,37	310,73	25.606,10	22.134,85	145,82	22.280,67	1.537,11	45,57	1.582,68	-	2,9E+17	2,9E+17
	Médio Rio Pará	33.461,60	1.507,67	34.969,26	20.021,63	1.102,13	21.123,76	2.032,36	344,42	2.376,78	-	2,2E+18	2,2E+18
Baixo Pará	Rio São João	27.075,37	1.021,20	28.096,57	17.861,51	394,19	18.255,70	1.655,29	123,18	1.778,47	-	7,8E+17	7,8E+17
	Ribeirão da Paciência	15.955,62	802,44	16.758,06	14.211,79	180,17	14.391,96	998,67	56,30	1.054,98	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	44.463,79	406,83	44.870,63	23.499,81	158,20	23.658,01	2.682,40	49,44	2.731,84	-	3,1E+17	3,1E+17
	Rio do Peixe	12.913,90	105,49	13.019,38	10.065,84	43,63	10.109,47	784,63	13,64	798,27	-	8,6E+16	8,6E+16
	Rio Picão	13.754,65	246,56	14.001,21	5.654,46	106,02	5.760,48	825,11	33,13	858,24	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	18.069,89	364,38	18.434,28	10.007,24	173,64	10.180,88	1.070,34	54,26	1.124,60	-	3,4E+17	3,4E+17
Total		238.629,79	5.480,52	244.110,31	138.484,08	2.562,51	141.046,59	14.470,40	800,78	15.271,19	-	5,1E+18	5,1E+18

Quadro 3-29 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Longo Prazo (2041) – Cenário de Estagnação.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	28.686,05	430,67	29.116,72	8.779,65	138,30	8.917,95	1.733,85	43,22	1.777,07	-	2,7E+17	2,7E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	12.237,51	280,03	12.517,54	4.159,52	111,56	4.271,08	741,68	34,86	776,54	-	2,2E+17	2,2E+17
	Rio Itapecerica	21.193,70	523,59	21.717,28	18.555,12	186,52	18.741,65	1.286,66	58,29	1.344,95	-	3,7E+17	3,7E+17
	Médio Rio Pará	28.984,47	1.585,64	30.570,11	17.160,54	1.054,80	18.215,35	1.757,81	329,63	2.087,43	-	2,1E+18	2,1E+18
Baixo Pará	Rio São João	23.290,13	1.076,28	24.366,40	15.610,59	398,81	16.009,40	1.421,97	124,63	1.546,60	-	7,9E+17	7,9E+17
	Ribeirão da Paciência	13.792,28	806,20	14.598,48	12.355,91	180,71	12.536,62	861,41	56,47	917,89	-	3,6E+17	3,6E+17
	Rio Lambari	36.906,51	398,55	37.305,06	19.282,31	152,08	19.434,39	2.224,68	47,52	2.272,21	-	3,0E+17	3,0E+17
	Rio do Peixe	11.343,95	93,88	11.437,83	8.739,35	42,04	8.781,39	688,50	13,14	701,64	-	8,3E+16	8,3E+16
	Rio Picão	11.107,80	249,47	11.357,27	4.521,83	106,30	4.628,13	664,95	33,22	698,17	-	2,1E+17	2,1E+17
	Baixo Rio Pará	15.987,81	385,84	16.373,65	8.651,72	180,06	8.831,78	946,09	56,27	1.002,36	-	3,6E+17	3,6E+17
Total		203.530,22	5.830,13	209.360,35	117.816,55	2.551,19	120.367,74	12.327,60	797,25	13.124,85	-	5,0E+18	5,0E+18

Quadro 3-30 – Cargas Poluidoras Difusas e Pontuais para o Horizonte de Longo Prazo (2041) – Cenário de Crescimento.

Macro divisão	Sub bacia	DBO (ton/ano)			Ntotal (ton/ano)			Ptotal (ton/ano)			Coliformes Termotolerantes (CT/ano)		
		Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total	Difusas	Pontuais	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	39.459,35	228,99	39.688,34	11.964,99	133,36	12.098,35	2.385,20	41,68	2.426,87	-	2,6E+17	2,6E+17
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	17.183,13	267,10	17.450,23	5.861,74	114,39	5.976,13	1.042,99	35,75	1.078,73	-	2,3E+17	2,3E+17
	Rio Itapecerica	30.241,30	216,24	30.457,54	26.521,25	116,75	26.638,00	1.838,10	36,48	1.874,59	-	2,3E+17	2,3E+17
	Médio Rio Pará	39.551,77	1.382,41	40.934,18	23.656,03	1.200,31	24.856,34	2.401,19	375,10	2.776,29	-	2,4E+18	2,4E+18
Baixo Pará	Rio São João	31.119,82	969,82	32.089,64	20.383,54	429,65	20.813,19	1.902,13	134,27	2.036,39	-	8,5E+17	8,5E+17
	Ribeirão da Paciência	17.769,83	792,66	18.562,49	15.738,95	179,04	15.917,98	1.112,75	55,95	1.168,69	-	3,5E+17	3,5E+17
	Rio Lambari	53.252,56	337,18	53.589,74	28.302,27	150,95	28.453,22	3.213,58	47,17	3.260,76	-	3,0E+17	3,0E+17
	Rio do Peixe	14.706,60	81,93	14.788,53	11.540,18	40,06	11.580,24	893,56	12,52	906,08	-	7,9E+16	7,9E+16
	Rio Picão	16.995,33	244,08	17.239,41	7.018,19	110,09	7.128,29	1.020,87	34,40	1.055,28	-	2,2E+17	2,2E+17
	Baixo Rio Pará	20.109,53	359,64	20.469,18	11.313,57	205,29	11.518,86	1.190,95	64,15	1.255,10	-	4,1E+17	4,1E+17
Total		280.389,22	4.880,05	285.269,27	162.300,70	2.679,91	164.980,61	17.001,32	837,47	17.838,79	-	5,3E+18	5,3E+18

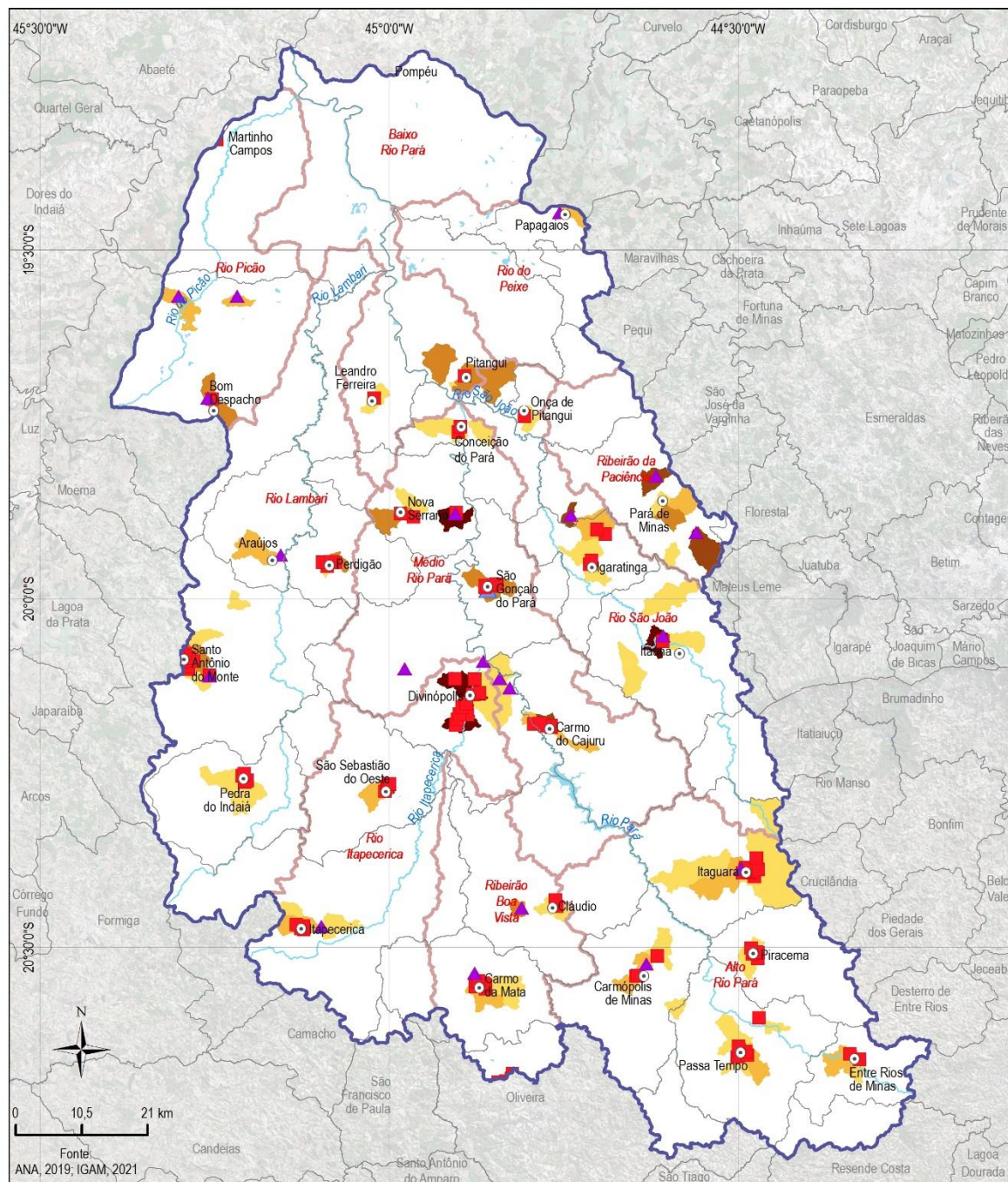
Quadro 3-31 – Comparativo das cargas difusas e pontuais nas cenas e cenários projetados.





Pode-se observar dos quadros anteriores que os parâmetros DBO, nitrogênio e fósforo, de uma forma geral, crescem ao longo do tempo, mais acentuadamente no cenário de crescimento e em menor velocidade nos outros dois cenários. Observando-se apenas as cargas pontuais, vê-se uma diminuição da carga de DBO ao longo do tempo, em velocidades variadas de acordo com o cenário: o cenário de estagnação apresenta a menor variação e o de crescimento, a maior. A tendência de diminuição das cargas poluidoras está associada, principalmente, ao saneamento, em que foram adotadas as previsões de aumento de coleta e tratamento dos esgotos municipais (de acordo com o Atlas Esgotos). A diminuição das cargas poluidoras é mais acentuada após o ano de 2031, uma vez que os índices de coleta e tratamento previstos para 2035 atingem 90% ou mais em todos os municípios da bacia.

A Figura 3-6 apresenta a distribuição espacial das cargas pontuais, em termos de DBO, na bacia. Nesta figura, pode-se notar onde se concentram as cargas pontuais, sendo elas coincidentes com as sedes municipais, ETEs e outros lançamentos pontuais.



LEGENDA

- Sede municipal
 - Limite municipal
 - ~ Curso d'água
 - Massa d'água
 - Sub-bacia
 - CH SF2 - Rio Pará
- | Cargas de DBO (Ton/ano) |
|-------------------------|
| Sem carga |
| 0,01 - 50 |
| 50 - 100 |
| 100 - 250 |
| 250 - 500 |
| > 500 |
- ▲ ETE
 - Lançamento de esgoto não tratado

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 3-6 – Cargas Pontuais lançadas na bacia, em termos de DBO

3.4 CONDIÇÕES DE QUALIDADE DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Na etapa de Diagnóstico foi realizada a calibração e validação do modelo de qualidade da água, utilizando-se os dados de monitoramento dos anos de 2019 e 2020, tal como apresentado anteriormente no Item 2.4 do presente relatório.

Com a ferramenta calibrada, foram simulados os cenários futuros da bacia hidrográfica do rio Pará, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$ para avaliar o comportamento das variáveis de qualidade da água em diferentes trechos da bacia e suas variações em diferentes cenários de vazão. Essas simulações produziram estimativas para as condições de qualidade das águas em cada uma das sub-bacias da bacia em análise. É válido lembrar aqui que os parâmetros adotados para o processo de modelagem foram DBO, NT, PT e coliformes termotolerantes. Eles foram escolhidos devido ao fato de terem sido os mais relevantes para acompanhamento da condição de qualidade da água da bacia em função das interferências existentes dos usos da água e do solo na bacia.

Para dar suporte à modelagem futura, foi fundamental a fase de calibração do modelo de qualidade, cujos resultados já foram apresentados de forma sintética na Figura 2-33, mostrando as classes modeladas de cada trecho e a comparação com a pior condição de qualidade identificada nos pontos de monitoramento de acordo com o histórico de dados.

Vale destacar que a ferramenta de modelagem hidrológica e de qualidade da água é útil, tanto ao planejamento geral como recurso hídrico, quanto especificamente para o instrumento de enquadramento. Como se sabe, apresenta bases técnico-científicas, mas dentro de certas premissas e limitações, além de considerar referências de legislações e normas, dados disponíveis (monitoramento), entre outros aspectos. É balizadora, em uma bacia ou trecho/sub-bacia, para dar subsídio à construção de futuros possíveis em diferentes situações (cenas, cenários etc.), mas, como toda ferramenta de simulação, trata de uma aproximação, voltada à aplicação em esfera de planejamento muito válida e necessária para subsidiar estudos como o de enquadramento. Importante lembrar, ainda, que o processo de modelagem tem caráter dinâmico, com contínuos ajustes, correções e aprimoramentos da ferramenta.

A ferramenta foi aplicada para investigar a classe dos trechos da bacia hidrográfica a partir da classificação de corpos d'água estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta do COPAM e CERH-MG n.º 1/2008.

É necessário destacar que não são estabelecidos parâmetros para Nitrogênio Total, no entanto, para a análise neste estudo, foram utilizados os limites de classe estabelecidos para o Nitrogênio Amoniacal, tendo sido escolhido uma vez que essa parcela está associada a despejos de efluentes domésticos.

A partir das condições de qualidade em cada uma das respectivas classes, o resultado das simulações dos cenários futuros apresentou a classificação dos trechos dos rios caso o cenário se concretize. As simulações foram baseadas nos cenários construídos para a bacia hidrográfica, conforme descrito anteriormente no Item 3.1, a saber: tendencial, estagnação e crescimento, cada qual para as cenas de curto (5 anos – 2026), médio (10 anos – 2031) e longo (20 anos – 2041) prazos.

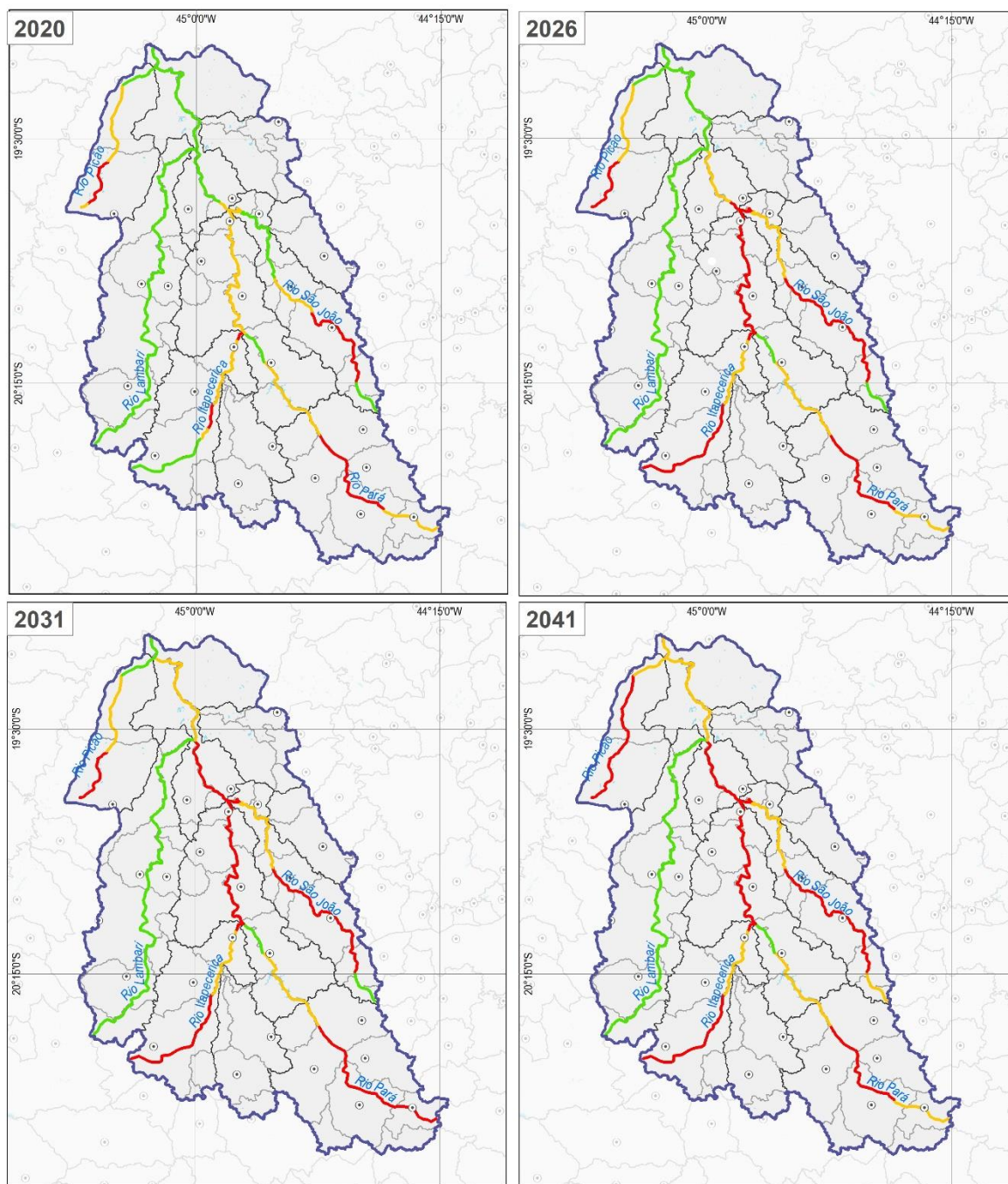
Os cenários e as respectivas cenas alteraram as condições de contorno da modelagem, uma vez que cada um deles prevê uma taxa de desenvolvimento diferente, modificando o número de habitantes, rebanhos, economias ligadas à rede de saneamento e crescimento demográfico dos municípios. Essas alterações delimitaram novas entradas de cargas aportantes a cada trecho de rio, sendo elas pontuais ou difusas. O efeito dessas condições de contorno nos padrões de qualidade dos cursos de água foi verificado por meio da execução das simulações de qualidade da água, proporcionando a classificação dos trechos de rios para os anos de 2026, 2031 e 2041.

3.4.1 Cenário Tendencial

Para o cenário Tendencial são apresentados, a seguir, os resultados das análises a partir das alterações proporcionadas em termos de carga afluyente para cada ano, divididas em carga difusa (eixo y principal) e pontual (eixo y secundário). Assim como no cenário anterior a maior contribuição se dá de forma difusa.

As alterações socioeconômicas propostas por esse cenário provocaram um aumento notável para todos os parâmetros (10% para DBO, 14% para NT, 12% para PT e 11% para Coliformes Termotolerantes, na média das três cenas) nas cargas afluentes aos trechos de rio da SF2, considerando cargas difusas e pontuais.

Com base nesse incremento dos resultados do processo de cenarização para as cargas difusas e pontuais, as informações foram aplicadas para simulação no modelo de qualidade, sendo os resultados apresentados na Figura 3-7 considerando a pior condição de qualidade de cada trecho e na Figura 3-8 mostrando os principais parâmetros responsáveis pela pior condição de qualidade de cada trecho de rio.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- ⬭ CH SF2 - Rio Pará
- ⬭ Subbacias
- ⬭ Massa d'água

Classes Atendidas - Modelagem Q7,10 - Tendencial

- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

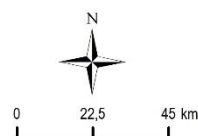


Figura 3-7 – Classes de enquadramento atendidas pelos rios modelados, no Cenário Tendencial, para Q7,10.

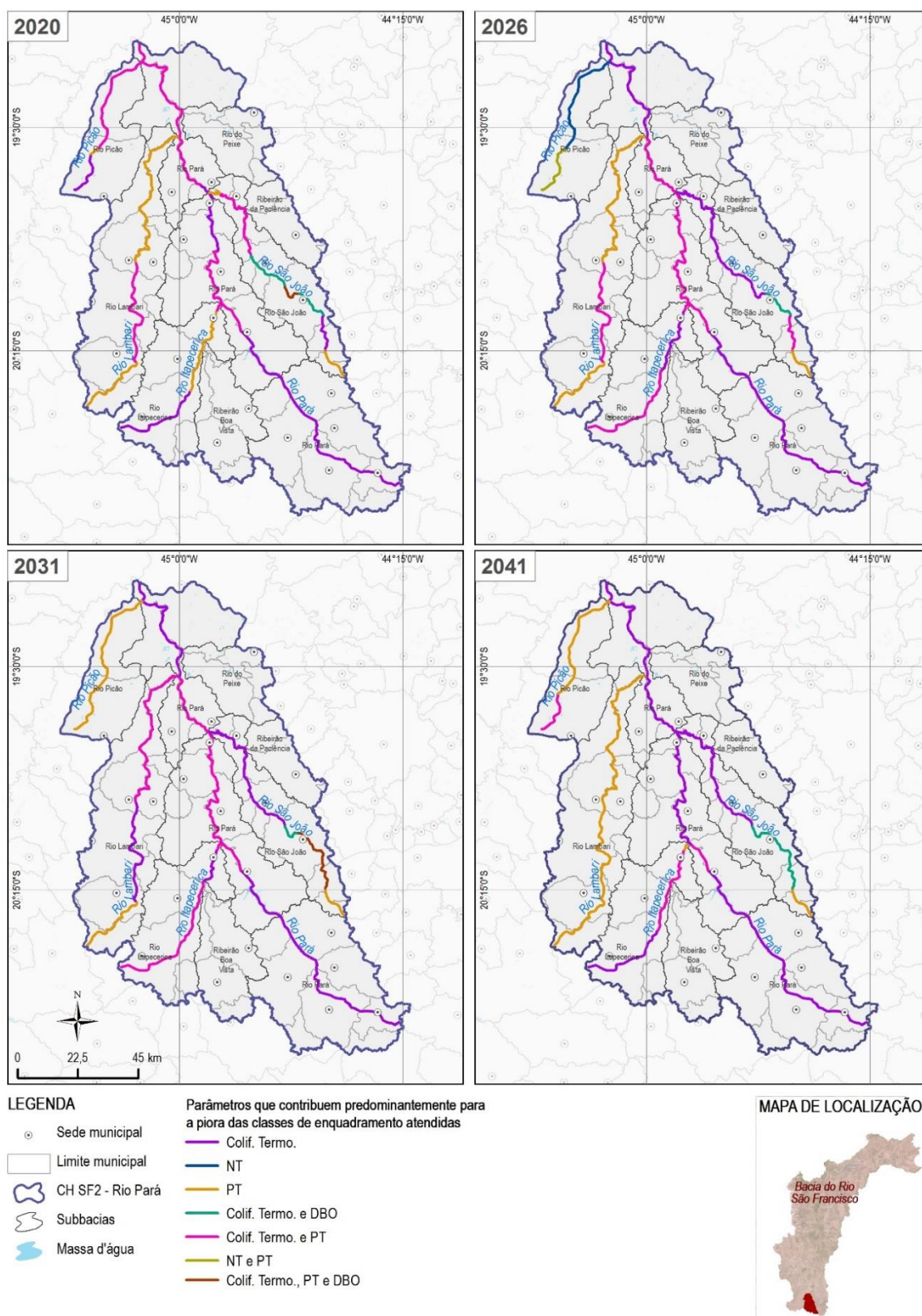


Figura 3-8 – Parâmetros que contribuiriam predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas, no Cenário Tendencial.

A partir dos resultados obtidos na modelagem desse cenário Tendencial para os três parâmetros e cujos resultados foram apresentados na Figura 3-7 e Figura 3-8, verifica-se que, para a cena de 2026, com vazão $Q_{7,10}$, a maioria dos trechos atende as classes 3 e 4.

Assim, o lançamento das cargas nos cursos de água com menores caudais mostra valores de concentrações de constituintes mais altos, como é o caso do trecho do rio São João e o rio Picão. As concentrações mais elevadas de poluentes nesses trechos estão associadas aos despejos dos municípios de Itaúna, no caso do rio São João, e de Bom Despacho e Martinho Campos para o rio Picão.

Inicialmente para a cena atual o trecho do rio São João a jusante de Itaúna atende os padrões das classes 3 e, mais próximo à confluência com o rio Pará, classe 2. Em 2026, esses mesmos trechos passam para classes 4 e 3, respectivamente, sendo o principal parâmetro responsável pela piora na classe de enquadramento os coliformes termotolerantes, para ambos os trechos. Os principais parâmetros responsáveis pela piora variam conforme as cenas, mas destacam-se os coliformes termotolerantes.

O rio Picão, em seu trecho médio, atende aos padrões da classe 3, na cena atual em seu trecho baixo, classe 2. Para o ano de 2041, com o crescimento previsto para as cidades da bacia, passa a atender as classes 4 e 3, respectivamente para os trechos médio e baixo. Os principais parâmetros responsáveis pela piora da classe de enquadramento são, notadamente, nitrogênio e fósforo.

O trecho médio do rio Pará, atendendo à classe 3 na cena atual, passa a atender, já na cena de 2026, à classe 4, tendo como principais parâmetros responsáveis os coliformes termotolerantes e o fósforo.

3.4.2 Cenário de Estagnação

Analogamente ao cenário tendencial, foi também desenvolvido incremento de cargas proporcionadas pelo cenário de Estagnação, para cada um dos quatro parâmetros estudados.

As alterações socioeconômicas propostas por esse cenário provocaram um pequeno aumento nas cargas difusas afluentes aos trechos de rio da SF2, em termos de DBO

e NT (para o horizonte de longo prazo: 8% e 12%, respectivamente). Em termos de PT e Coliformes Termotolerantes, prevê-se aumento de 10% e 12%, respectivamente, no horizonte de longo prazo (2041).

A partir da cenarização, foram aplicados os novos resultados das cargas difusas e pontuais para simulação no modelo de qualidade, sendo os resultados apresentados na Figura 3-9 em termos de classes atendidas e na Figura 3-10 em termos de parâmetros que contribuem para a piora da classe de enquadramento atendida, para a vazão de referência $Q_{7,10}$, sendo a situação mais crítica para a bacia.

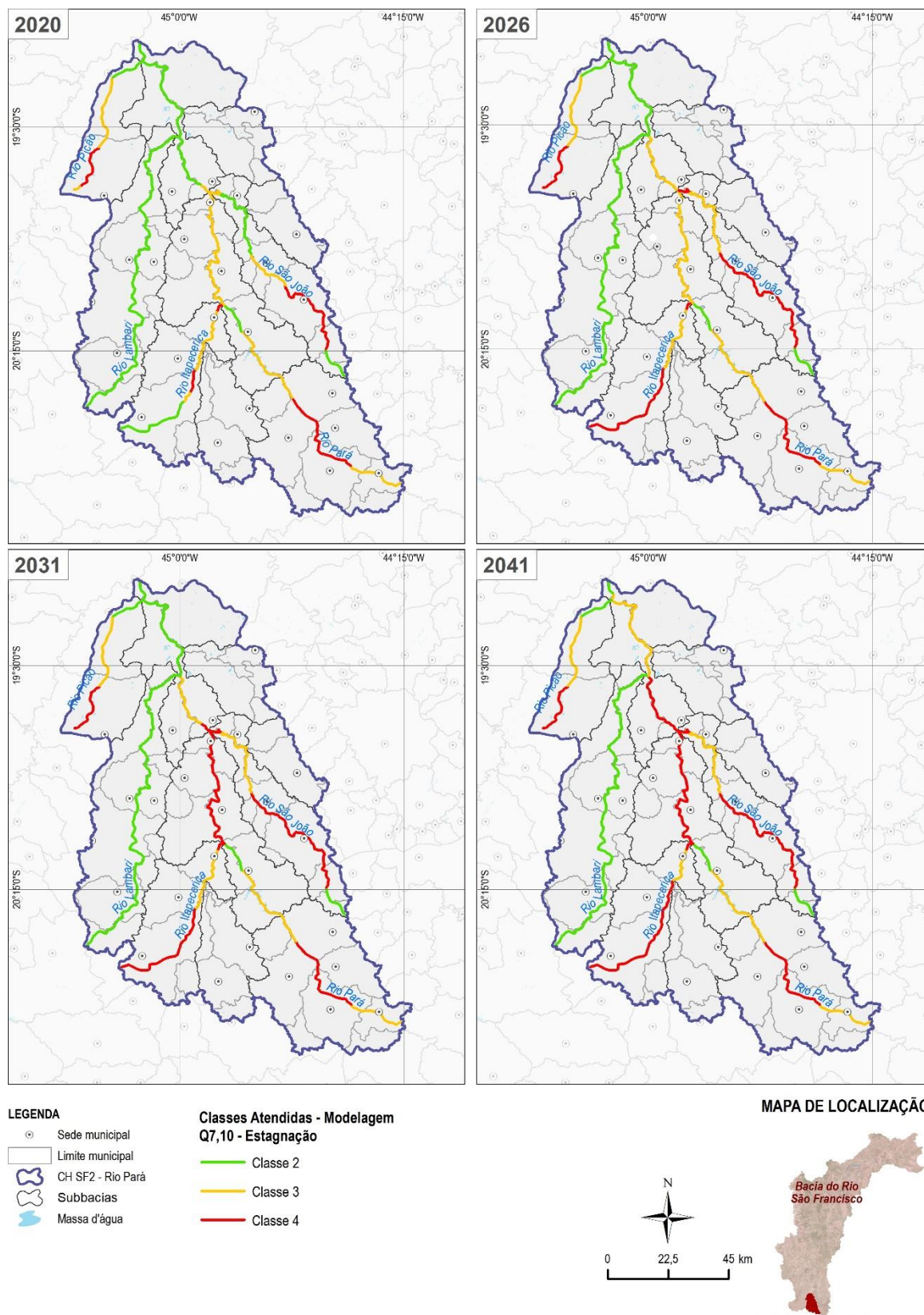
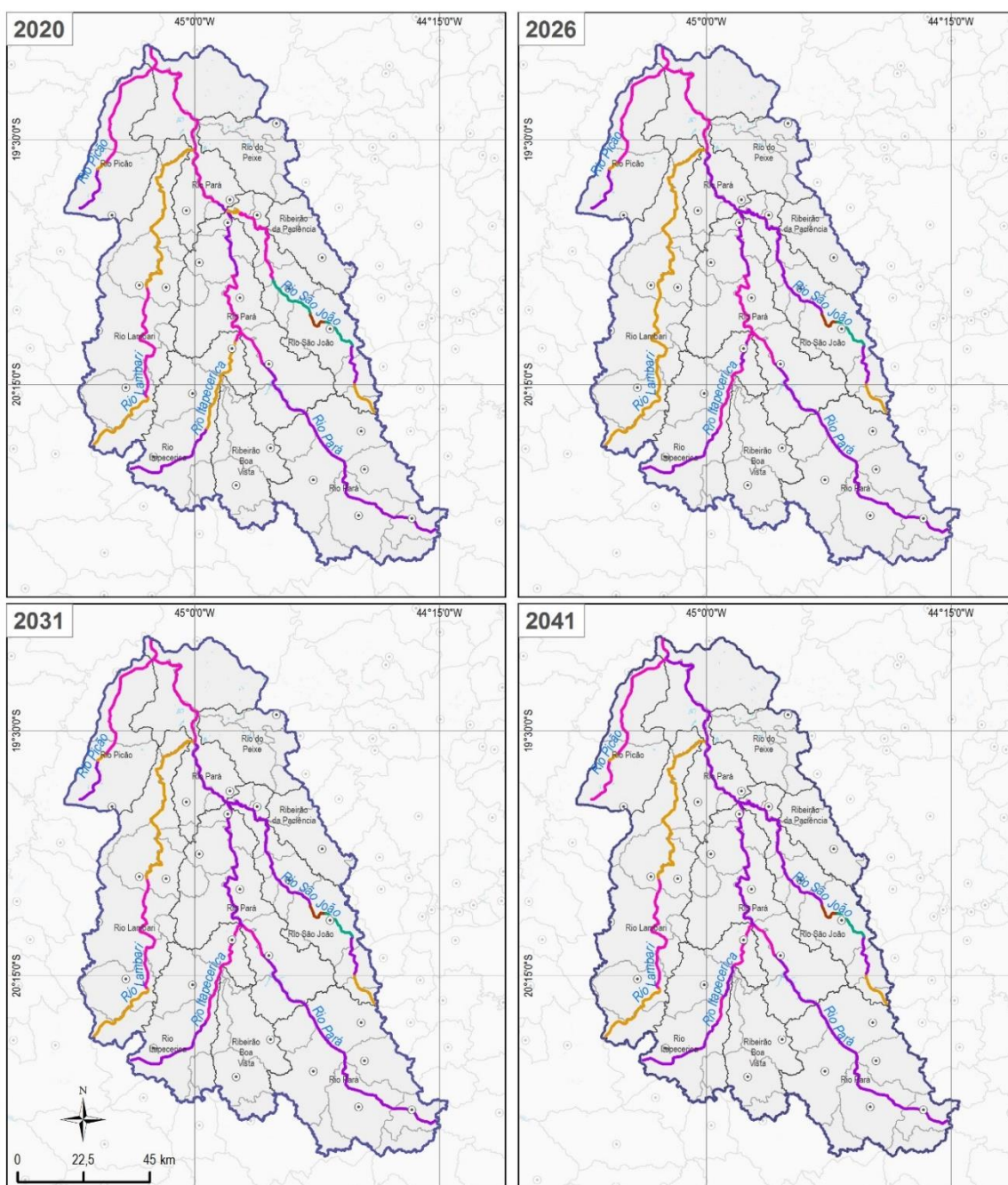


Figura 3-9 – Classes de enquadramento atendidas pelos rios modelados, no Cenário de Estagnação, para Q7,10.



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- CH SF2 - Rio Pará
- Subbacias
- Massa d'água

Parâmetros que contribuem predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas

- Colif. Termo.
- PT
- Colif. Termo. e DBO
- Colif. Termo. e PT
- Colif. Termo., PT e DBO

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 3-10 – Parâmetros que contribuíram predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas, no Cenário de Estagnação.

De uma forma geral, os resultados da modelagem mostram que nesse cenário, a maior parte dos trechos de rios modelados atendem às classes 3 e 4. A partir do cálculo das cargas nota-se que as principais contribuições de carga estão na bacia hidrográfica do rio Itapecerica, Médio Pará, bacia hidrográfica do rio São João e ribeirão da Paciência.

As maiores entradas de carga associadas com as condições de vazão de cada curso de água promovem resultados nas condições de qualidade da água simuladas, dependendo da capacidade de cada trecho de assimilação e depuração de cargas. Essa condição fica evidente na análise dos resultados apresentados nas figuras para os três parâmetros em que os locais em que há entradas de carga associadas a rios com caudais menores apresentam valores de concentrações de constituintes mais altos, como é o caso do trecho do rio São João e da foz rio Itapecerica.

As concentrações mais elevadas de poluentes nestes trechos estão associadas aos despejos dos municípios de Itaúna, no caso do rio São João, e de Divinópolis, para a foz do rio Itapecerica. No caso do trecho do rio São João, apresenta classes 3 e 4 a jusante do município de Itaúna. O trecho da foz do rio Itapecerica próximo ao município de Divinópolis apresenta classe 4.

Observa-se uma piora nas condições de qualidade principalmente no trecho do Médio rio Pará, a jusante da confluência com o rio Itapecerica, o qual passa de classe 3 na cena atual para classe na cena de 2031; no rio São João, a jusante do município de Itaúna, cujo trecho atendendo à classe 2 na cena atual, passa a atender classe 3 já na cena de 2026 e o trecho ora classe 3, passa a tender apenas classe 4; e no rio Itapecerica, em seu trecho médio e baixo onde na cena atual atendia à classe 3, passando a atender apenas classe 4 na cena de 2041. Pela Figura 3-10, nota-se que os principais parâmetros responsáveis pela piora da classe de enquadramento são os coliformes termotolerantes e o fósforo.

3.4.3 Cenário de Crescimento

Analogamente aos cenários anteriores, foram desenvolvidas avaliações com o aumento de carga proporcionado pelo cenário de Crescimento. Nesse caso, as alterações socioeconômicas propostas por esse cenário provocaram um aumento de

~20% para DBO, ~26% para NT, ~22% para PT e ~14% para Coliformes Termotolerantes na média dos três anos para as cargas afluentes.

Na sequência, esses resultados de projeções de carga foram aplicados no modelo de qualidade das águas, sendo os resultados apresentados da mesma forma que os cenários anteriores, na Figura 3-11 mostrando a pior condição de qualidade de cada trecho e na Figura 3-12 os parâmetros responsáveis por essa pior condição de qualidade.

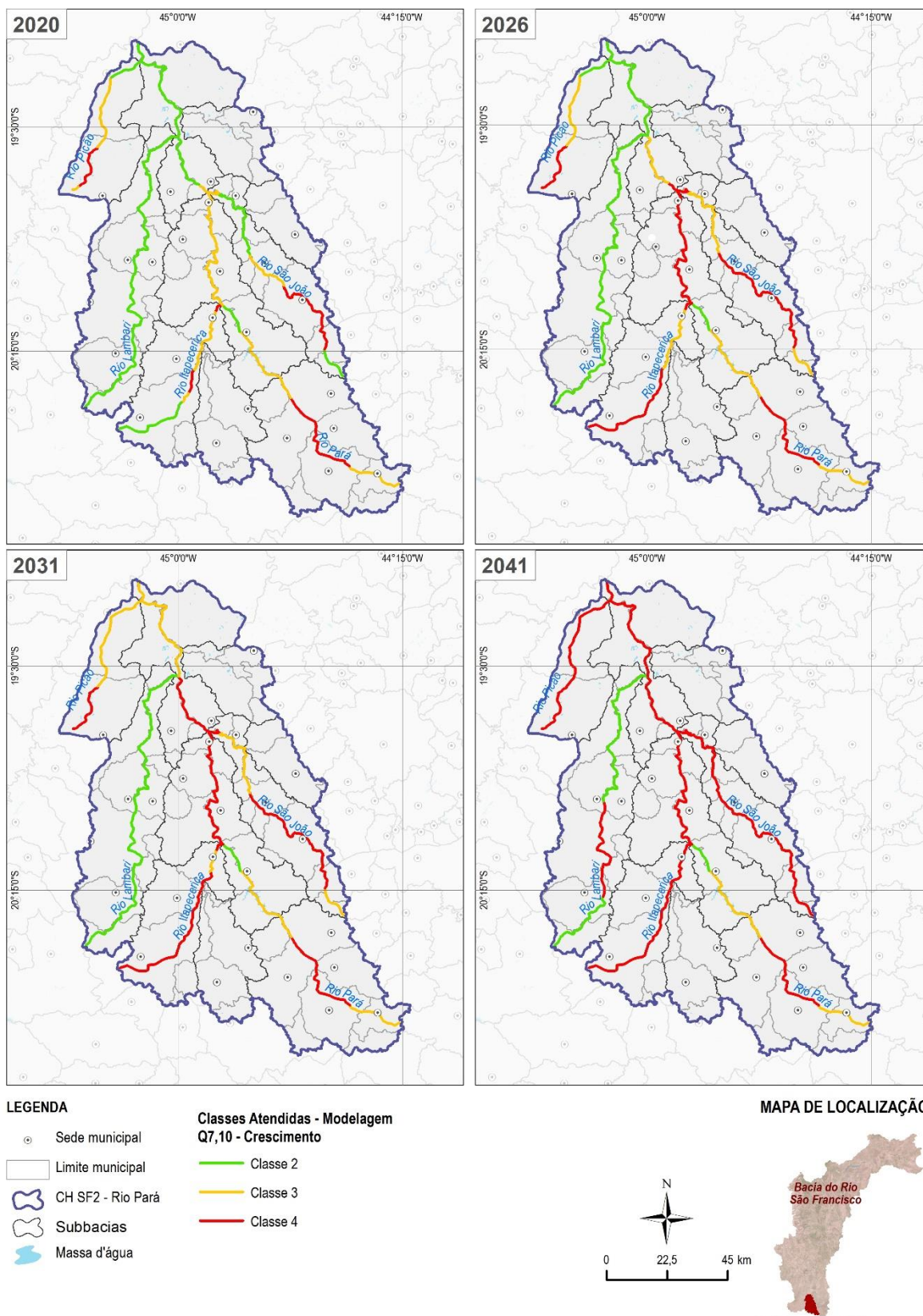
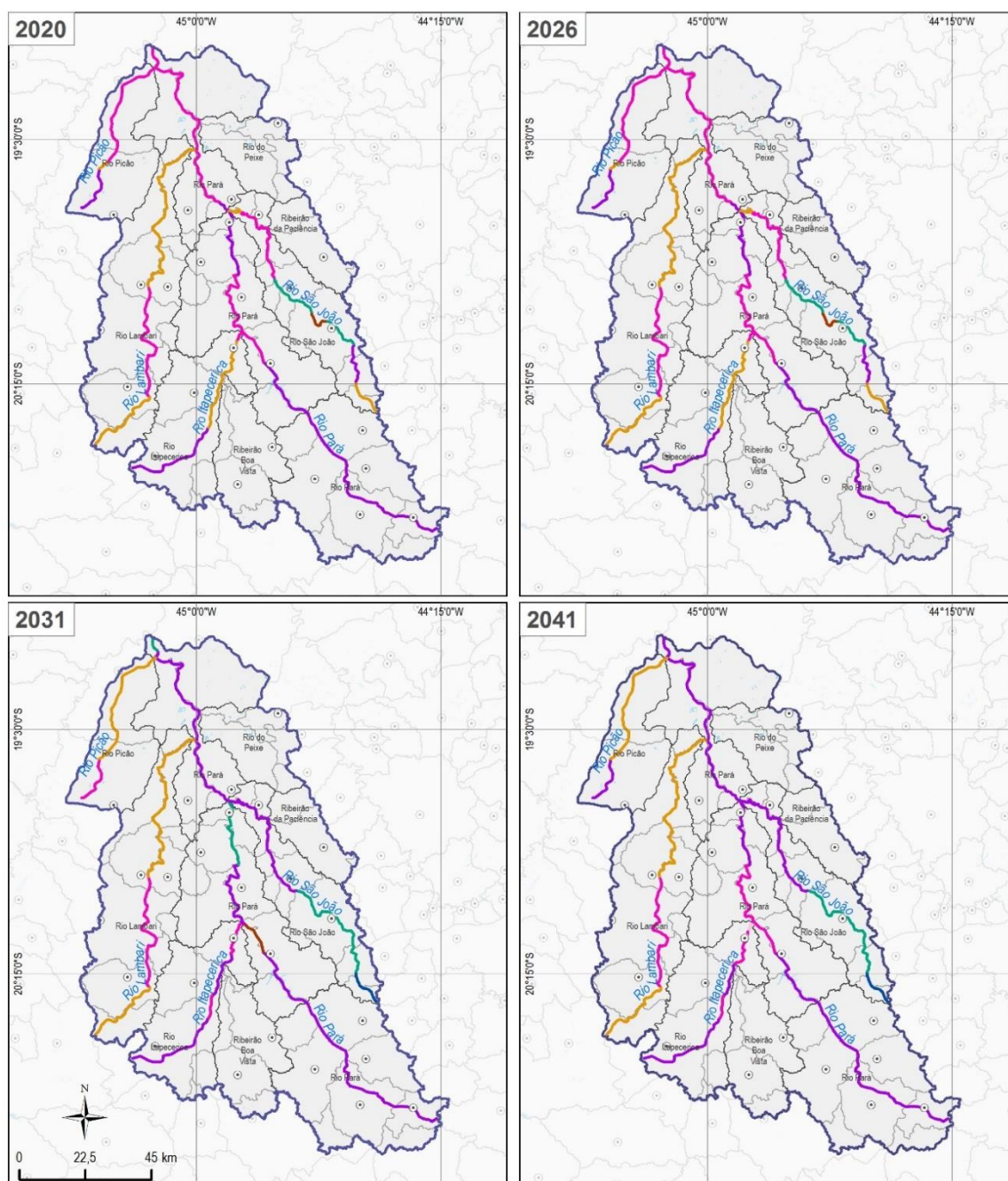


Figura 3-11 – Classes de enquadramento atendidas pelos rios modelados, no Cenário de Crescimento, para Q7,10.



LEGENDA	
○ Sede municipal	Parâmetros que contribuem predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas
□ Limite municipal	Colif. Termo.
CH SF2 - Rio Pará	NT
Subbacias	PT
Massa d'água	Colif. Termo. e PT
	Colif. Termo. e DBO
	Colif. Termo., NT e PT
	Colif. Termo., PT e DBO

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 3-12 – Parâmetros que contribuíram predominantemente para a piora das classes de enquadramento atendidas, no Cenário de Crescimento.

A partir da aplicação do modelo e análise dos resultados, pode ser verificado que para as três cenas modeladas, com vazão $Q_{7,10}$, a maioria dos trechos atende à classe 4 neste cenário. De uma forma geral, observa-se que os principais responsáveis pela piora na classe de enquadramento da maioria dos trechos são os coliformes termotolerantes e o fósforo.

As maiores influências do lançamento das cargas pontuais e difusas também são apresentadas nos locais de altas entradas de cargas associados a rios com caudais menores, como é o caso do trecho de cabeceira do rio Itapecerica, do rio São João e do rio Lambari.

As concentrações mais elevadas de poluentes nesses pontos estão associadas aos despejos dos municípios de Itapecerica (rio Itapecerica), Itaúna (rio São João) e Santo Antônio do Monte (rio Lambari). Os despejos do município de Itapecerica elevam os valores das cargas poluentes, de modo que esse trecho do rio atende aos parâmetros da classe 4 já na cena atual, ampliando a extensão de trecho atendendo a esta classe, de modo que na cena de 2041, todo o rio Itapecerica apresenta classe 4. Os principais parâmetros responsáveis pela piora nas classes de enquadramento são os coliformes termotolerantes e o fósforo.

No caso do rio São João, na cena atual, apenas os trechos a montante e a jusante do município de Itaúna apresentam classe 4. Porém, já a partir da cena de 2026 esses trechos de prolongam e, na cena de 2041, todo o rio São João apresenta classe 4, sendo os principais parâmetros responsáveis os coliformes termotolerantes, o fósforo e a DBO.

O trecho do rio Lambari próximo ao município de Santo Antônio do Monte, ora apresentando como classe 2, passa a atender apenas classe 4, na cena de 2041, cujos principais parâmetros responsáveis pela piora são os coliformes termotolerantes e o fósforo.

Ainda, observa-se piora significativa no rio Pará, em seus trechos médio e baixo, que apresentavam classes 3 e 2, respectivamente, na cena atual e passam a atender classe 4 em todo o trecho. O mesmo ocorre para o rio Picão, o qual apresentava

classes 4, 3 e 2, respectivamente, em seus trechos alto, médio e baixo, passando a atender classe 4 em toda a sua extensão, até a confluência com o rio Pará. Em ambos os rios, os principais responsáveis pela piora na classe de enquadramento são também os coliformes termotolerantes e o fósforo.

3.4.4 Comparação entre os Cenários

A Figura 3-7, a Figura 3-9 e a Figura 3-11 apresentaram os resultados da simulação para os três cenários. De uma forma geral, podem ser destacadas algumas pioras na condição de qualidade, mais acentuadas no cenário de Crescimento, obviamente relacionadas às maiores cargas lançadas, sejam elas difusas ou pontuais. As diferenças em questão podem ser ressaltadas, principalmente, nas bacias do rio São João, ribeirão da Paciência e rio Itapeçerica, e são devidas às cargas de municípios como Itaúna, Pará de Minas ou Divinópolis, os principais da bacia.

Na sequência, a Figura 3-8, a Figura 3-10 e a Figura 3-12 mostraram os principais parâmetros responsáveis pela piora nas classes de enquadramento dos trechos modelados. Dessas figuras, observa-se que para a maior parte dos trechos, os principais “vilões” são os coliformes termotolerantes e o fósforo.

O Quadro 3-32 mostra um resumo dos trechos modelados, juntamente com as informações de usos demandados preponderantes em cada trecho, a existência ou não de UCs, as classes necessárias para atender aos usos preponderantes mais restritivos, as classes atualmente atendidas e os parâmetros responsáveis pela violação de classe, quando ocorre violação. Dele, observa-se novamente, que os principais parâmetros responsáveis pela violação das classes de enquadramento conforme usos dos trechos de rios, são os coliformes termotolerantes e o fósforo. Observa-se, também, que dois trechos, na parte alta do rio Pará merecem atenção por passarem dentro de unidade de conservação, sendo que em ambos não é observada a classe especial.

Quadro 3-32 – Matriz do enquadramento atualmente atendido.

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Usos preponderantes mais restritivos	Classe Necessária	Classe Atualmente Atendida	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação*
Rio Pará	1	para_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Mineração; Dessedentação animal	Consumo humano urbano	2	3	1	Início (nascente) no município de Desterro de Entre Rios até ponto a montante da sede do município de Passa Tempo	Coliformes termotolerantes
	2	alto_para2	Sim	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Mineração; Dessedentação animal	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe Especial	4	1	Início no município de Passa Tempo até a divisa dos municípios de Itaguara e Carmópolis de Minas	Coliformes termotolerantes, PT, NT e DBO
	3	alto_para3	Sim	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Dessedentação animal	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe Especial	3	1	Municípios de Itaguara e Carmópolis de Minas (divisa)	Coliformes termotolerantes, PT, NT e DBO
	4	alto_para4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano rural	1	3	1	Municípios de Cláudio e Itaguara (divisa)	Coliformes termotolerantes e PT
	5	alto_para5	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	1	Início nos município de Cláudio e Itaguara (divisa) até município de Carmo do Cajuru	Coliformes termotolerantes
	6	alto_para6	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	1	Municípios de Carmo do Cajuru e Divinópolis (divisa)	-
	7	alto_para7	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	1	Municípios de Carmo do Cajuru e Divinópolis, a montante da confluência com o rio Itapeçerica (divisa)	-

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Usos preponderantes mais restritivos	Classe Necessária	Classe Atualmente Atendida	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação*
	8	medio_para1	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	2	Municípios de São Gonçalo do Pará e Divinópolis (divisa)	Coliformes termotolerantes e PT
	9	medio_para2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Geração Termoelétrica; Dessedentação Animal	Consumo humano urbano	2	3	2	Início no município de São Gonçalo do Pará até município de Conceição do Pará, até a confluência com o rio São João	Coliformes termotolerantes
	10	medio_para3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração	Consumo humano urbano	2	3	2	Municípios de Conceição do Pará e Pitangui, a jusante da confluência com o rio São João	Coliformes termotolerantes
	11	medio_para4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	2	Municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa), a montante da confluência com o rio Lambari	-
	12_a	baixo_para1	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	Início nos municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa) até município de Pompéu, a jusante da confluência com o rio Lambari	-
	12_b	baixo_para1	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	Início nos municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa) até município de Pompéu, a jusante da confluência com o rio Lambari	-
	12_c	baixo_para1	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	Início nos municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa) até município de Pompéu, a jusante da confluência com o rio Lambari	-
	13	baixo_para2	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	Municípios de Pompéu e Martinho Campos (divisa), a montante da	-

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Usos preponderantes mais restritivos	Classe Necessária	Classe Atualmente Atendida	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação*
										confluência com o rio Picão	
	14	baixo_para3	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	Municípios de Pompéu e Martinho Campos (divisa), a jusante da confluência com o rio Picão	-
	15	foz	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal	Dessedentação animal	3	2	2	Municípios de Pompéu e Martinho Campos (divisa)	-
Rio Itapecerica	1a	itapecerica_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	Classe Especial	Município de Itapecerica, da nascente até a confluência com o córrego do Barreiro	Coliformes termotolerantes
	1b	itapecerica_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	1	Município de Itapecerica, da confluência com o córrego do Barreiro até a confluência com o ribeirão Vermelho	Coliformes termotolerantes
	1c	itapecerica_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	2	Município de Itapecerica, da confluência com o ribeirão Vermelho até a confluência com o ribeirão Santo Antônio	Coliformes termotolerantes
	1d	itapecerica_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	2	Município de Itapecerica, da confluência com o ribeirão Santo Antônio até a confluência com o córrego Areão	Coliformes termotolerantes
	2	itapecerica_2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	4	1	Município de Itapecerica	Coliformes termotolerantes e PT
	3	itapecerica_3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	3	1	Município de São Sebastião do Oeste	Coliformes termotolerantes e PT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Usos preponderantes mais restritivos	Classe Necessária	Classe Atualmente Atendida	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação*
	4	itapecerica_4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	3	2	Município de Divinópolis	PT
	5	itapecerica_5	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	3	2	Município de Divinópolis	PT
	6	itapecerica_6	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Irrigação	Consumo humano urbano	2	4	3	Município de Divinópolis	Coliformes termotolerantes e PT
Rio São João	1	sao_joao_cabeceira	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	1	Início no município de Itaguara até município de Itatiaiuçu	-
	2	sao_joao2	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	4	1	Início no município de Itatiaiuçu até município de Itaúna	Coliformes termotolerantes e DBO
	3	sao_joao3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Itaúna	Coliformes termotolerantes e DBO
	4	sao_joao4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	4	3	Município de Itaúna	Coliformes termotolerantes e DBO
	5	sao_joao5	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	4	3	Município de Itaúna	Coliformes termotolerantes, PT e DBO
	6	sao_joao6	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	3	Município de Itaúna	Coliformes termotolerantes e DBO
	7	sao_joao7	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	2	Município de Igaratinga	Coliformes termotolerantes e DBO

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Usos preponderantes mais restritivos	Classe Necessária	Classe Atualmente Atendida	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação*
	8	sao_joao8	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	2	Início no município de Igaratinga até município de Conceição do Pará	-
	9	sao_joao9	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal	Consumo humano urbano	1	3	2	Município de Conceição do Pará	PT
Rio Lambari	1	lambari_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Indústria de transformação; Irrigação	Consumo humano rural	1	2	1	Início no município de Itapeçerica até município de Pedra do Indaiá	PT
	2	lambari1	Não	Consumo humano rural, Irrigação	Consumo humano rural; Irrigação	Consumo humano rural	2	2	1	Município de Pedra do Indaiá	-
	3	lambari2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	1	Início no município de Pera do Indaiá até município de Araújos	-
	4	lambari3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	1	Início no município de Araújos até municípios de Leandro Ferreira e Martinho Campos (divisa)	-
	5	lambari4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	1	Município de Leandro Ferreira e Martinho Campos (divisa), trecho logo a montante da confluência com o rio Pará	-
Rio Picão	1a	picao1	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	Classe Especial	Município de Bom Despacho	Coliformes termotolerantes e PT
	1b	picao1	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Bom Despacho	Coliformes termotolerantes e PT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Usos preponderantes mais restritivos	Classe Necessária	Classe Atualmente Atendida	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação*
	1c	picao1	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Bom Despacho	Coliformes termotolerantes e PT
	2	picao2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Bom Despacho	Coliformes termotolerantes e PT
	3	picao3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	3	1	Início no município de Bom Despacho até município de Martinho Campos	Coliformes termotolerantes e PT
	4	picao4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	1	Município de Martinho Campos	-
	5	picao5	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	1	Município de Martinho Campos, trecho logo a montante da confluência com o rio Pará	-

*Parâmetros responsáveis pela violação: considerando o universo dos 4 parâmetros (DBO, NT, PT e Coliformes Termotolerantes) adotados na modelagem de qualidade.

Elaboração: Engecorps, 2021

3.5 Usos PRETENSOS DE RECURSOS HÍDRICOS

A análise dos usos preponderantes mais restritivos para os cenários projetados foi realizada de forma análoga à feita no Diagnóstico e apresentada no Item 2.2.4.

Do Quadro 3-33 ao Quadro 3-42 são apresentadas as porcentagens de vazão retirada de cada setor usuário, para cada uma das sub-bacias da CH SF2, considerando a cena atual e para os três cenários de cada horizonte. Na sequência, os resultados são apresentados de forma espacializada da Figura 3-13 até a Figura 3-21, mostrando três tipos de mapas para os três cenários projetados de crescimento e para as três cenas futuras propostas. Essas informações são relevantes para dar suporte à definição dos usos pretensos da bacia, considerando variação entre os três cenários e para as cenas futuras da bacia.

A análise das informações dispostas na Figura 3-13 até a Figura 3-15 permite identificar que ocorreram poucas mudanças ao longo do horizonte de planejamento com relação ao conjunto dos principais usos que somam 90% da vazão ou mais. Pode-se observar, no cenário de estagnação, mudança na sub-bacia do ribeirão da Paciência, que na cena atual tinha como conjunto os usos Consumo Humano Urbano e Indústria de Transformação somando 90% da vazão. Na cena de 2026, o conjunto passa a incluir também a Agricultura Irrigada, porém na cena de 2031 volta a ser apenas os dois usos originais, seguindo com essa tendência até a cena de 2041. Nas demais sub-bacias e demais cenários, não houve mudança na composição dos conjuntos de usos que somam 90% da vazão.

Com relação ao uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, cujos resultados são mostrados da Figura 3-16 até a Figura 3-18, pode-se observar que não houve mudança do uso mais restritivo em nenhum dos três cenários propostos, sendo o uso mais restritivo o Consumo Humano Urbano, em todas as sub-bacias.

Na sequência, com relação ao principal uso mais restritivo (Figura 3-19 até a Figura 3-21), houve alteração na sub-bacia do Médio rio Pará, cujo principal uso mais restritivo na cena atual era o Consumo Humano Urbano, passando a ser a Indústria

de Transformação, em 2026 para o cenário de crescimento e em 2031 para o cenário tendencial. Para o cenário de estagnação, não houve alteração.

De uma forma geral, considerando os resultados apresentados percentualmente por setor usuário e de forma tabular do Quadro 3-33 até o Quadro 3-42, observa-se para a bacia como um todo uma leve expectativa de aumentar a representatividade dos usos para usos industriais, dessedentação animal e agricultura irrigada e, ao mesmo tempo, leve redução nos percentuais para abastecimento humano urbano.

Para dar subsídio a essa análise, foi construído o Quadro 3-43 comparando as demandas percentuais para os principais setores usuários em cada sub-bacia para as situações extremas que tratam da cena atual e do cenário Crescimento para o horizonte de longo prazo (2041). Nesse sentido, verifica-se que as expectativas são para todas as sub-bacias, com redução do percentual relativo para consumo humano urbano e incremento para os usos industriais, dessedentação animal e agricultura irrigada.

Quadro 3-33 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2 – Cena Atual (2020)

Macro Divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	22%	6%	7%	7%	0%	37%	21%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	47%	2%	13%	1%	0%	23%	14%	0%	5%
	Rio Itapecerica	50%	1%	28%	0%	3%	11%	6%	0%	16%
	Médio Rio Pará	23%	2%	27%	1%	2%	13%	8%	24%	17%
Baixo Pará	Rio São João	36%	2%	11%	7%	0%	13%	24%	7%	16%
	Ribeirão da Paciência	57%	2%	34%	1%	0%	0%	6%	0%	5%
	Rio Lambari	21%	3%	13%	0%	0%	40%	22%	1%	9%
	Rio do Peixe	14%	3%	3%	0%	0%	36%	45%	0%	2%
	Rio Picão	15%	0%	4%	0%	0%	13%	67%	1%	13%
	Baixo Pará	18%	1%	28%	1%	0%	12%	39%	1%	13%
Total		30%	2%	19%	2%	1%	16%	25%	6%	100%

Quadro 3-34 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de curto prazo (2026) – Cenário Tendencial

Macro Divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	20%	5%	7%	9%	0%	38%	22%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	44%	2%	13%	1%	0%	24%	16%	0%	5%
	Rio Itapecerica	46%	1%	30%	0%	3%	12%	7%	0%	16%
	Médio Rio Pará	22%	2%	29%	1%	2%	14%	9%	22%	17%
Baixo Pará	Rio São João	34%	1%	12%	7%	0%	14%	26%	6%	16%
	Ribeirão da Paciência	54%	1%	38%	1%	0%	0%	6%	0%	4%
	Rio Lambari	19%	3%	14%	0%	0%	41%	23%	1%	9%
	Rio do Peixe	13%	2%	3%	0%	0%	37%	44%	0%	2%
	Rio Picão	13%	0%	5%	0%	0%	13%	68%	1%	13%
	Baixo Pará	16%	1%	29%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
	Total		28%	2%	20%	2%	1%	17%	26%	5%

Quadro 3-35 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Estagnação

Macro Divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	19%	5%	6%	7%	0%	37%	26%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	45%	2%	11%	1%	0%	24%	17%	0%	5%
	Rio Itapecerica	48%	1%	26%	0%	2%	13%	9%	0%	15%
	Médio Rio Pará	21%	2%	26%	1%	1%	14%	13%	22%	17%
Baixo Pará	Rio São João	34%	1%	10%	7%	0%	13%	28%	7%	16%
	Ribeirão da Paciência	57%	1%	33%	1%	0%	0%	8%	0%	4%
	Rio Lambari	19%	2%	12%	0%	0%	41%	25%	1%	9%
	Rio do Peixe	13%	2%	2%	0%	0%	35%	48%	0%	2%
	Rio Picão	13%	0%	5%	0%	0%	13%	68%	1%	13%
	Baixo Pará	17%	1%	27%	1%	0%	13%	40%	1%	13%
	Total		28%	2%	18%	2%	1%	17%	28%	5%

Quadro 3-36 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de curto prazo (2026) – Cenário de Crescimento

Macro Divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	18%	5%	8%	10%	0%	39%	20%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	42%	2%	16%	1%	0%	24%	15%	0%	5%
	Rio Itapecerica	42%	1%	35%	0%	4%	13%	6%	0%	16%
	Médio Rio Pará	20%	2%	33%	1%	2%	15%	8%	20%	17%
Baixo Pará	Rio São João	32%	1%	14%	7%	0%	15%	24%	6%	15%
	Ribeirão da Paciência	50%	1%	42%	1%	0%	0%	5%	0%	4%
	Rio Lambari	17%	2%	15%	0%	0%	44%	22%	1%	9%
	Rio do Peixe	12%	2%	3%	0%	0%	40%	42%	0%	2%
	Rio Picão	12%	0%	5%	0%	0%	14%	67%	0%	13%
	Baixo Pará	16%	1%	30%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
	Total		26%	1%	22%	2%	1%	18%	25%	4%

Quadro 3-37 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de médio prazo (2031) – Cenário Tendencial

Macro divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	19%	4%	7%	9%	0%	38%	22%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	42%	2%	14%	1%	0%	24%	17%	0%	5%
	Rio Itapecerica	43%	1%	32%	0%	3%	13%	7%	0%	16%
	Médio Rio Pará	21%	2%	31%	1%	1%	14%	9%	20%	17%
Baixo Pará	Rio São João	32%	1%	13%	8%	0%	14%	26%	6%	16%
	Ribeirão da Paciência	52%	1%	40%	1%	0%	0%	6%	0%	4%
	Rio Lambari	18%	2%	14%	0%	0%	42%	23%	1%	9%
	Rio do Peixe	13%	2%	3%	0%	0%	38%	44%	0%	2%
	Rio Picão	12%	0%	6%	0%	0%	14%	68%	0%	13%
	Baixo Pará	15%	1%	30%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
Total		26%	1%	21%	2%	1%	18%	26%	5%	100%

Quadro 3-38 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Estagnação

Macro divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	19%	4%	6%	8%	0%	37%	26%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	45%	1%	11%	1%	0%	24%	17%	0%	5%
	Rio Itapecerica	47%	1%	27%	0%	2%	13%	10%	0%	15%
	Médio Rio Pará	20%	2%	27%	1%	1%	14%	14%	21%	17%
Baixo Pará	Rio São João	33%	1%	11%	7%	0%	13%	28%	6%	16%
	Ribeirão da Paciência	56%	1%	34%	1%	0%	0%	8%	0%	4%
	Rio Lambari	18%	2%	13%	0%	0%	42%	25%	1%	9%
	Rio do Peixe	13%	2%	2%	0%	0%	36%	47%	0%	2%
	Rio Picão	13%	0%	5%	0%	0%	14%	67%	1%	13%
	Baixo Pará	17%	1%	28%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
Total		28%	1%	18%	2%	0%	18%	28%	5%	100%

Quadro 3-39 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de médio prazo (2031) – Cenário de Crescimento

Macro divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	17%	4%	8%	10%	0%	38%	22%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	42%	1%	17%	1%	0%	24%	16%	0%	5%
	Rio Itapecerica	39%	1%	37%	0%	3%	13%	6%	0%	16%
	Médio Rio Pará	19%	2%	35%	1%	2%	15%	9%	18%	17%
Baixo Pará	Rio São João	31%	1%	15%	8%	0%	14%	26%	5%	15%
	Ribeirão da Paciência	48%	1%	44%	1%	0%	0%	5%	0%	4%
	Rio Lambari	17%	2%	15%	0%	0%	43%	23%	1%	9%
	Rio do Peixe	12%	1%	4%	1%	0%	39%	43%	0%	2%
	Rio Picão	12%	0%	6%	0%	0%	14%	68%	0%	13%
	Baixo Pará	15%	1%	31%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
Total		25%	1%	24%	2%	1%	18%	26%	4%	100%

Quadro 3-40 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de longo prazo (2041) – Cenário Tendencial

Macro divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	18%	4%	7%	9%	0%	38%	23%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	42%	2%	14%	1%	0%	24%	17%	0%	5%
	Rio Itapecerica	42%	1%	33%	0%	3%	13%	8%	0%	16%
	Médio Rio Pará	21%	2%	31%	1%	1%	15%	10%	20%	17%
Baixo Pará	Rio São João	32%	1%	13%	8%	0%	14%	27%	6%	16%
	Ribeirão da Paciência	52%	1%	41%	1%	0%	0%	6%	0%	4%
	Rio Lambari	18%	2%	14%	0%	0%	42%	23%	1%	9%
	Rio do Peixe	12%	2%	3%	0%	0%	38%	43%	0%	2%
	Rio Picão	12%	0%	6%	0%	0%	14%	68%	0%	13%
	Baixo Pará	15%	1%	30%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
Total		26%	1%	21%	2%	1%	18%	26%	4%	100%

Quadro 3-41 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de longo prazo (2041) - Cenário de Estagnação

Macro divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	19%	4%	6%	8%	0%	37%	26%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	47%	1%	11%	1%	0%	22%	17%	0%	5%
	Rio Itapecerica	48%	1%	28%	0%	2%	12%	9%	0%	16%
	Médio Rio Pará	21%	2%	28%	1%	1%	13%	13%	21%	17%
Baixo Pará	Rio São João	34%	2%	11%	7%	0%	13%	27%	6%	16%
	Ribeirão da Paciência	57%	1%	34%	1%	0%	0%	7%	0%	5%
	Rio Lambari	19%	2%	13%	0%	0%	41%	25%	1%	9%
	Rio do Peixe	13%	2%	2%	0%	0%	35%	47%	0%	2%
	Rio Picão	14%	0%	5%	0%	0%	13%	67%	1%	13%
	Baixo Pará	18%	1%	28%	1%	0%	12%	39%	1%	12%
Total		28%	1%	19%	2%	1%	17%	27%	5%	100%

Quadro 3-42 – Porcentagem de retirada por setor usuário e por sub-bacia da CH SF2, no horizonte de longo prazo (2041) – Cenário de Crescimento

Macro divisão	Sub bacia	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada	Evaporação em Reservatórios	Total
Alto Pará	Alto Rio Pará	18%	3%	8%	10%	0%	39%	22%	0%	5%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	42%	1%	16%	1%	0%	24%	16%	0%	5%
	Rio Itapeçerica	41%	0%	36%	0%	3%	13%	7%	0%	16%
	Médio Rio Pará	19%	1%	34%	1%	2%	16%	10%	18%	16%
Baixo Pará	Rio São João	31%	1%	14%	8%	0%	15%	26%	5%	16%
	Ribeirão da Paciência	50%	1%	43%	1%	0%	0%	5%	0%	4%
	Rio Lambari	16%	1%	15%	0%	0%	44%	23%	1%	9%
	Rio do Peixe	12%	1%	3%	0%	0%	40%	43%	0%	2%
	Rio Picão	12%	0%	6%	0%	0%	14%	68%	0%	13%
	Baixo Pará	15%	1%	30%	1%	0%	13%	39%	1%	13%
Total		25%	1%	23%	2%	1%	18%	26%	4%	100%

Quadro 3-43 – Destaque para as variações percentuais entre retiradas para os principais setores usuários.

Macro Divisão	Sub bacia	Humana urbana		Indústria de transformação		Dessedentação animal		Agricultura irrigada	
		Cena Atual	Crescimento Longo Prazo 2041	Cena Atual	Crescimento Longo Prazo 2041	Cena Atual	Crescimento Longo Prazo 2041	Cena Atual	Crescimento Longo Prazo 2041
Alto Pará	Alto Rio Pará	22%	18%	7%	8%	37%	39%	21%	22%
Médio Pará	Ribeirão Boa Vista	47%	42%	13%	16%	23%	24%	14%	16%
	Rio Itapecerica	50%	41%	28%	36%	11%	13%	6%	7%
	Médio Rio Pará	23%	19%	27%	34%	13%	16%	8%	10%
Baixo Pará	Rio São João	36%	31%	11%	14%	13%	15%	24%	26%
	Ribeirão da Paciência	57%	50%	34%	43%	0%	0%	6%	5%
	Rio Lambari	21%	16%	13%	15%	40%	44%	22%	23%
	Rio do Peixe	14%	12%	3%	3%	36%	40%	45%	43%
	Rio Picão	15%	12%	4%	6%	13%	14%	67%	68%
	Baixo Pará	18%	15%	28%	30%	12%	13%	39%	39%
Total		30%	25%	19%	23%	16%	18%	25%	26%

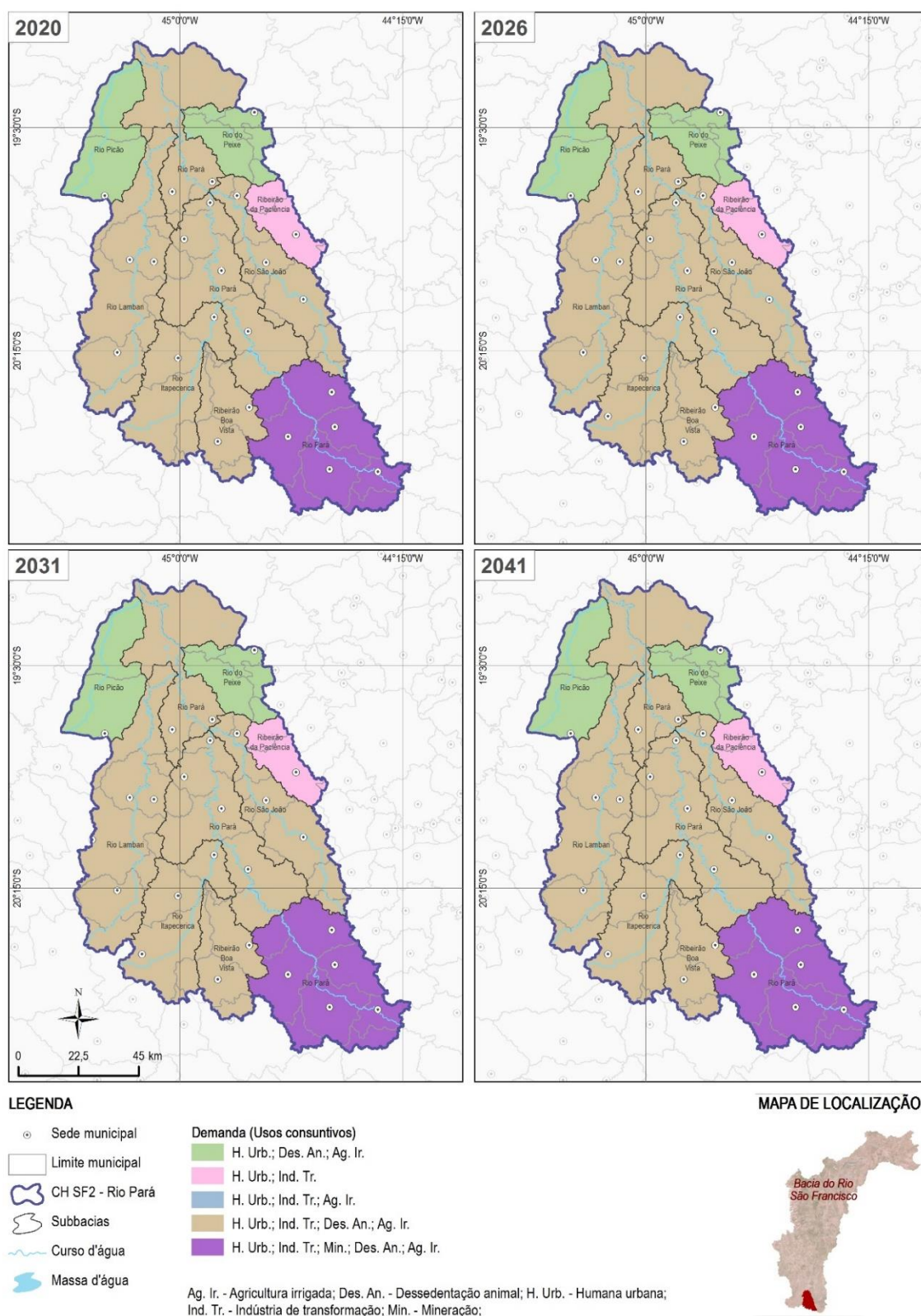


Figura 3-13 – Principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário Tendencial.

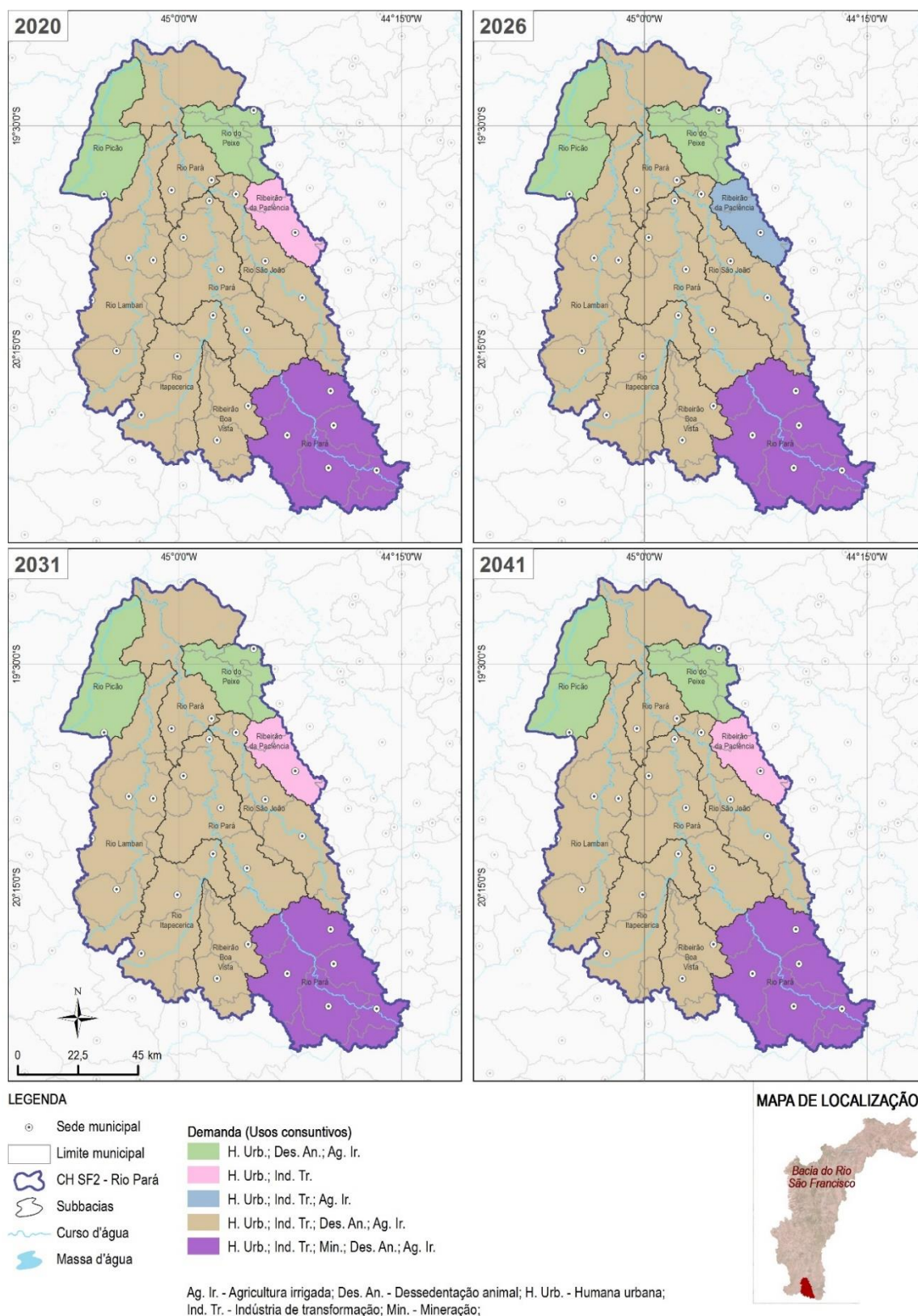


Figura 3-14 – Principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário de Estagnação.

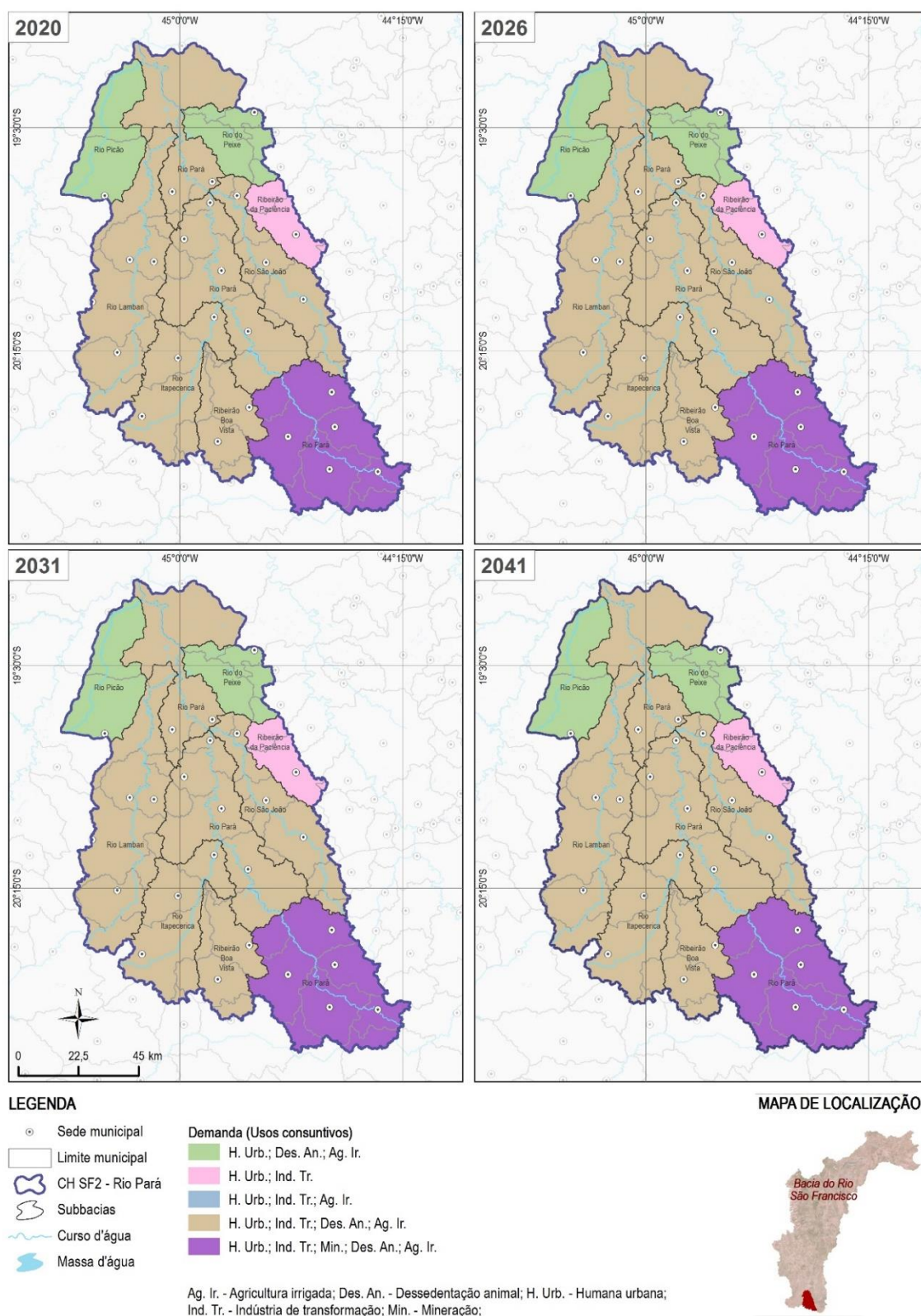


Figura 3-15 – Principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário de Crescimento.

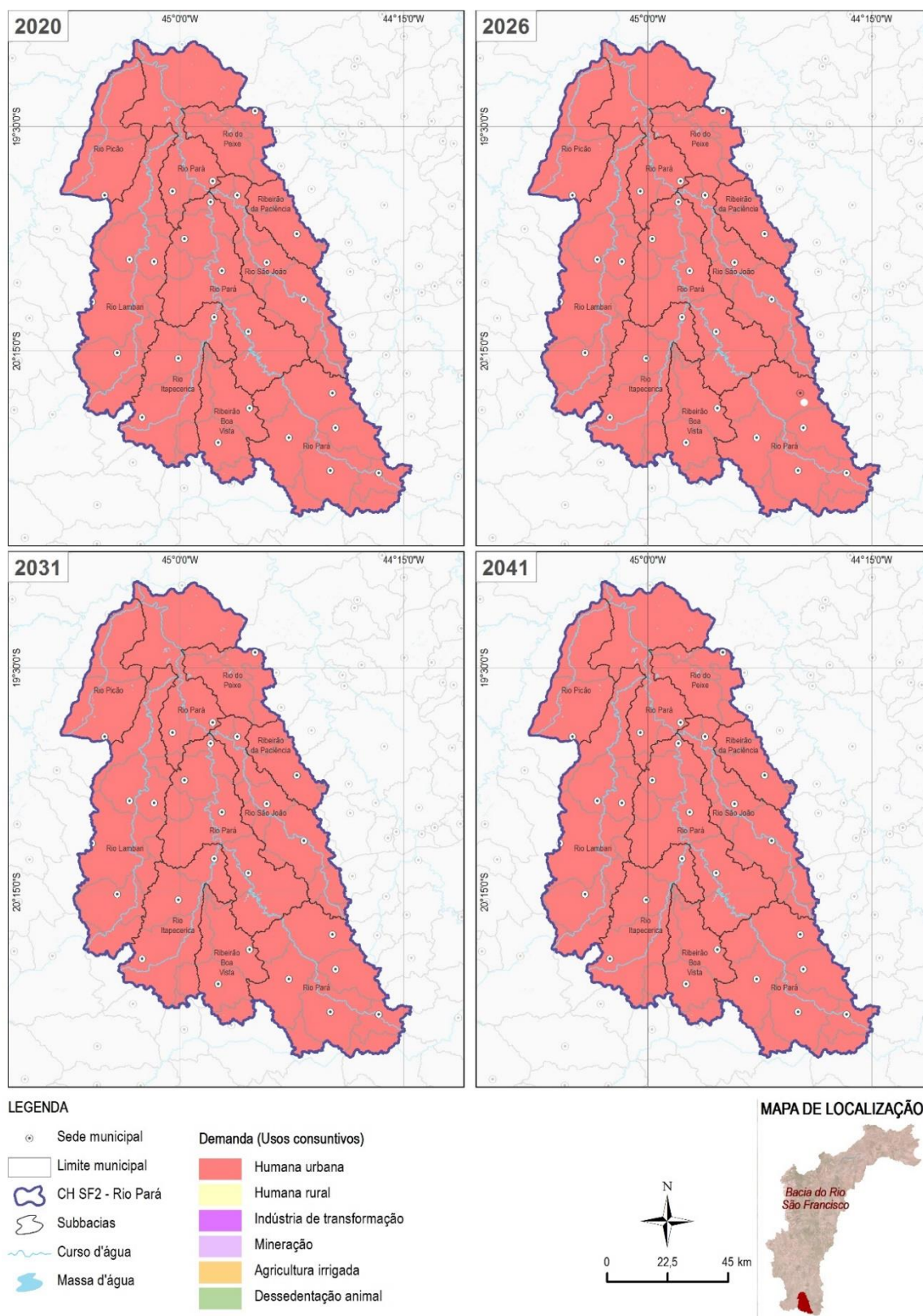


Figura 3-16 – Uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento - Cenário Tendencial.

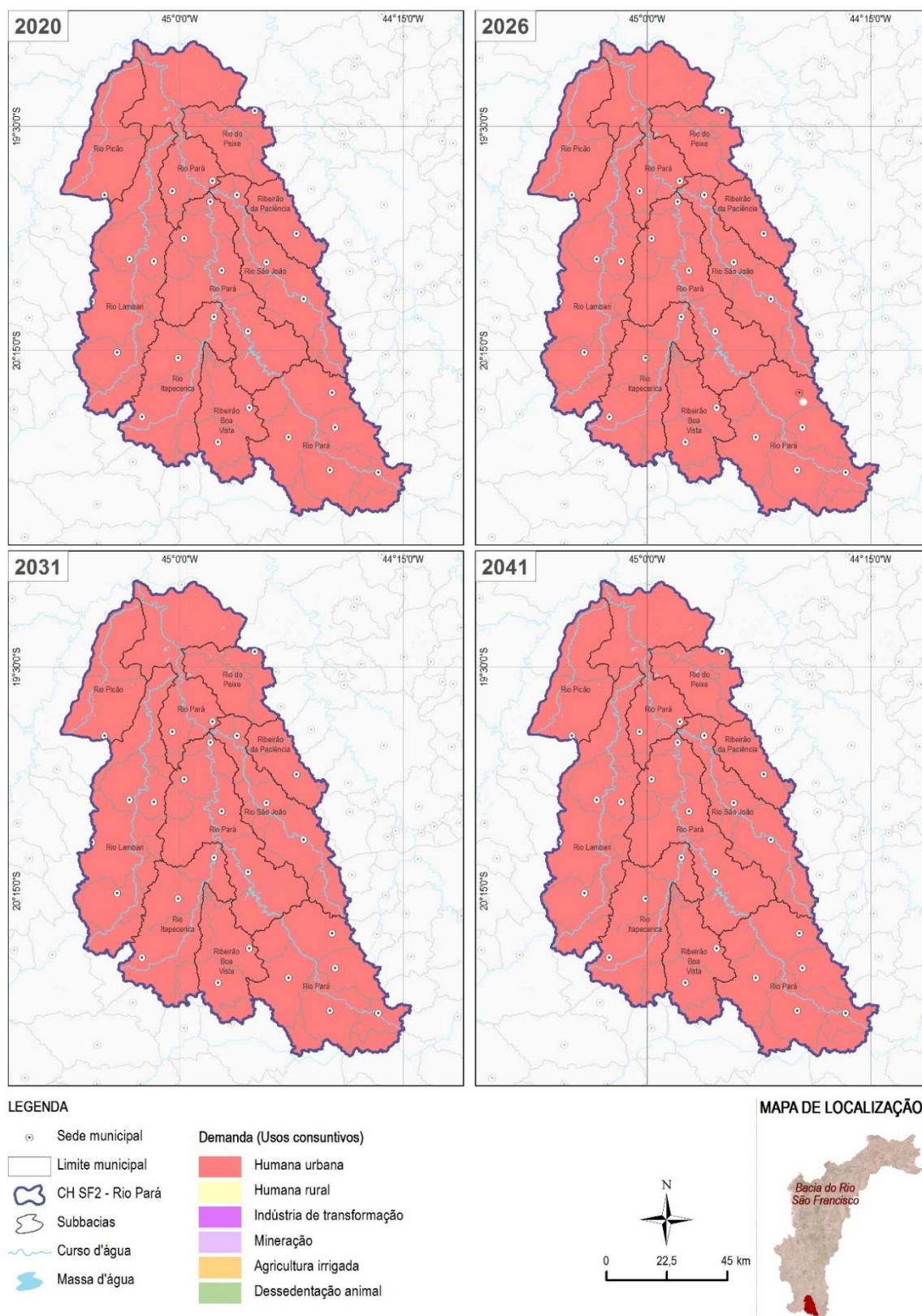


Figura 3-17 – Uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Estagnação.

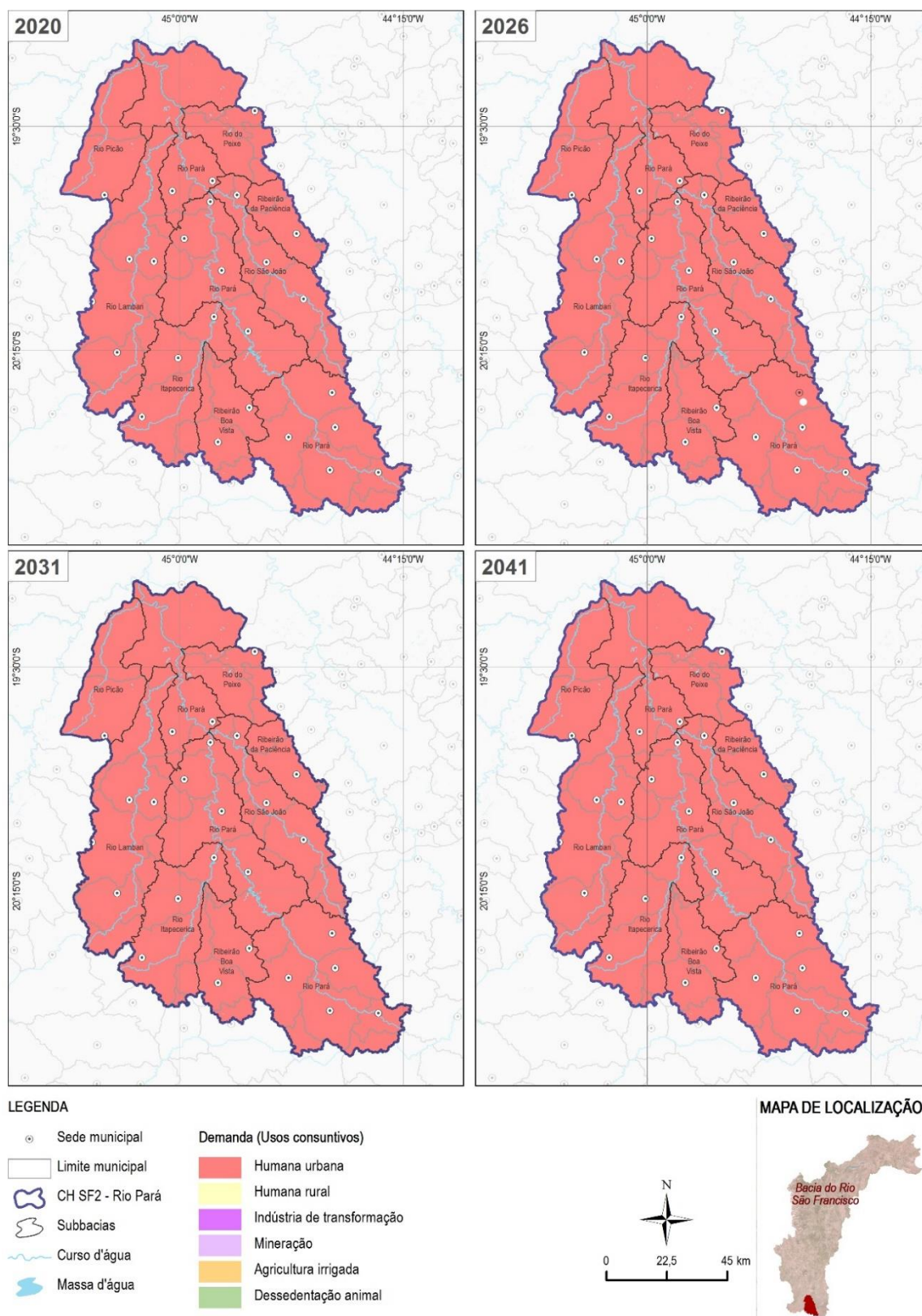


Figura 3-18 – Uso mais restritivo dentre o conjunto dos principais usos que somam 90% ou mais da vazão, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Crescimento.

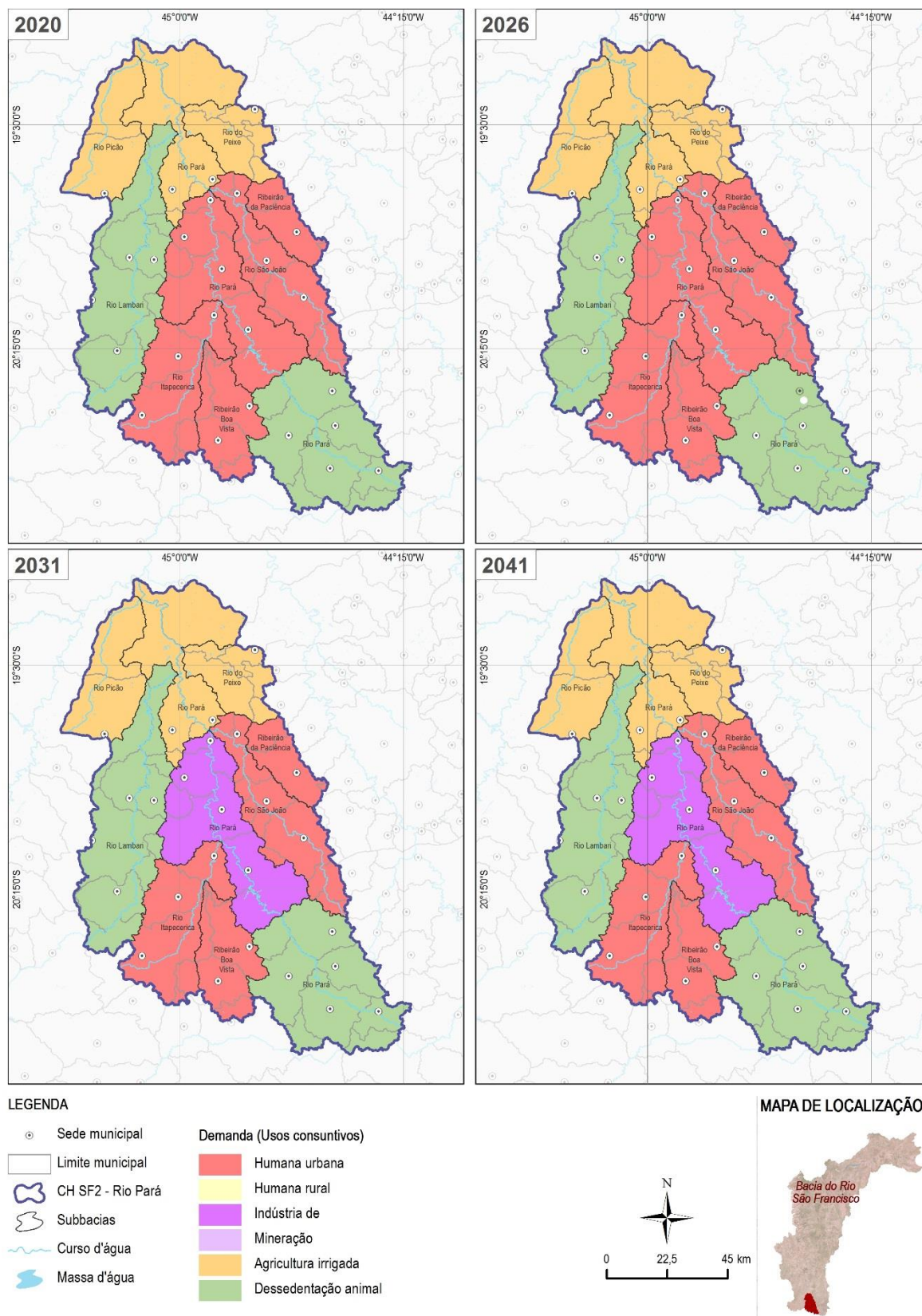


Figura 3-19 – Principal uso mais restritivo, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário Tendencial.

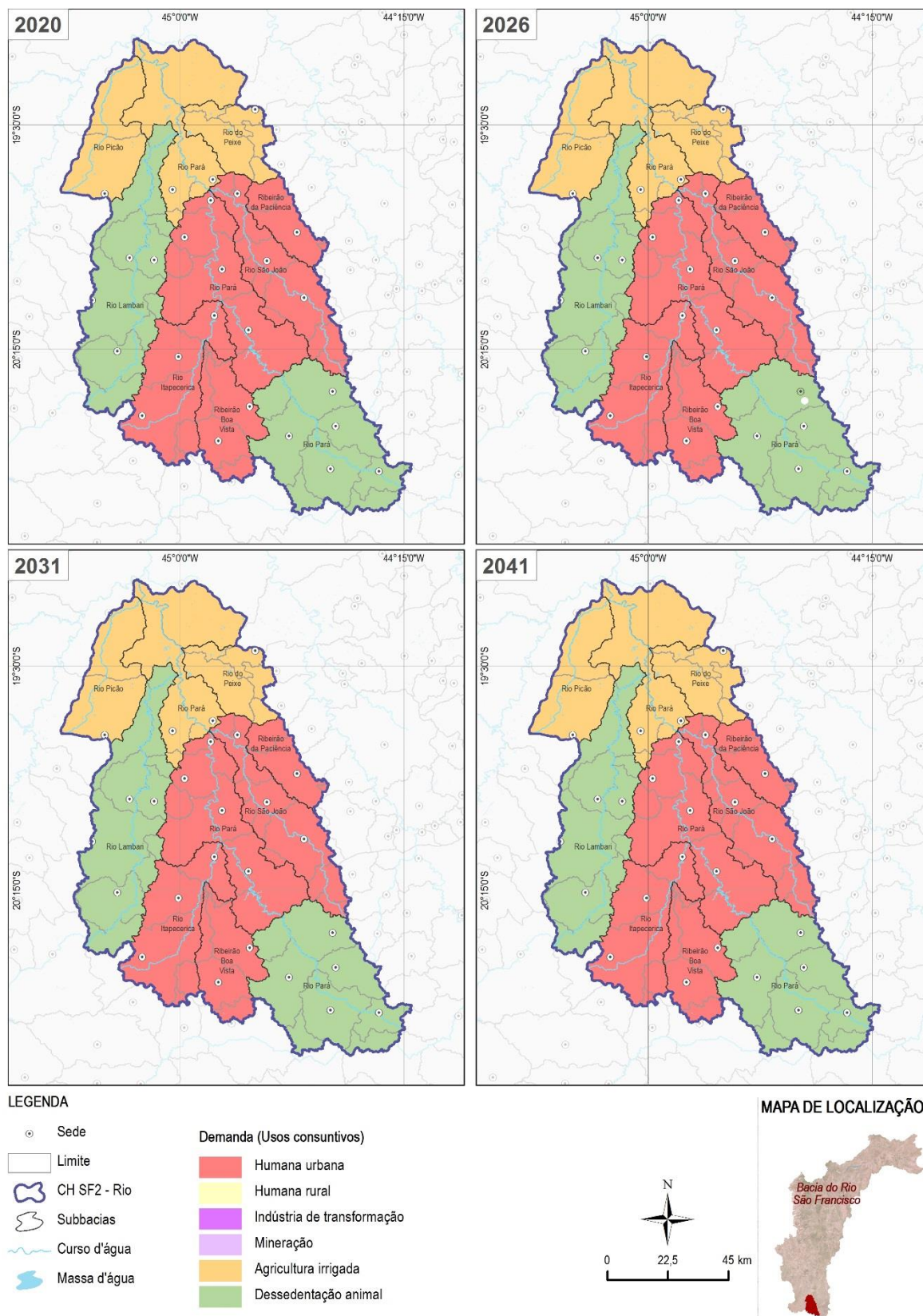


Figura 3-20 – Principal uso mais restritivo, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Estagnação.

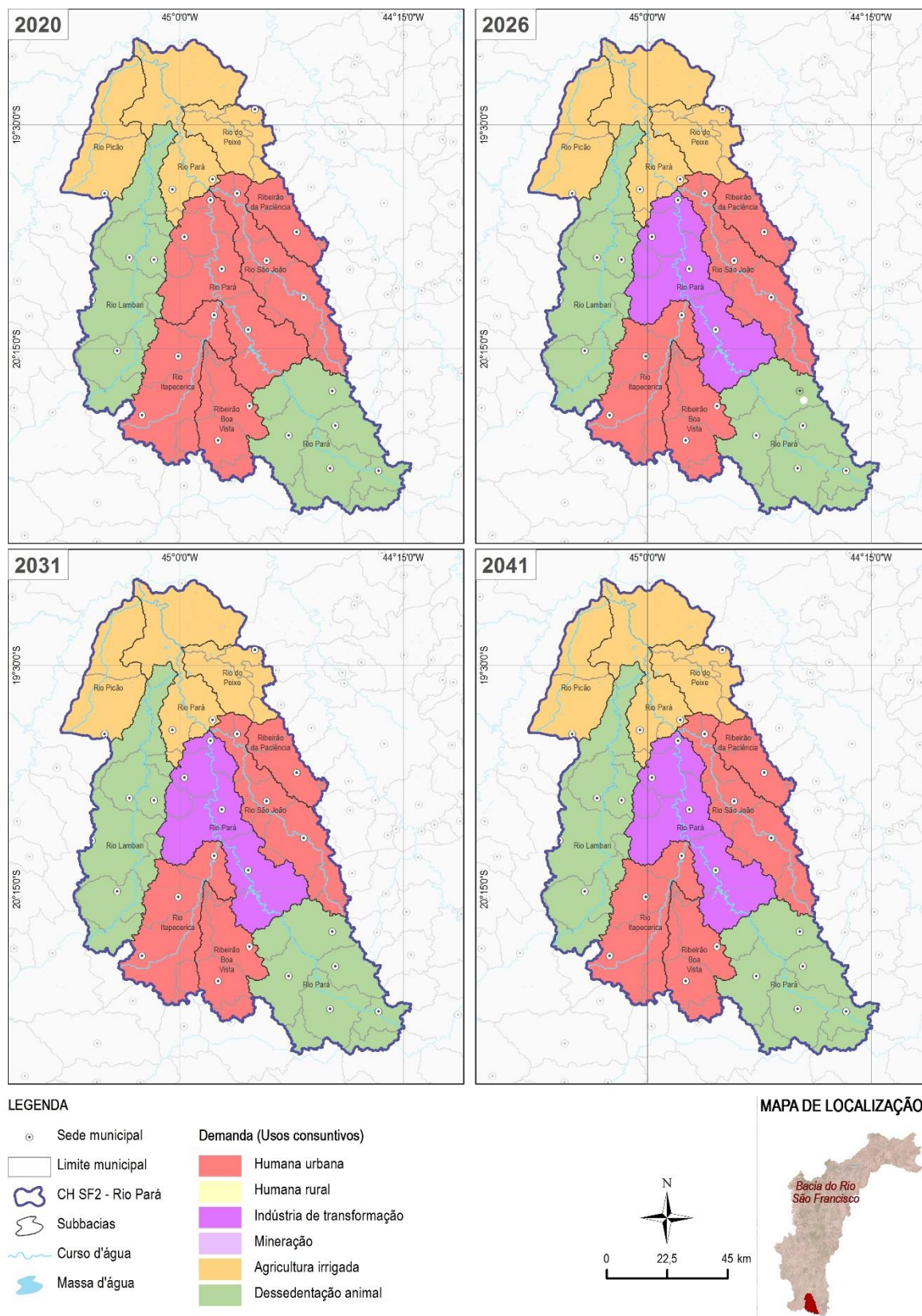


Figura 3-21 – Principal uso mais restritivo, ao longo do horizonte de planejamento – Cenário de Crescimento.

4. PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO

4.1 PROPOSTAS DE METAS PARA OS CURSOS DE ÁGUA PRINCIPAIS

4.1.1 Usos Preponderantes e Mais Restritivos

A classe de enquadramento proposta para um trecho de curso de água deve ser em função de seus usos preponderantes e mais restritivos. Nesse sentido, as análises desenvolvidas nas primeiras etapas e cujos resultados foram sintetizados nos capítulos anteriores deste documento dão suporte importante à proposta de alternativa de enquadramento para ser considerada para a bacia hidrográfica do rio Pará.

O Quadro 4-1 mostra a matriz de classes necessárias segundo usos preponderantes mais restritivos no cenário de crescimento da cena de 2041, as classes atendidas nesta mesma cena/cenário segundo resultados da modelagem apresentada no Item 3.4 do presente relatório sobre a etapa de Prognóstico e as classes de enquadramento vigentes segundo as DN's COPAM nº 28/1998 e nº 31/1998.

Para efeito de denominação das classes necessárias, foram consideradas as mesmas premissas já explicitadas no Item 2.2.4 do presente relatório.

A Figura 4-1 mostra o enquadramento atualmente vigente na CH SF2 e no rio São Francisco (classe 2, na confluência do rio Pará) e as cargas pontuais (ETEs, lançamentos de esgoto bruto, lançamento de efluentes industriais) atualmente existentes.

A Figura 4-2 mostra o mapa comparativo dos trechos modelados em desconformidade e em conformidade, em relação às classes necessárias, segundo usos preponderantes mais restritivos, na cena atual e na cena de 2041. A Figura 4-3 apresenta a comparação análoga, mas para as classes atualmente vigentes.

Quadro 4-1 – Matriz de classes atendidas para a cena 2041, cenário de crescimento.

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
Rio Pará	1	para_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	1	Início (nascente) no município de Desterro de Entre Rios até ponto a montante da sede do município de Passa Tempo	Coliformes	Coliformes e PT
	2	alto_para2	Sim	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Mineração, Irrigação, Consumo humano urbano	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe especial	4	1	Início no município de Passa Tempo até a divisa dos municípios de Itaguara e Carmópolis de Minas	Coliformes, PT, DBO e NT	Coliformes e PT
	3	alto_para3	Sim	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Mineração	Preservação no equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe especial	4	1	Municípios de Itaguara e Carmópolis de Minas (divisa)	Coliformes, PT, DBO e NT	Coliformes e PT
	4	alto_para4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	3	1	Municípios de Cláudio e Itaguara (divisa)	Coliformes	Coliformes e PT
	5	alto_para5	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal, Indústria de transformação	Irrigação	2	3	1	Início nos municípios de Cláudio e Itaguara (divisa) até município de Carmo do Cajuru	Coliformes	Coliformes e PT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
	6	alto_para6	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Consumo humano rural	Consumo humano rural	1	2	1	Municípios de Carmo do Cajuru e Divinópolis (divisa)	Coliformes e PT	Coliformes e PT
	7	alto_para7	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	2	1	Municípios de Carmo do Cajuru e Divinópolis, a montante da confluência com o rio Itapecerica (divisa)	-	Coliformes e PT
	8	medio_para1	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Indústria de transformação, Consumo humano urbano, Irrigação	Consumo humano urbano	2	4	2	Municípios de São Gonçalo do Pará e Divinópolis (divisa)	Coliformes e PT	Coliformes, PT e NT
	9	medio_para2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termelétrica, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração termelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Irrigação, Dessedentação animal, Geração termelétrica	Consumo humano urbano	2	4	2	Início no município de São Gonçalo do Pará até município de Conceição do Pará, até a confluência com o rio São João	Coliformes, PT e NT	Coliformes, PT e NT
	10	medio_para3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Consumo humano urbano, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	4	2	Municípios de Conceição do Pará e Pitangui, a jusante da confluência com o rio São João	Coliformes e PT	Coliformes e PT
	11	medio_para4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Mineração	Consumo humano urbano	2	4	2	Municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa), a montante da confluência com o rio Lambari	Coliformes e PT	Coliformes e PT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
	12	baixo_para1_a	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	3	2	Início nos municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa) até município de Pompéu, a jusante da confluência com o rio Lambari	Coliformes	Coliformes
	13	baixo_para1_b	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	3	2	Início nos municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa) até município de Pompéu, a jusante da confluência com o rio Lambari	Coliformes	Coliformes
	14	baixo_para1_c	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	3	2	Início nos municípios de Pitangui e Leandro Ferreira (divisa) até município de Pompéu, a jusante da confluência com o rio Lambari	Coliformes	Coliformes
	15	baixo_para2	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	3	2	Municípios de Pompéu e Martinho Campos (divisa), a montante da confluência com o rio Picão	Coliformes	Coliformes
	16	baixo_para3	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	3	2	Municípios de Pompéu e Martinho Campos (divisa), a jusante da confluência com o rio Picão	Coliformes	Coliformes
	17	foz	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	3	2	Municípios de Pompéu e Martinho Campos (divisa)	Coliformes	Coliformes
Rio Itapecerica	1	itapecerica_cabeceira_a	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal	Dessedentação animal	3	4	Classe Especial	Município de Itapecerica, da nascente até a confluência com o córrego do Barreiro	Coliformes	Coliformes, PT, DBO e NT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
	2	itapecerica_cabeceira_b	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	4	1	Município de Itapecerica, da confluência com o córrego do Barreiro até a confluência com o ribeirão Vermelho	Coliformes e NT	Coliformes, PT e NT
	3	itapecerica_cabeceira_c	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	4	2	Município de Itapecerica, da confluência com o ribeirão Vermelho até a confluência com o ribeirão Santo Antônio	Coliformes e NT	Coliformes e NT
	4	itapecerica_cabeceira_d	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	Irrigação	2	4	2	Município de Itapecerica, da confluência com o ribeirão Santo Antônio até a confluência com o córrego Areão	Coliformes e NT	Coliformes e NT
	5	itapecerica_2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação, Consumo humano urbano, Consumo humano rural	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Itapecerica	Coliformes, PT e DBO	Coliformes, PT e DBO
	6	itapecerica_3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Consumo humano urbano, Dessedentação animal, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de São Sebastião do Oeste	Coliformes e PT	Coliformes e PT
	7	itapecerica_4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	4	2	Município de Divinópolis	Coliformes e PT	Coliformes e PT
	8	itapecerica_5	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Aproveitamento	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	3	2	Município de Divinópolis	Coliformes e PT	Coliformes e PT

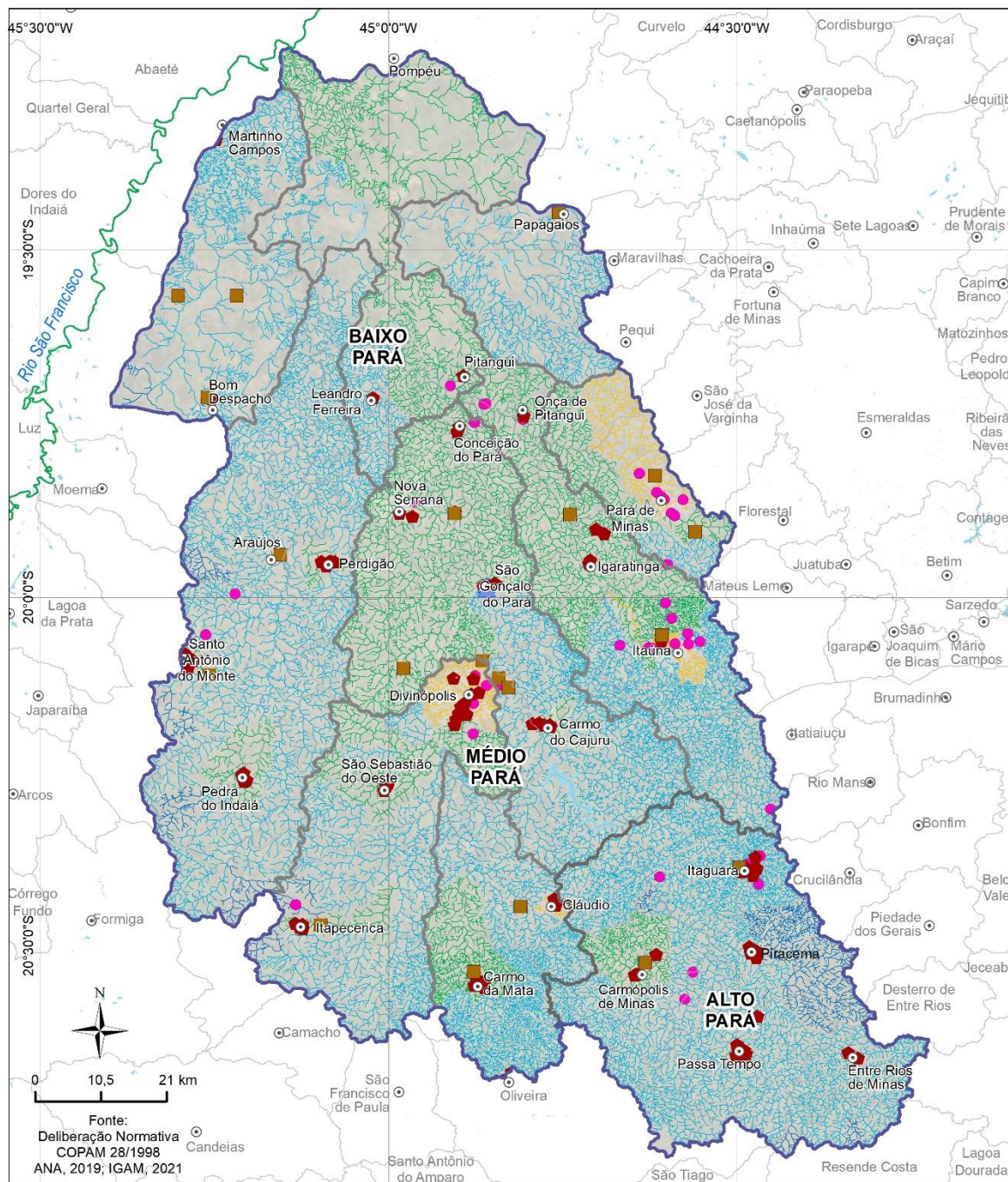
Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
				hidrelétrico, Recreação de contato primário									
	9	itapecerica_6	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação, Consumo humano rural	Consumo humano rural	1	4	3	Município de Divinópolis	Coliformes, PT, DBO e NT	Coliformes, PT e NT
	1	sao_joao_cabeceira	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Irrigação	Consumo humano urbano	2	3	1	Início no município de Itaguara até município de Itatiaiuçu	NT	PT e NT
	2	sao_joao2	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Mineração, Geração termelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	4	1	Início no município de Itatiaiuçu até município de Itaúna	Coliformes e DBO	Coliformes, PT e DBO
Rio São João	3	sao_joao3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Mineração, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Itaúna	Coliformes e DBO	Coliformes, PT e DBO
	4	sao_joao4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Consumo humano urbano, Dessedentação animal, Mineração	Consumo humano urbano	2	4	3	Município de Itaúna	Coliformes e DBO	Coliformes e DBO
	5	sao_joao5	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	4	3	Município de Itaúna	Coliformes e DBO	Coliformes e DBO

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
				hidrelétrico, Recreação de contato primário									
	6	sao_joao6	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal, Consumo humano urbano, Mineração	Consumo humano urbano	2	4	3	Município de Itaúna	Coliformes e DBO	Coliformes e DBO
	7	sao_joao7	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal	Dessedentação animal	3	4	2	Município de Igaratinga	Coliformes	Coliformes e DBO
	8	sao_joao8	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração termelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Geração termelétrica, Indústria de transformação, Irrigação, Mineração, Dessedentação animal	Consumo humano urbano	2	4	2	Início no município de Igaratinga até município de Conceição do Pará	Coliformes e PT	Coliformes e PT
	9	sao_joao9	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal	Consumo humano urbano, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Indústria de transformação, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	4	2	Município de Conceição do Pará	Coliformes e PT	Coliformes e PT
Rio Lambari	1	lambari_cabeceira	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração termelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Geração termelétrica, Irrigação, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	2	1	Início no município de Itapeçerica até município de Pedra do Indaiá	-	PT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
	2	lambari1	Não	Consumo humano rural, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Indústria de transformação, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	2	1	Município de Pedra do Indaiá	-	Coliformes e PT
	3	lambari2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	2	1	Início no município de Pera do Indaiá até município de Araújos	-	Coliformes e PT
	4	lambari3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal, Consumo humano urbano, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2	2	1	Início no município de Araújos até municípios de Leandro Ferreira e Martinho Campos (divisa)	-	PT
	5	lambari4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação	2	2	1	Município de Leandro Ferreira e Martinho Campos (divisa), trecho logo a montante da confluência com o rio Pará	-	PT
Rio Picão	1	picao1_a	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	4	Classe Especial	Município de Bom Despacho	Coliformes, PT e NT	Coliformes, PT, DBO e NT
	2	picao1_b	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Consumo humano urbano, Mineração	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Bom Despacho	Coliformes, PT e NT	Coliformes, PT e NT
	3	picao1_c	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Consumo humano urbano, Mineração	Consumo humano urbano	2	4	1	Município de Bom Despacho	Coliformes, PT e NT	Coliformes, PT e NT

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	UC de Proteção Integral	Usos atuais	Usos em 2041 cenário de crescimento	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) 2041 crescimento	Usos preponderantes mais restritivos 2041 crescimento	Classe Necessária 2041 crescimento	Classe Atendida em 2041 (Modelagem)	Classe de Enquadramento vigente	Trecho - Referência	Parâmetros responsáveis pela violação da classe necessária 2041 crescimento	Parâmetros responsáveis pela violação da classe vigente
	4	picao2	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural	1	4	1	Município de Bom Despacho	Coliformes, PT, DBO e NT	Coliformes, PT, DBO e NT
	5	picao3	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Indústria de transformação, Irrigação, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	4	1	Início no município de Bom Despacho até município de Martinho Campos	PT	Coliformes e PT
	6	picao4	Não	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal, Irrigação, Consumo humano urbano	Consumo humano urbano	2	3	1	Município de Martinho Campos	PT	Coliformes e PT
	7	picao5	Não	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano rural, Dessedentação animal, Irrigação	Irrigação, Dessedentação animal	Irrigação	2	3	1	Município de Martinho Campos, trecho logo a montante da confluência com o rio Pará	PT	Coliformes e PT

Elaboração: Engecorps, 2022



LEGENDA

- | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| ○ Sede municipal | Enquadramento | ■ Lançamento ETE |
| □ Limite municipal | — Classe Especial | ◆ Lancamentos de esgotos não tratados |
| ■ Massa d'água | — Classe 1 | ● Lançamento - Empreendimento (Declaração de Carga Poluidora) |
| ⬭ CH SF2 - Rio Pará | — Classe 2 | ▲ Outros empreendimentos identificados |
| ⬭ Macro-divisões hidrográficas | — Classe 3 | |

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 4-1 – Enquadramento vigente e cargas pontuais atuais.

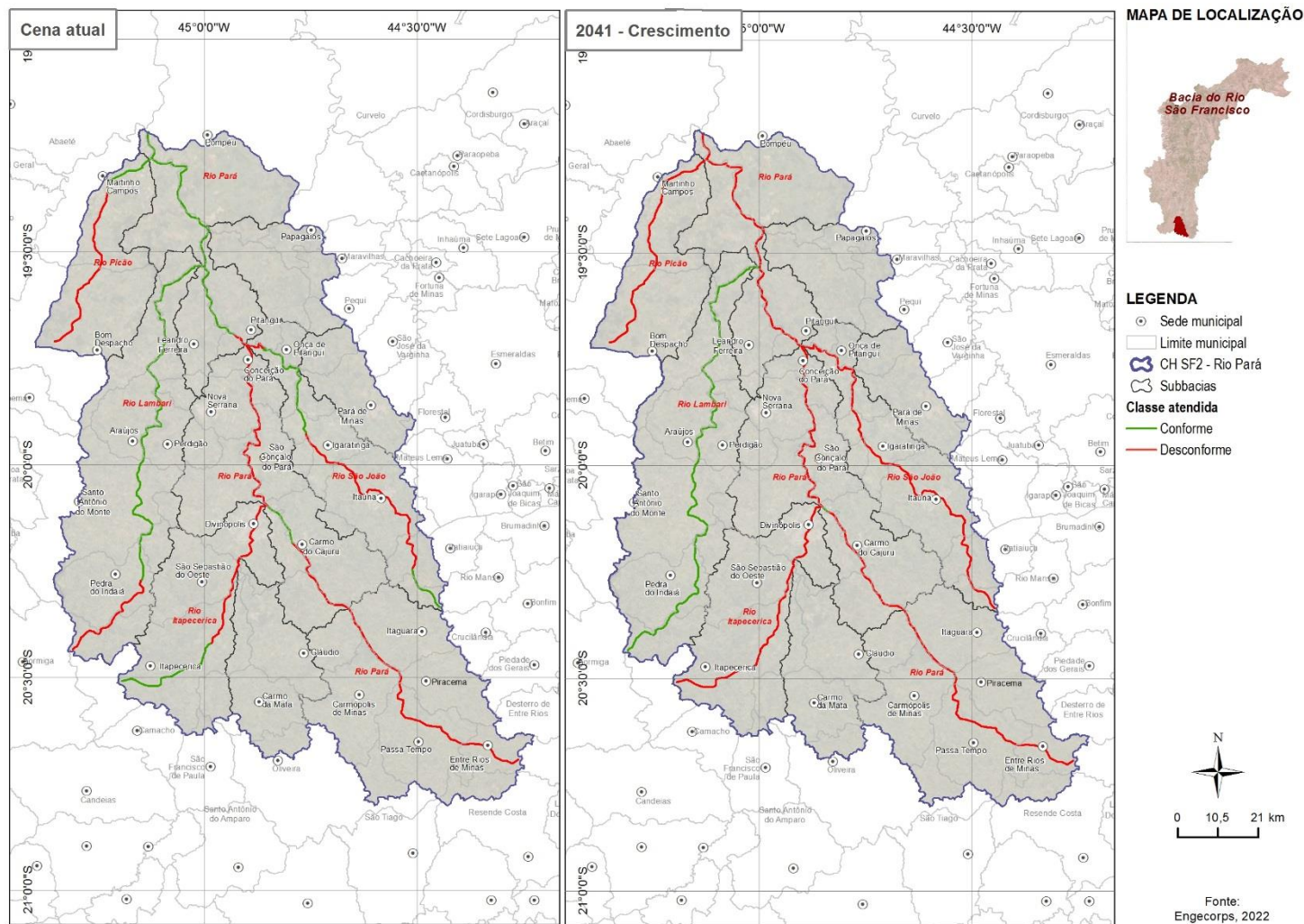


Figura 4-2 – Comparação dos trechos em desconformidade na cena atual e na cena de 2041, segundo classes necessárias.

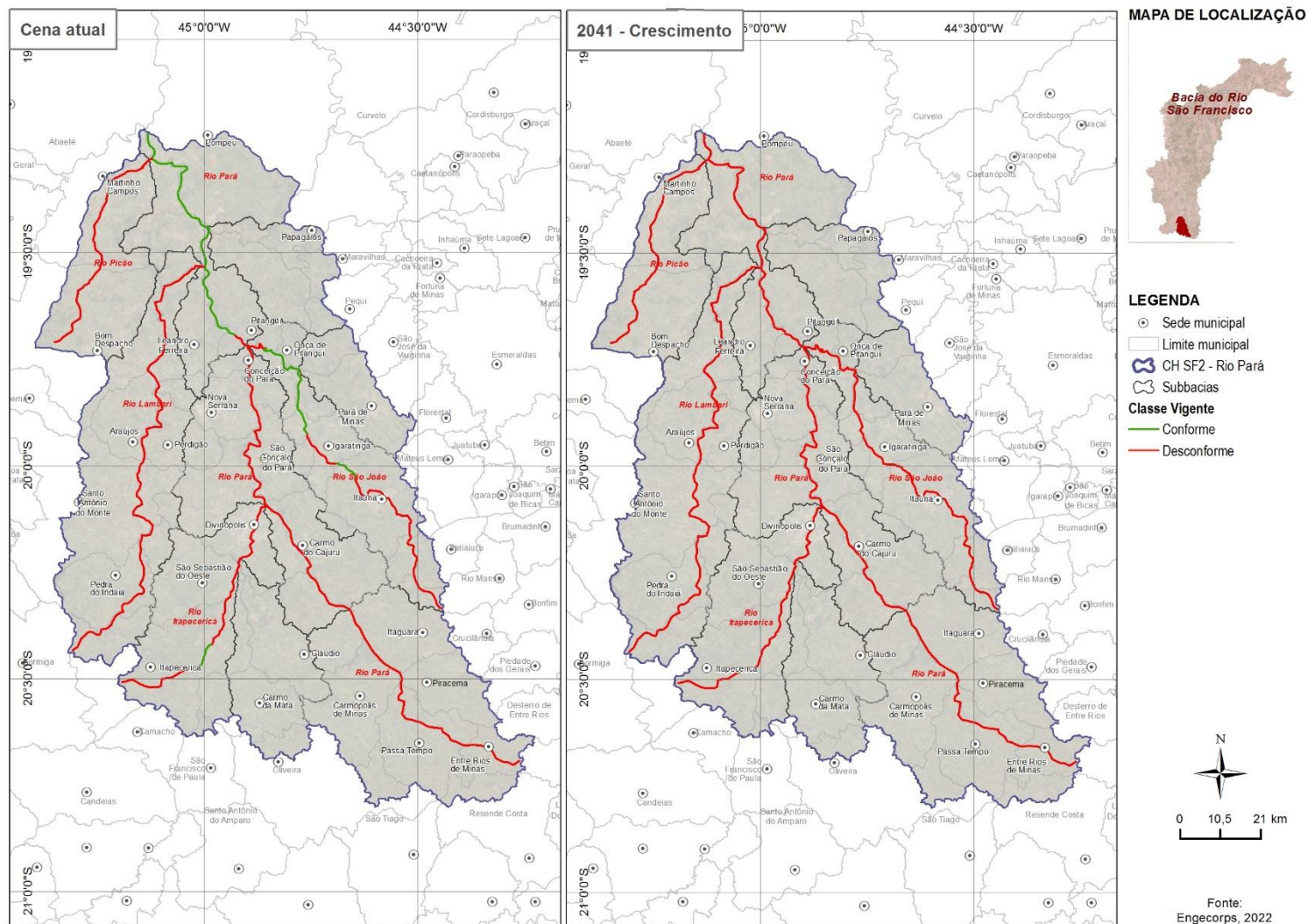


Figura 4-3 – Comparação dos trechos em desconformidade na cena atual e na cena de 2041, segundo classes vigentes.

4.1.2 Propostas de Metas Finais e Intermediárias de Enquadramento

Para o estabelecimento das metas intermediárias e final de enquadramento, foi utilizada a mesma ferramenta de simulação da qualidade da água, sendo adotados os mesmos parâmetros utilizados nas etapas anteriores (DBO, nitrogênio total, fósforo total e coliformes termotolerantes), por terem sido os mais sensíveis nas análises do diagnóstico da bacia.

A vazão utilizada no modelo foi a $Q_{7,10}$ por ser esta a vazão de referência adotada pelo estado de Minas Gerais, para o processo de gestão de recursos hídricos, conforme estabelecido pela Portaria IGAM nº 48/2019, sendo considerada, por esse motivo, a vazão de referência a ser adotada nos estudos de enquadramento.

Nesta etapa de análise, o estabelecimento da meta final de enquadramento considerou as seguintes premissas:

- As classes de enquadramento devem atender às classes necessárias aos usos preponderantes e mais restritivos previstos na cena atual e na cena de 2041 (cenário de crescimento);
- Se a classe de enquadramento vigente for mais restritiva que a classe necessária aos usos previstos, deve-se adotar a classe vigente;
- Se a classe atendida na cena atual for mais restritiva que a classe vigente ou a classe necessária na cena de 2041 (cenário de crescimento), a classe atualmente atendida será mantida como meta final;
- Se a classe atualmente atendida for igual à classe de enquadramento da meta final, as metas intermediárias terão também a mesma classe.

O Quadro 4-2 mostra a diferenciação dos termos acima apresentados.

Quadro 4-2 – Definição dos termos utilizados nas premissas de enquadramento.

Termo	Descrição
Classe atualmente atendida	Classe atendida num trecho de rio, de acordo com o resultado de modelagem de qualidade, o qual foi calibrado e validado com os dados de campo (monitoramento) e cujos dados de entrada são a vazão e as cargas poluidoras

Termo	Descrição
Classe necessária cena atual	Classe de qualidade da água necessária para atendimento aos usos preponderantes mais restritivos da cena atual
Classe necessária cena 2041	Classe de qualidade da água necessária para atendimento aos usos preponderantes mais restritivos da cena de 2041, cenário de crescimento
Classe vigente	Classe de enquadramento vigente atualmente. No caso da SF2, segundo as DNs COPAM nº 28/1998 e nº 31/1998

As premissas consideradas acima trataram da Alternativa 1 de enquadramento. Como alternativa de metas de enquadramento (Alternativa 2 – última coluna do Quadro 4-4), além das premissas supracitadas, considera-se também o estabelecido na Deliberação Normativa CERH nº 06/2017, onde consta que a revisão dos enquadramentos anteriores não se aplicará aos corpos de água já enquadrados em classes Especial ou 1. Assim, o Quadro 4-3 apresenta os trechos dos rios modelados, seus respectivos usos atuais, as classes atendidas atualmente e as metas de enquadramento intermediárias e finais adotadas segundo Alternativa 2. A Figura 4-4 na sequência mostra em forma de mapas as metas intermediárias e final para cada um dos trechos modelados, para a Alternativa 2.

Para estabelecimento das metas intermediárias, algumas premissas foram consideradas (não em ordem crescente de priorização):

- Ações que necessitam de fase de planejamento, antes da execução da obra em si foram consideradas da seguinte forma: fase de planejamento no horizonte de curto prazo (até 2026) e implantação da obra no médio (2031) ou longo prazo (2041);
- Para as ações com fase de execução de obra, a ordem de execução levou em consideração a complexidade e os custos de cada ação, de modo a distribuir de maneira mais homogênea os investimentos;
- Municípios com Plano Municipal de Saneamento Básico foram priorizados em relação aos que não o tem, uma vez que aqueles têm maior facilidade de acesso a financiamentos para a execução das ações ligadas ao saneamento;
- Ações que não necessitam de planejamento complexo foram consideradas como sendo de implementação em curto prazo;

- Onde possível, priorizar ações em trechos onde a classe atualmente atendida é a classe 4.

A Alternativa 1 de enquadramento considera os usos preponderantes mais restritivos na cena de 2041 como critério principal e leva em consideração as discussões realizadas na reunião do GAT – Grupo de Acompanhamento Técnico e CTPP – Câmara Técnica de Planejamento e Projetos do CBH Pará, que foram conduzidas em torno do “rio que podemos”, ou seja, a qualidade das águas que é possível de se alcançar com as ações previstas, considerando a realidade da bacia e de forma a não inviabilizar demasiadamente as atividades econômicas na bacia. Neste caso, as seguintes premissas foram consideradas:

- ✓ As classes de enquadramento devem atender às classes necessárias aos usos preponderantes e mais restritivos previstos na cena de 2041;
- ✓ Se a classe atendida na cena atual for melhor que a classe necessária na cena de 2041, a classe atualmente atendida será mantida como meta final.

Quadro 4-3 – Matriz das metas de enquadramento intermediárias e final.

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
Rio Pará	1	para_cabeceira	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Mineração; Dessedentação animal	Consumo humano urbano	3	1	2	3	3	1
	2	alto_para2	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Mineração; Dessedentação animal	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	4	1	Classe especial	4	2	Classe especial
	3	alto_para3	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Dessedentação animal	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	4	1	Classe especial	4	2	Classe especial
	4	alto_para4	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano rural	3	1	2	3	2	1
	5	alto_para5	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	3	1	2	3	2	1
	6	alto_para6	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	1	2	2	1	1

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
	7	alto_para7	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	1	2	2	1	1
	8	medio_para1	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	3	2	2	3	2	2
	9	medio_para2	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Geração Termoelétrica; Dessedentação animal	Consumo humano urbano	3	2	2	3	2	2
	10	medio_para3	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração	Consumo humano urbano	3	2	2	3	2	2
	11	medio_para4	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	2	2	2	2
	12	baixo_para1_a	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	2	2	2
	13	baixo_para1_b	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	1	2	1	1
	14	baixo_para1_c	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	2	2	2

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
	15	baixo_para2	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	2	2	2
	16	baixo_para3	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	2	2	2	2	2
	17	foz	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal	Dessedentação animal	2	2	2	2	2	2
Rio Itapecerica	1	itapecerica_cabeceira_a	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	Classe Especial	2	Classe especial	Classe especial	Classe especial
	2	itapecerica_cabeceira_b	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	1	2	2	1	1
	3	itapecerica_cabeceira_c	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	2	2	2	2
	4	itapecerica_cabeceira_d	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	3	2	2	3	1	1
	5	itapecerica_2	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	4	1	2	4	1	1
	6	itapecerica_3	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	3	1	2	3	1	1

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
	7	itapecerica_4	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	3	2	2	3	2	2
	8	itapecerica_5	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	3	2	2	2	1	1
	9	itapecerica_6	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Geração Termoelétrica, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Irrigação	Consumo humano urbano	4	3	2	4	1	1
Rio São João2	1	sao_joao_cabeceira	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	1	2	1	1	1
	2	sao_joao2	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Mineração; Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	4	1	2	1	1	1
	3	sao_joao3	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	4	1	2	1	1	1
	4	sao_joao4	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	4	3	2	2	2	2

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
	5	sao_joao5	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação	Consumo humano urbano	4	3	2	2	2	2
	6	sao_joao6	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	3	3	2	2	2	2
	7	sao_joao7	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	3	2	2	2	2	2
	8	sao_joao8	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	2	2	2	2	2
	9	sao_joao9	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Mineração; Dessedentação animal	Consumo humano urbano	3	2	2	2	2	2
Rio Lambari	1	lambari_cabeceira	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Consumo humano rural; Indústria de transformação; Irrigação	Consumo humano rural	2	1	2	1	1	1
	2	lambari1	Consumo humano rural, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano rural; Irrigação	Consumo humano rural	2	1	2	1	1	1

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
	3	lambari2	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	1	2	1	1	1
	4	lambari3	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação, Aproveitamento hidrelétrico, Recreação de contato primário	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	2	1	2	1	1	1
	5	lambari4	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	1	2	1	1	1
Rio Picão	1	picao1_a	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	3	Classe Especial	2	3	Classe especial	Classe especial
	2	picao1_b	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	4	1	2	4	1	1
	3	picao1_c	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Indústria de transformação; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	4	1	3	4	1	1
	4	picao2	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Consumo humano urbano; Dessedentação animal; Irrigação	Consumo humano urbano	4	1	3	3	3	1

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Usos atuais	Usos preponderantes (somam 90% ou mais) – cena atual	Usos preponderantes mais restritivos – cena atual	Classe Atualmente Atendida	Classe vigente	Alternativa 1	Alternativa 2		
									Metas de Enquadramento		
									2026	2031	2041
	5	picao3	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	3	1	2	3	1	1
	6	picao4	Consumo humano urbano, Consumo humano rural, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	1	2	2	1	1
	7	picao5	Consumo humano rural, Mineração, Dessedentação animal, Irrigação	Dessedentação animal; Irrigação	Irrigação	2	1	2	2	1	1

Elaboração: Engecorps, 2022

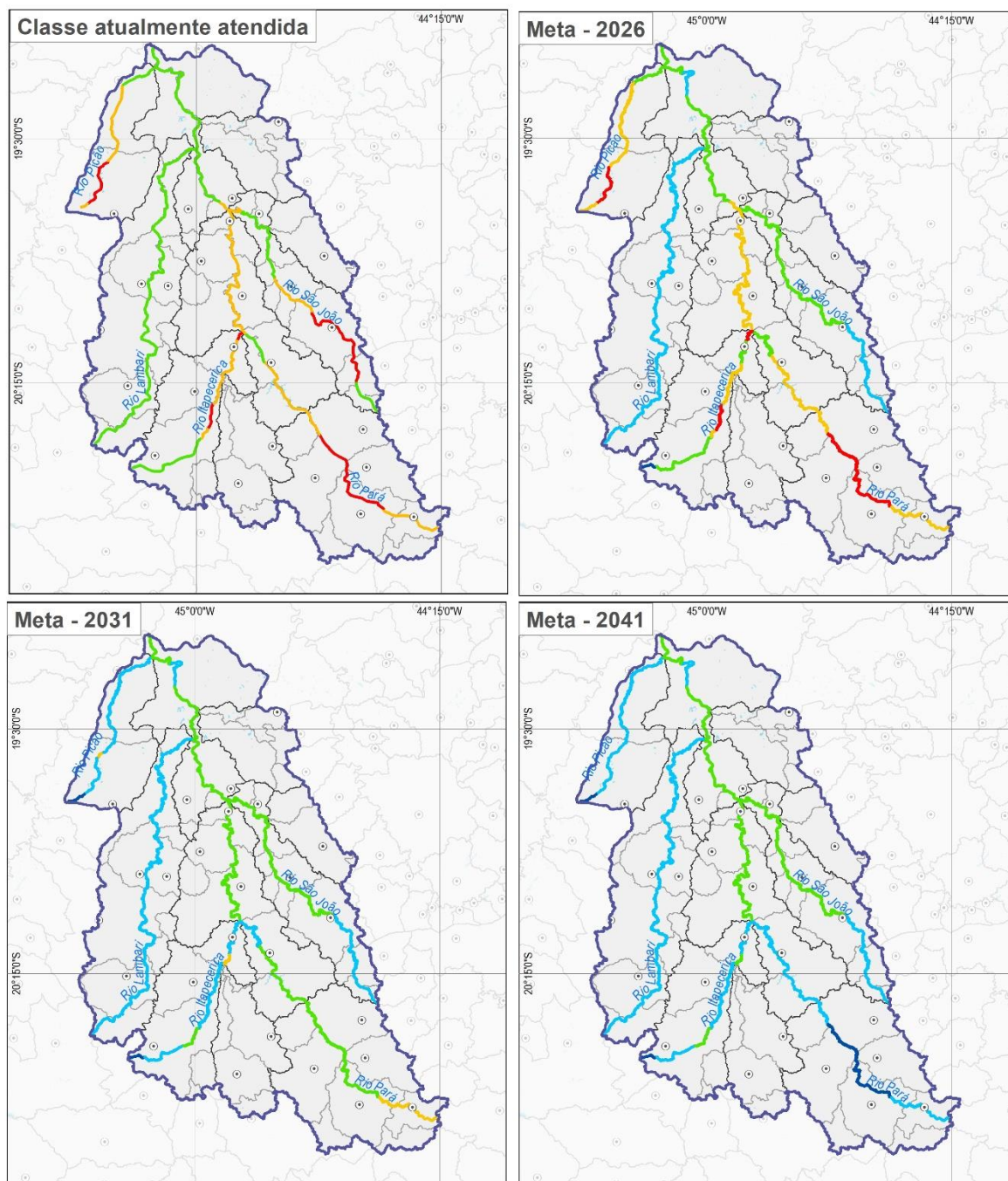
Quadro 4-4 – Matriz das classes de enquadramento propostas considerando os usos.

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Classe Atualmente Atendida	Classe Necessária (cena atual)	Classe Necessária (2041)	Classe de Enquadramento vigente	Alternativa 1 de Enquadramento	Alternativa 2 de Enquadramento
Rio Pará	1	para_cabeceira	3	2	2	1	2	1
	2	alto_para2	4	Classe Especial	Classe especial	1	Classe especial	Classe especial
	3	alto_para3	4	Classe Especial	Classe especial	1	Classe especial	Classe especial
	4	alto_para4	3	1	2	1	2	1
	5	alto_para5	3	2	2	1	2	1
	6	alto_para6	2	2	1	1	2	1
	7	alto_para7	2	2	2	1	2	1
	8	medio_para1	3	2	2	2	2	2
	9	medio_para2	3	2	2	2	2	2
	10	medio_para3	3	2	2	2	2	2
	11	medio_para4	2	2	2	2	2	2
	12	baixo_para1_a	2	2	2	2	2	2
	13	baixo_para1_b	2	2	2	2	1	1
	14	baixo_para1_c	2	2	2	2	2	2
	15	baixo_para2	2	2	2	2	2	2
	16	baixo_para3	2	2	2	2	2	2
	17	foz	2	3	2	2	2	2
Rio Itapecerica	1	itapecerica_cabeceira_a	2	2	3	Classe Especial	2	Classe especial
	2	itapecerica_cabeceira_b	2	2	2	1	2	1

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Classe Atualmente Atendida	Classe Necessária (cena atual)	Classe Necessária (2041)	Classe de Enquadramento vigente	Alternativa 1 de Enquadramento	Alternativa 2 de Enquadramento
	3	itapecerica_cabeceira_c	2	2	2	2	2	2
	4	itapecerica_cabeceira_d	3	2	2	1	2	1
	5	itapecerica_2	4	2	2	1	2	1
	6	itapecerica_3	3	2	2	1	2	1
	7	itapecerica_4	3	2	2	2	2	2
	8	itapecerica_5	3	2	1	2	2	1
	9	itapecerica_6	4	2	1	3	2	1
Rio São João	1	sao_joao_cabeceira	2	2	2	1	2	1
	2	sao_joao2	4	2	2	1	2	1
	3	sao_joao3	4	2	2	1	2	1
	4	sao_joao4	4	2	2	3	2	2
	5	sao_joao5	4	2	2	3	2	2
	6	sao_joao6	3	2	2	3	2	2
	7	sao_joao7	3	2	3	2	2	2
	8	sao_joao8	2	2	2	2	2	2
	9	sao_joao9	3	2	2	2	2	2
Rio Lambari	1	lambari_cabeceira	2	1	2	1	2	1
	2	lambari1	2	1	2	1	2	1
	3	lambari2	2	2	2	1	2	1
	4	lambari3	2	2	2	1	2	1
	5	lambari4	2	2	2	1	2	1
Rio Picão	1	picao1_a	3	2	2	Classe Especial	2	Classe especial

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Classe Atualmente Atendida	Classe Necessária (cena atual)	Classe Necessária (2041)	Classe de Enquadramento vigente	Alternativa 1 de Enquadramento	Alternativa 2 de Enquadramento
	2	picao1_b	4	2	2	1	2	1
	3	picao1_c	4	2	2	1	3	1
	4	picao2	4	2	1	1	3	1
	5	picao3	3	2	2	1	2	1
	6	picao4	2	2	2	1	2	1
	7	picao5	2	2	2	1	2	1

Elaboração: Engecorps, 2022



- LEGENDA**
- Sede municipal
 - Limite municipal
 - ⬭ CH SF2 - Rio Pará
 - ⬭ Subbacias
 - ⬭ Massa d'água
- Metas de Enquadramento**
- Classe especial
 - Classe 1
 - Classe 2
 - Classe 3
 - Classe 4

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 4-4 – Classe atualmente atendida e metas intermediárias e final (Alternativa 2) dos principais trechos de rio da CH SF2.

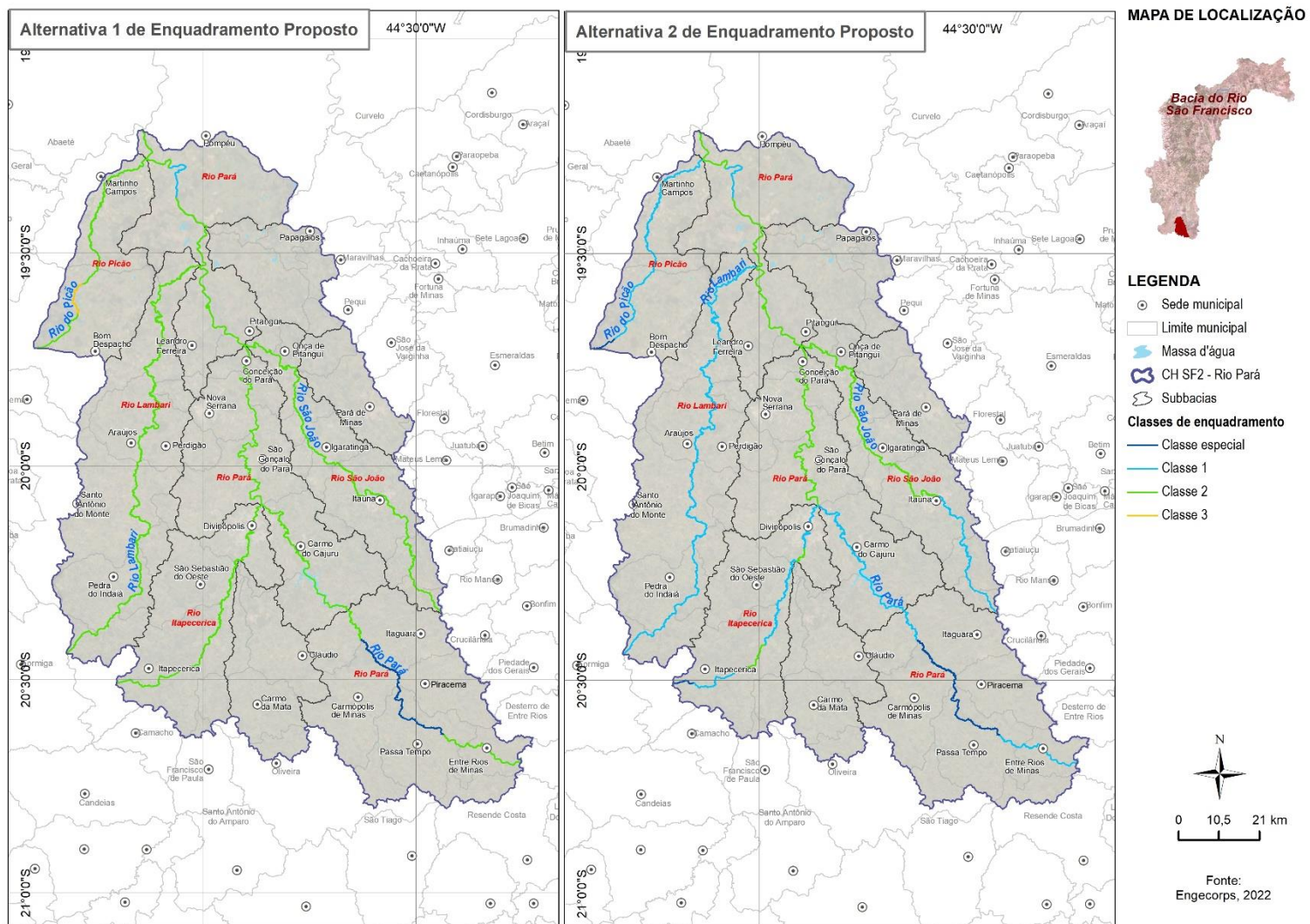


Figura 4-5 – Classes propostas para os principais trechos de rio da CH SF2, segundo Alternativas 1 e 2.

4.2 PROPOSTA DE ALTERNATIVAS DE METAS PARA OS CURSOS DE ÁGUA AFLUENTES

4.2.1 Metodologia Adotada

Em complemento aos estudos, é importante propor alternativas de enquadramento também para os afluentes, de forma a permitir que possam ser aplicados de forma adequada outros instrumentos de gestão de recursos hídricos, como é o caso da outorga e cobrança.

No caso dos afluentes, o destaque trata da ausência ou escassez de informações de monitoramento que permitam a caracterização da condição atual de qualidade das suas águas e, além disso, também dificultam a modelagem adequada das condições futuras possíveis de ocorrer. Assim, o desenvolvimento de propostas alternativas de enquadramento deve ser feito a partir de metodologia diferente da anteriormente aplicada para os rios principais e que possuem monitoramento. É fundamental manter o princípio básico do enquadramento em que a classe a ser definida para os corpos hídricos deve ser adequada para atender aos usos preponderantes mais restritivos relacionados àquelas águas.

De toda forma, há que se lembrar alguns critérios e aspectos legais que devem dar suporte à proposição da metodologia em questão. O primeiro deles trata das Unidades de Conservação de proteção integral e terras indígenas. Segundo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 e DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008, para essas duas áreas devem ser consideradas as seguintes classes:

- No caso de Unidades de Conservação de proteção integral, para a preservação dos ambientes aquáticos, deve ser considerada classe especial;
- No caso de Terras Indígenas, para a proteção das comunidades aquáticas deve ser considerada classe 1.

Outro aspecto a ser considerado para a metodologia a ser apresentada para a proposição da classe de enquadramento para os afluentes, trata da compatibilidade para a diluição de efluentes advindos de lançamentos de sistemas de esgotamento sanitário em que se tem conhecimento do corpo hídrico e seu trecho. Nesse caso, é importante que seja feita avaliação específica quanto à mistura do efluente tratado e

lançado em relação ao corpo hídrico receptor, de forma a verificar a classe possível de ser considerada. Para isso, foi considerado o princípio básico da mistura, já adotado em metodologias consagradas de outorga para diluição de efluentes, incluindo o caso da ANA. De uma forma geral, trata-se da mistura de um efluente tratado com concentração específica e que será diluído em um corpo hídrico e, a partir daí, constituirá uma vazão indisponível e que deve ser relacionada à concentração permitida. Destaca-se, nesse caso, que a concentração permitida deverá ser aquela relacionada à classe de enquadramento.

Dessa forma, com base na equação em questão e nas informações disponíveis de vazão e concentração dos efluentes tratados, bem como na vazão disponível para diluição, baseada na vazão de referência $Q_{7,10}$, o que se quer é identificar a concentração obtida após a diluição e que vai dar subsídio a definir a classe de enquadramento por meio dos limites legais relacionados aos valores a serem permitidos.

Vale destacar, entretanto, que a aplicação da equação em questão é realizada como metodologia de análise da possibilidade de mistura do efluente com a vazão disponível do curso de água, tratando da referência adotada para outorgas pelo IGAM, que é a $Q_{7,10}$. No entanto, não significa, nesse momento, a garantia de que o usuário receberá sua outorga com os valores adotados, uma vez que depende de uma série de fatores que serão adotados pelo IGAM quando de sua análise efetiva. Nesse sentido, importante lembrar que, apesar da metodologia em questão já ser adotada pela ANA há vários anos, o IGAM ainda não emite outorgas para lançamento de efluentes e, quando for formalizado seu início, pode ser que adote alguma variação ou aperfeiçoamento de sua aplicação. Além disso, podem ser observados outros usos existentes a montante ou a jusante nos cálculos do IGAM, que não foram identificados na base de Declarações de Cargas Poluidoras – DCPs utilizada para a presente análise e que poderão influenciar a vazão de diluição. Ainda, lembra-se que a vazão a ser adotada do curso de água receptor para a diluição pelo IGAM pode ter alguma diferença em relação à adotada no presente estudo, tanto no que se refere ao desenvolvimento de diferentes estudos hidrológicos de regionalização, quanto no sentido de adotar diferentes percentuais da vazão de referência, em função da vazão

mínima que deverá ser mantida no curso de água. Assim, ressalta-se que a análise realizada no presente estudo não trata de outorga, mas sim de uma base técnica metodológica para dar subsídio à proposta de enquadramento dos corpos de água da bacia.

Com base no exposto acima, foram propostas duas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos afluentes aos rios principais que possuem monitoramento e foram modelados e considerados nos capítulos anteriores deste documento.

Alternativa 1

A primeira alternativa considerou metodologia por meio dos seguintes critérios:

- Para os corpos hídricos que possuem informações de lançamentos de efluentes, foi realizado o cálculo da equação de mistura, considerando os respectivos sistemas de tratamento, de forma a verificar as classes compatíveis, o que dará subsídio importante para a futura solicitação de outorga desses usos junto ao IGAM;
- Para os trechos de corpos hídricos que escoam por unidades de conservação de proteção integral ou terras indígenas, foi considerada, respectivamente, classe especial ou 1, de acordo com o previsto na DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 01/2008;
- Para os mananciais que tenham captação para abastecimento público cujo tratamento é realizado de forma simplificada, seus trechos de corpos de água e cursos a montante foram considerados como classe 1, de acordo com o previsto na DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 01/2008;
- Para os mananciais que tenham captação para abastecimento público cujo tratamento é realizado com simples desinfecção, seus trechos de corpos de água e cursos a montante foram considerados como classe especial, de acordo com o previsto na DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 01/2008;
- Para o restante dos corpos de água, foi realizada a análise de usos preponderantes mais restritivos por trecho do curso de água e complementada por sub-bacia hidrográfica, de forma que pudesse ser definida uma classe de uso para todos os trechos da bacia.

Seguindo essa metodologia, todos os cursos de água puderam ser enquadrados, de acordo com os critérios apresentados e em condições consideradas mais adequadas à realidade da bacia.

Alternativa 2

A segunda proposta alternativa partiu dos resultados da Alternativa 1, mas teve acrescentado o seguinte critério complementar:

- De forma a atender à DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 06/2017 que dispõe, em seu artigo 14, que trechos de cursos de águas superficiais enquadrados com base na legislação anterior em classes especial e 1 não deverão ser revistos.

Dessa forma, na segunda alternativa, independente dos usos preponderantes mais restritivos, os trechos de cursos de águas superficiais enquadrados pelas DNs COPAM nºs 28 e 31/1998 em classe especial ou 1 foram assim mantidos.

A Figura 4-6 resume a metodologia adotada para o enquadramento dos corpos d'água afluentes segundo as duas alternativas acima expostas.

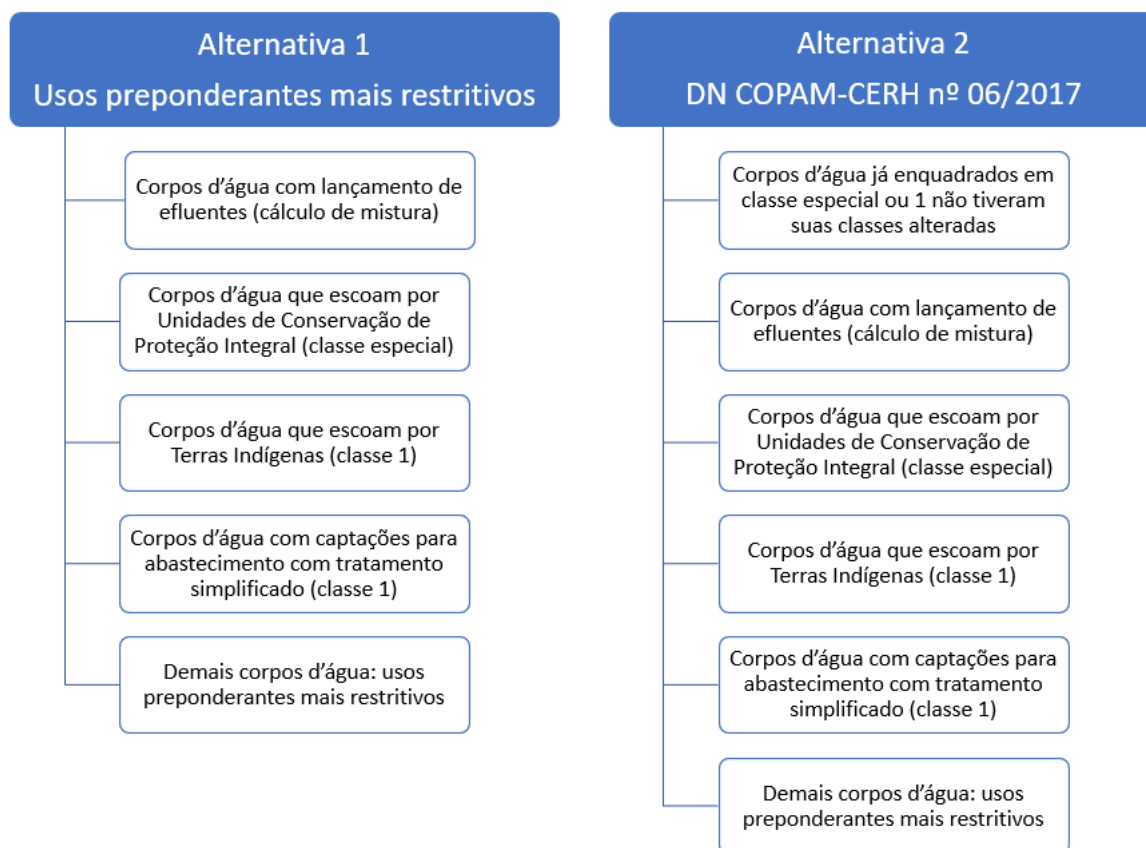


Figura 4-6 – Metodologia de enquadramento dos afluentes segundo Alternativas 1 e 2.

4.2.2 Propostas de Alternativas de Metas Finais de Enquadramento

O Quadro 4-5 apresenta as classes de qualidade da água necessárias para atendimento aos usos preponderantes mais restritivos, na cena de 2041 do cenário de crescimento, para as sub-bacias da CH SF2.

A Figura 4-7 até a Figura 4-13 mostram, cada qual, três mapas, referentes à condição atual e às alternativas 1 e 2 de enquadramento, tal como expostos anteriormente no Item 4.1.2 e no Item 4.2.1.

Para esta análise, foram identificadas na base do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos)¹² as reservas indígenas Muã Mimatxi (Fazenda Modelo Diniz) e Caxixó, respectivamente,

¹² <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>

nas sub-bacias do rio Itapeçerica e do Baixo rio Pará. Desse modo, os cursos de água que escoam por essas áreas indígenas foram automaticamente enquadrados em classe 1.

Além disso, foi identificada uma Unidade de Conservação de Proteção Integral na área da CH SF2 (Estação Ecológica da Mata do Cedro), na sub-bacia do Alto rio Pará. Os afluentes que passam dentro da área da UC também foram automaticamente enquadrados em classe especial.

Uma outra unidade de conservação, da esfera estadual, foi citada em audiência pública (Reserva Biológica Carmo da Mata). Porém, na base de UCs disponibilizada no sítio eletrônico do Instituto Estadual de Florestas – IEF, tal Reserva não foi identificada. Na base de UCs estaduais do ICMBio também não foi identificada esta UC. Por fim, foi encontrado o documento “Relatório Final de Auditoria Operacional. Meio Ambiente – Unidades de Conservação de Proteção Integral”, do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, que descreve a seguinte passagem, dita, segundo o documento, pela Gerente de Criação e Implantação de Áreas Protegidas:

“Não exercemos gestão em nenhuma destas, pois estão descaracterizadas como UC. [...] estas áreas serão reavaliadas para recategorização e redefinição de limites ou ainda para baixa no decreto de criação”.

Nas UCs citadas, inclui-se a Reserva Biológica Carmo da Mata. Deste modo, entende-se que a UC em questão não mais existe oficialmente.

Quanto aos resultados da proposta apresentada na Alternativa 1, destaca-se que podem ser considerados em um contexto de uma situação mais real e viável para o enquadramento dos afluentes, com o atendimento aos usos preponderantes mais restritivos, unidades de conservação de proteção integral, terras indígenas e, no caso dos trechos que recebem efluentes tratados que se tem informações de qualidade, foram consideradas as classes reais que podem ser atendidas com base na sua diluição. Assim, há alguns trechos considerados como classe 3 ou 4 na proposta em questão, mas que se referem à situação real possível de ser atendida, mesmo com o tratamento adequado dos efluentes. Nesses casos, como será exposto nas

recomendações a serem apresentadas mais adiante para os órgãos gestores de recursos hídricos e para o CBH, tal alternativa dá subsídio bastante relevante para o início da emissão de outorgas de lançamento de efluentes nessa bacia.

No caso da proposta apresentada na Alternativa 2, o destaque é dado para o excesso de cursos de água considerados como classe especial ou 1, como já enquadrados com base em legislação anterior (DNs COPAM nºs 28 e 31/1998) e que devem ser seguidos segundo a DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 06/2017. No entanto, considerando que tal situação pode ser considerada irreal, uma vez que não há monitoramento e em alguns casos essas classes não serão possíveis de serem atendidas em função da necessidade de diluição de efluentes domésticos ou de efluentes dos demais empreendimentos na bacia, foram apresentadas as duas alternativas para que o CBH e o CERH possam discutir e tomar as decisões mais acertadas.

Quadro 4-5 – Demandas, usos preponderantes mais restritivos e classes necessárias no cenário de crescimento, cena 2041.

Sub-bacia	Demandas de retirada (m ³ /s)							Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Uso preponderante mais restritivo	Classe necessária 2041 crescimento
	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada			
Alto Pará	0,07	0,01	0,03	0,04	-	0,13	0,07	Dessedentação animal, Humana urbana, Agricultura irrigada, Mineração, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2
Ribeirão Boa Vista	0,08	0,00	0,03	0,00	-	0,09	0,07	Dessedentação animal, Humana urbana, Agricultura irrigada, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2
Rio Itapecerica	0,54	0,01	0,48	0,01	0,04	0,16	0,09	Humana urbana, Indústria de transformação, Dessedentação animal, Agricultura irrigada	Consumo humano urbano	2
Médio Pará	0,26	0,02	0,46	0,01	0,02	0,20	0,13	Indústria de transformação, Humana urbana, Dessedentação animal, Agricultura irrigada	Consumo humano urbano	2
Rio São João	0,40	0,02	0,18	0,10	-	0,19	0,34	Humana urbana, Agricultura irrigada, Dessedentação animal, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2
Ribeirão da Paciência	0,18	0,00	0,16	0,00	-	0,00	0,02	Humana urbana, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2

Sub-bacia	Demandas de retirada (m³/s)							Usos preponderantes (somam 90% ou mais)	Uso preponderante mais restritivo	Classe necessária 2041 crescimento
	Humana urbana	Humana rural	Indústria de transformação	Mineração	Geração termelétrica	Dessedentação animal	Agricultura irrigada			
Rio Lambari	0,10	0,01	0,10	0,00	-	0,17	0,10	Dessedentação animal, Humana urbana, Agricultura irrigada, Indústria de transformação	Consumo humano urbano	2
Rio do Peixe	0,02	0,00	0,01	0,00	-	0,07	0,08	Agricultura irrigada, Dessedentação animal, Humana urbana	Consumo humano urbano	2
Rio Picão	0,07	0,00	0,04	0,00	-	0,11	0,43	Agricultura irrigada, Dessedentação animal, Humana urbana	Consumo humano urbano	2
Baixo Pará	0,16	0,01	0,33	0,01	-	0,14	0,43	Agricultura irrigada, Indústria de transformação, Humana urbana, Dessedentação animal	Consumo humano urbano	2

Elaboração: Engecorps, 2021

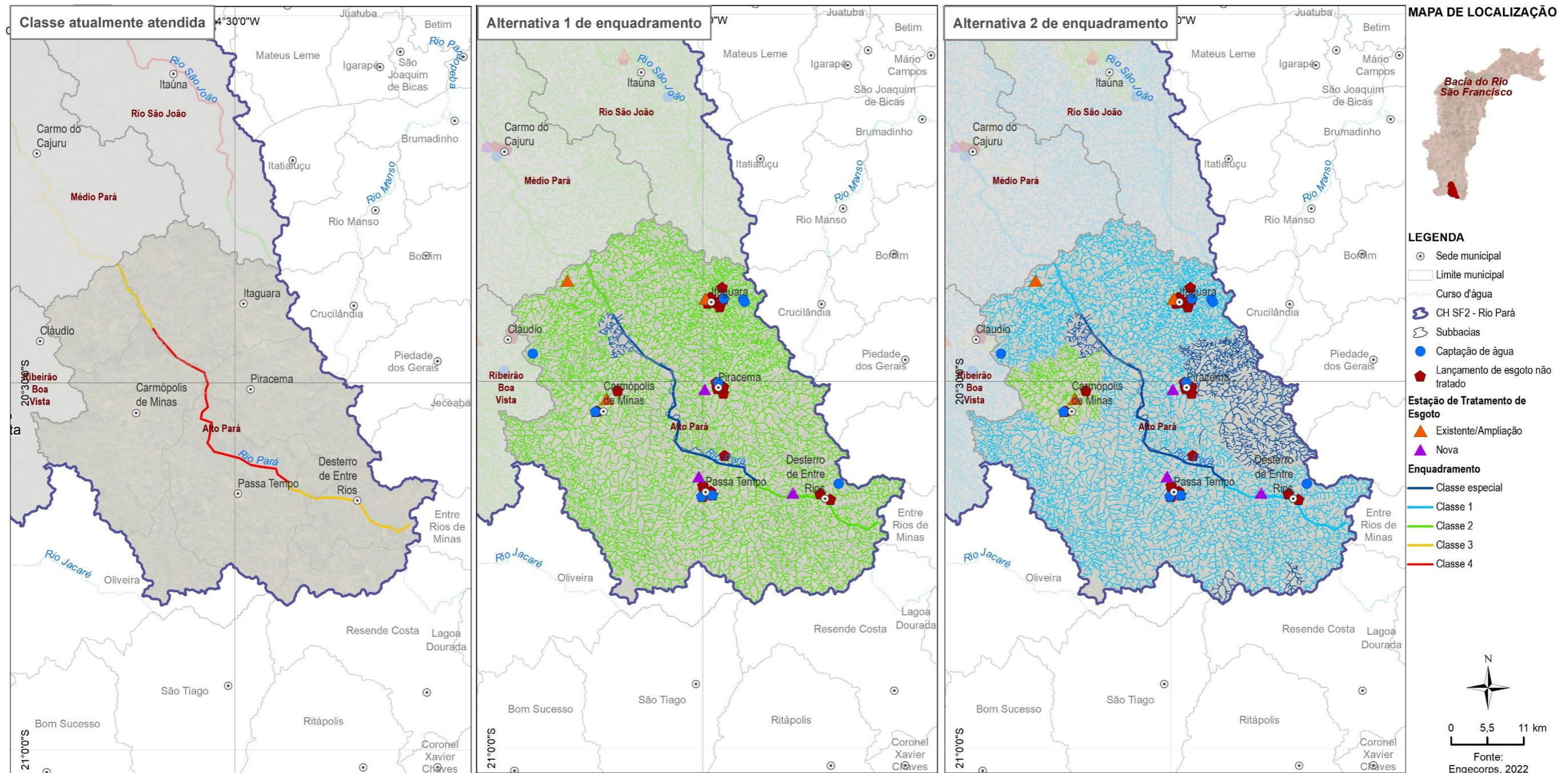


Figura 4-7 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do Alto rio Pará.

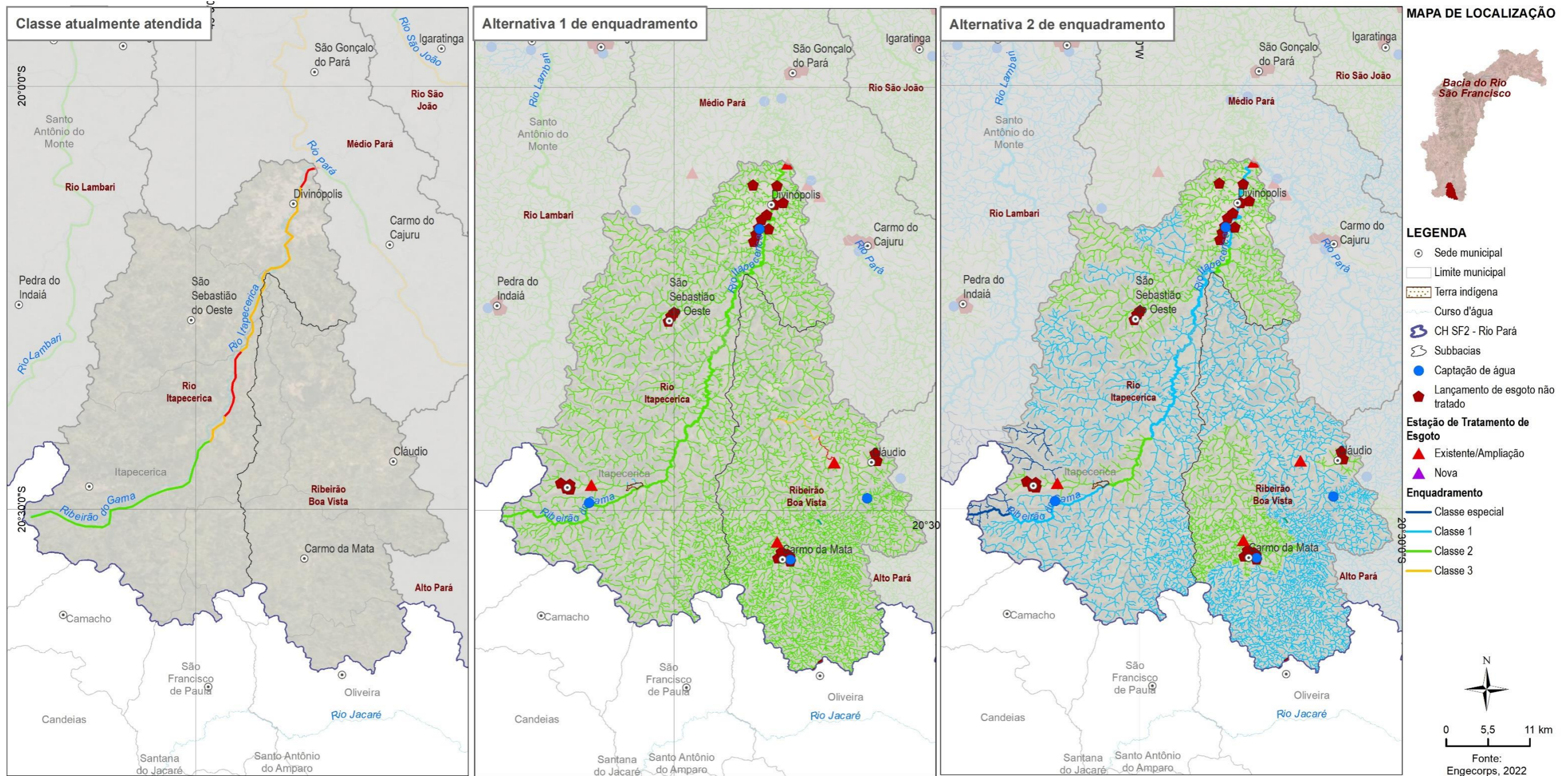


Figura 4-8 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio Itapecerica e do ribeirão Boa Vista.

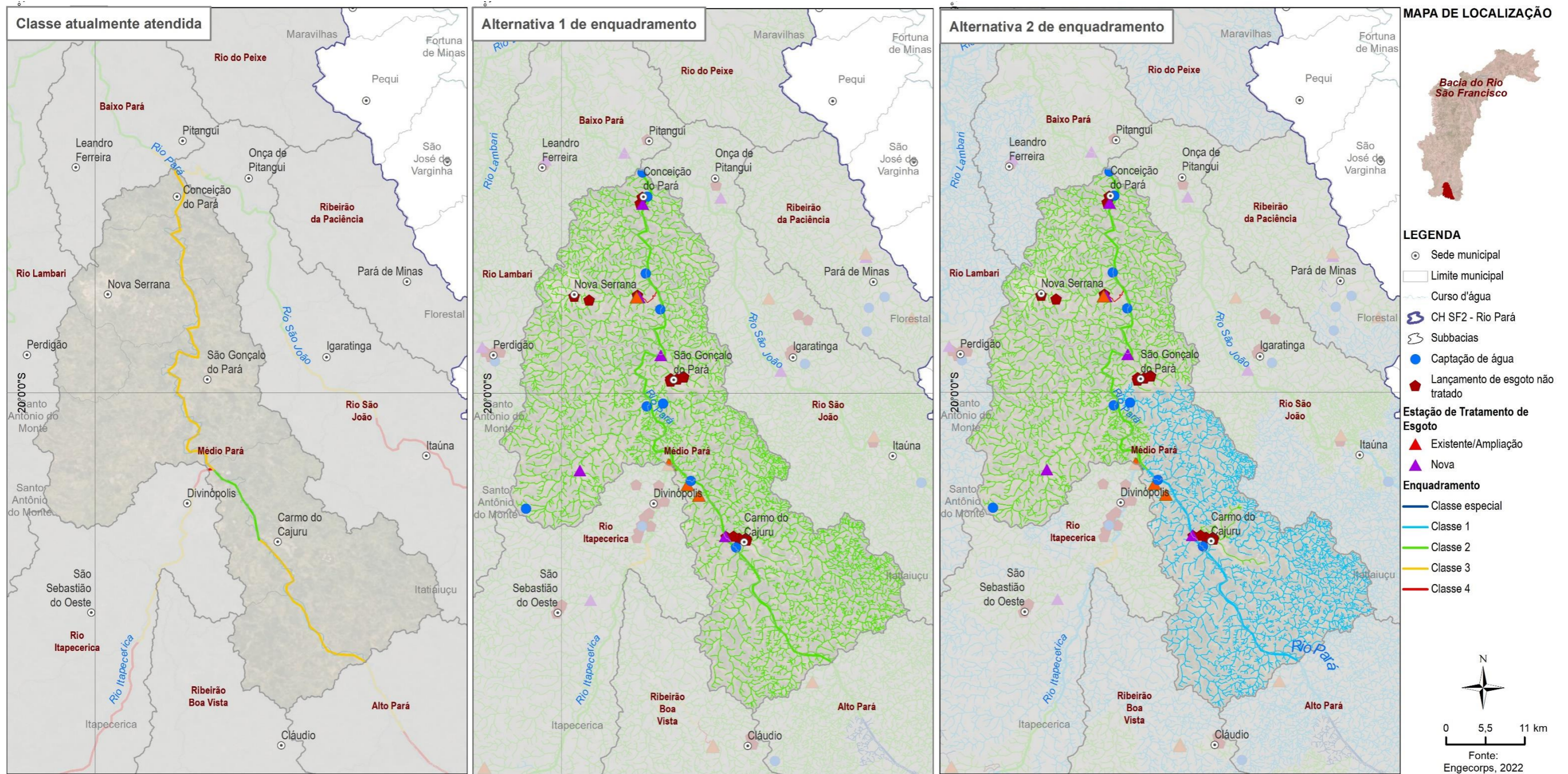


Figura 4-9 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do Médio rio Pará.

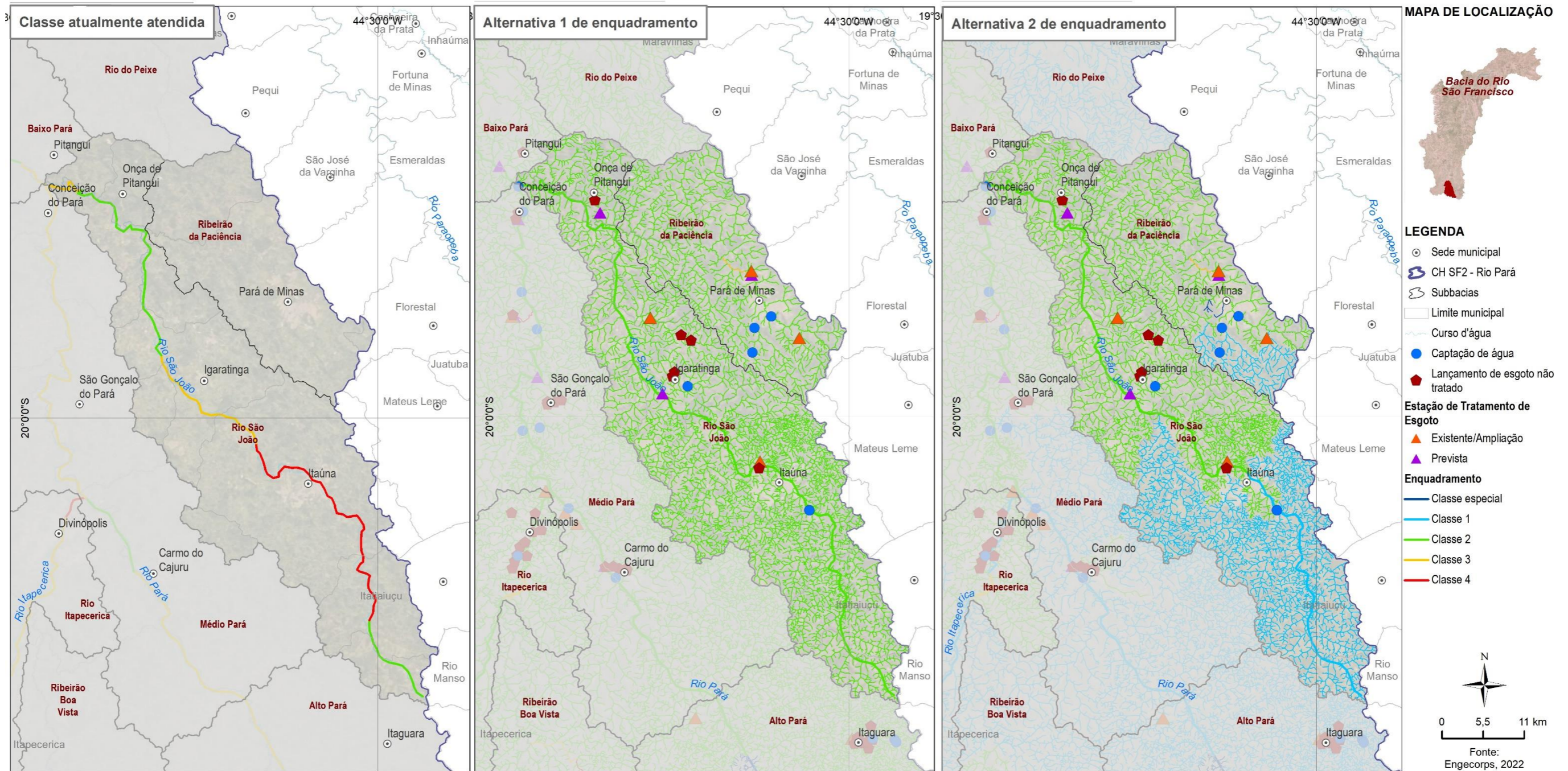


Figura 4-10 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio São João e ribeirão da Paciência.

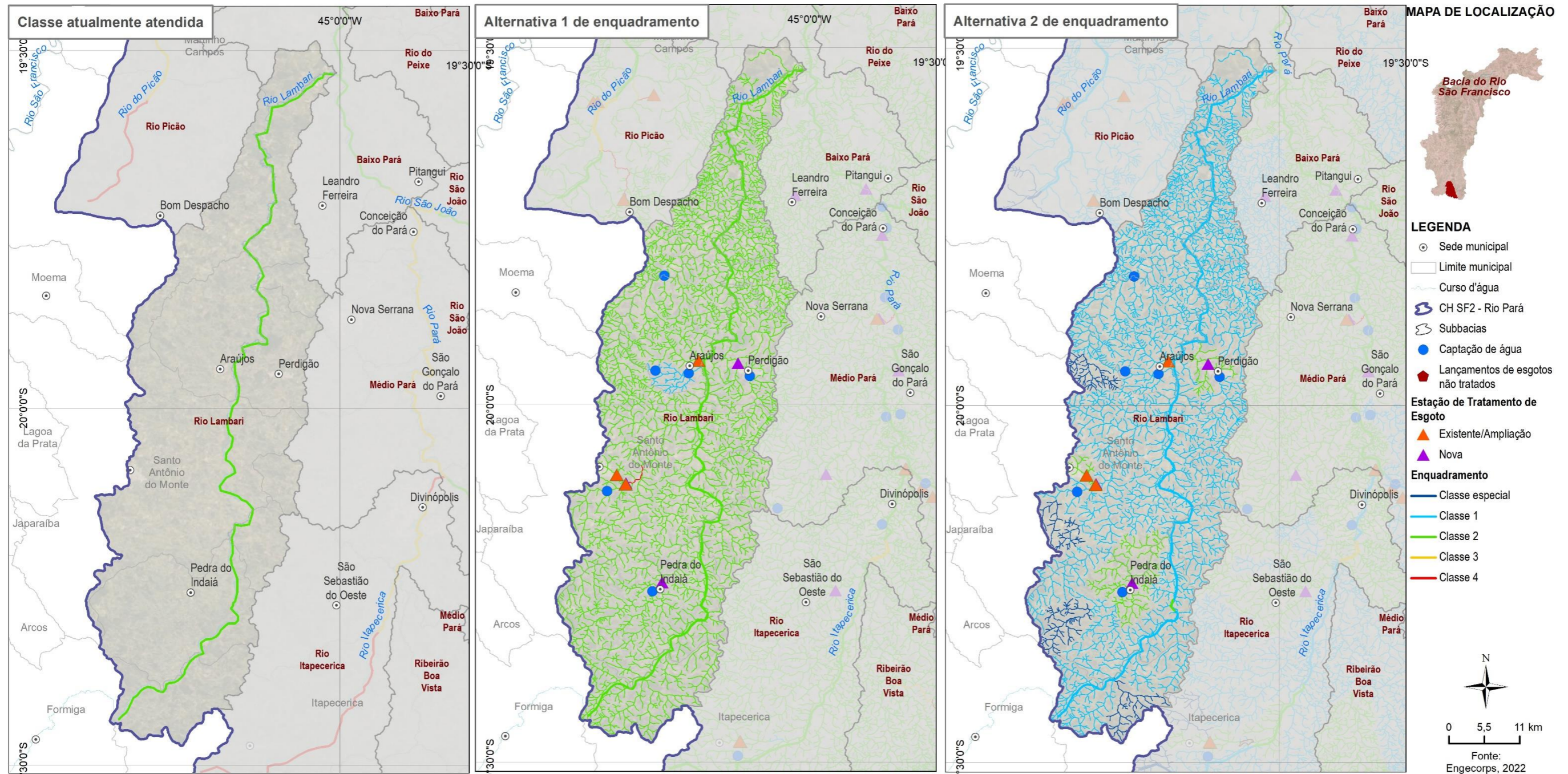


Figura 4-11 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio Lambari.

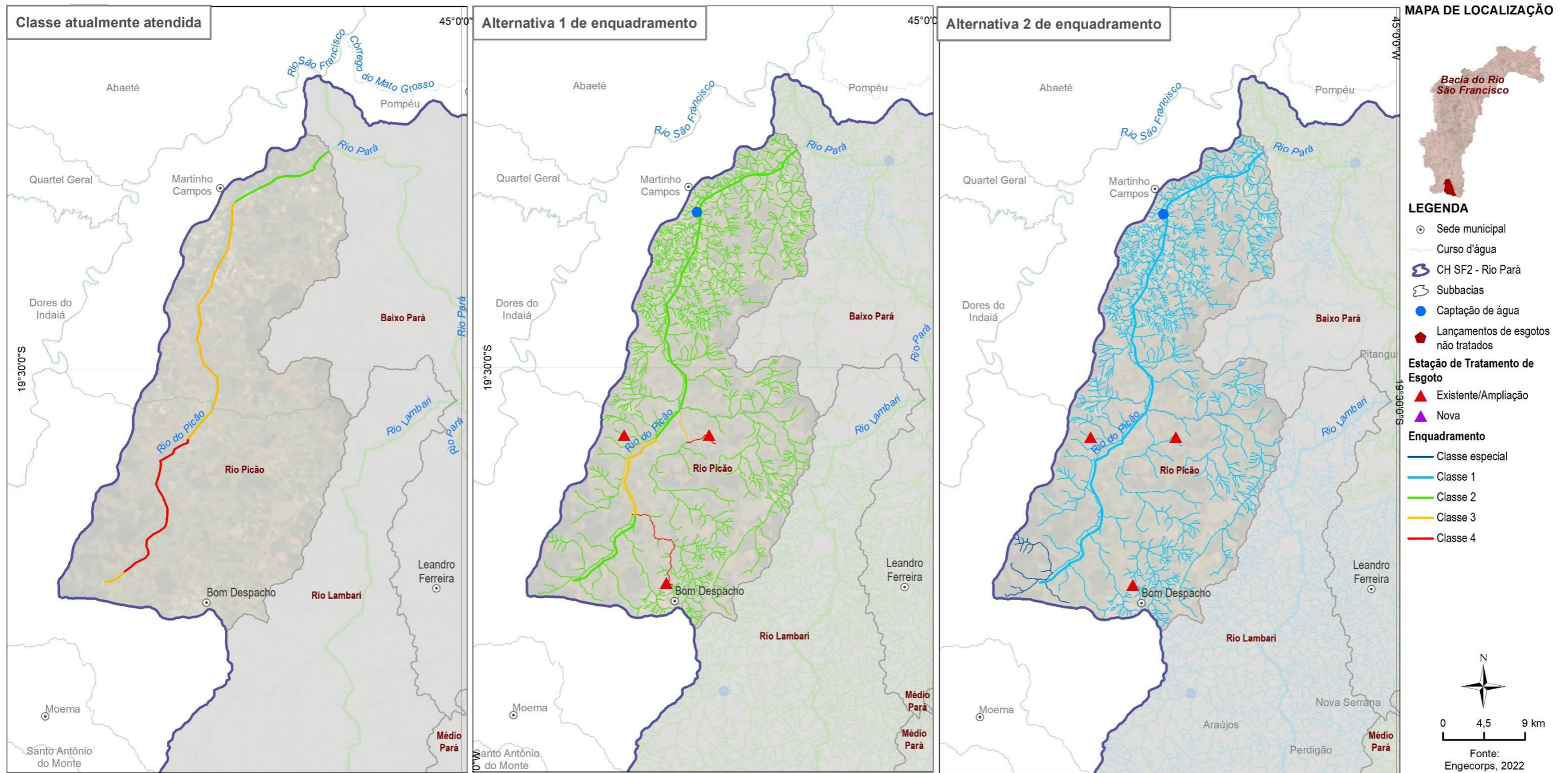


Figura 4-12 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do rio Picão.

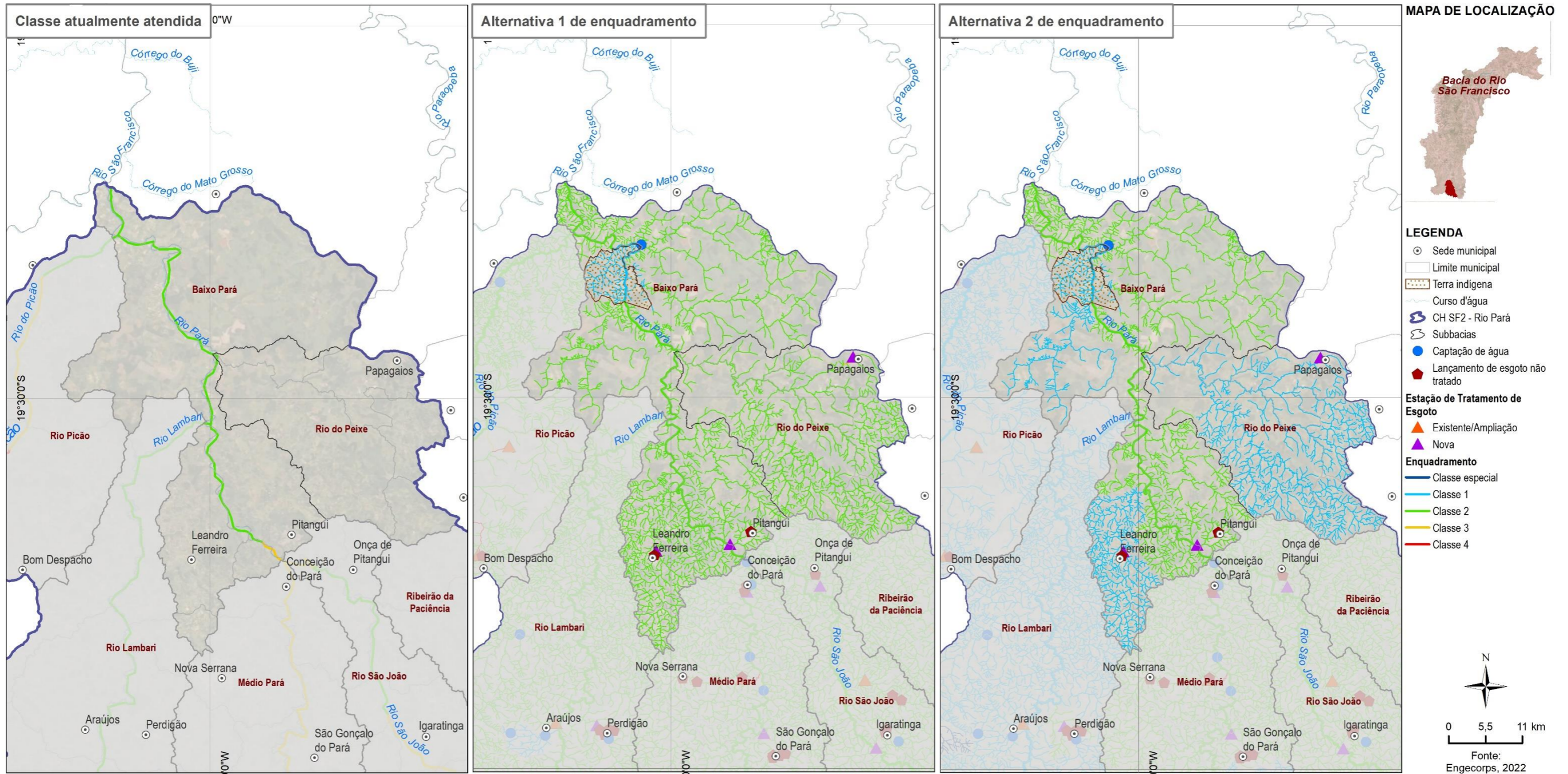


Figura 4-13 – Classes atendidas atualmente e propostas alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da sub-bacia do Baixo rio Pará e rio do Peixe.

5. PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

5.1 PLANO DE INVESTIMENTOS

Conforme resultados das análises de modelagem da qualidade da água realizadas ao longo das etapas do estudo, os principais problemas identificados foram no período de estiagem de cada ano, o que destaca o caráter relacionado à poluição pontual, advinda de lançamentos realizados nos cursos de água da bacia. Dentro dos parâmetros escolhidos na modelagem, os que apresentaram maiores desconformidades foram os coliformes termotolerantes, o fósforo e, em menor frequência, a DBO. Desse modo, observa-se a necessidade de ações voltadas, principalmente, à melhoria da condição de tratamento e lançamento de esgotos, principalmente os domésticos. Nesse sentido, para atendimento às classes de enquadramento propostas, serão necessárias ações de melhoria da condição de qualidade das águas da bacia, voltadas, principalmente, ao incremento ou implementação de sistemas de tratamento de esgotos. Destaca-se, também, que serão propostas ações voltadas a outras tipologias de empreendimentos como os industriais, minerários e agrícolas que também apresentam lançamentos de efluentes, a serem consideradas no contexto das recomendações a serem apresentadas mais adiante neste relatório.

A proposição de ações foi realizada por município, a partir dos problemas identificados e que são de solução necessária. Assim, para cada município foi feita uma caracterização básica, com dados de população atendida, índice de coleta e tratamento, bem como locais de lançamentos dos efluentes. A partir daí, foram verificadas as classes de enquadramento dos corpos receptores e foram feitas análises sobre a concentração necessária de efluentes e tratamento de forma a atender à classe de enquadramento.

Com isso, a partir de um rol de alternativas, foi proposta uma alternativa possível, de forma a atingir ou manter a classe de enquadramento. Com essa alternativa identificada, foi possível apresentar estimativa de custo, horizonte temporal de execução e localizar a intervenção ou ação no mapa. Assim, cada município tem apresentadas possíveis intervenções necessárias e suas estimativas de custos. As

análises foram realizadas considerando as duas alternativas de enquadramento apresentadas no capítulo 4 do presente relatório.

Vale destacar que são apresentadas alternativas de intervenções e ações consideradas adequadas e que atenderão às classes de enquadramento. De toda forma, poderão ser identificadas outras possibilidades pelos responsáveis quando da elaboração de estudos específicos para cada situação em nível de projeto, podendo identificar alternativas mais específicas e adequadas a condições locais, contanto que prevejam níveis de remoção de poluentes semelhantes ou melhores.

5.1.1 Ações Propostas

A seguir são apresentadas as ações propostas para os municípios da bacia.

A) Estações de Tratamento de Esgotos

Foram propostas como principal ação para o abatimento da carga advinda dos efluentes urbanos a ampliação ou implantação de ETEs. Para efeito de cálculo de cargas, foi considerado que a totalidade da população urbana seria atendida pelas ETEs propostas e a carga remanescente seria dada pela eficiência de remoção de cada uma delas.

A escolha das tecnologias de cada uma das ETEs considerou os seguintes aspectos:

- Para ETEs existentes: buscou-se manter a tecnologia existente, onde possível, propondo-se a instalação de unidades adicionais, caso seja necessário o aumento da eficiência de remoção de DBO ou fósforo total – PT, ou ainda, a remoção de coliformes termotolerantes que foram os principais parâmetros que contribuem, atualmente, para a piora das classes de enquadramento atendidas;
- Para ETEs novas: levou-se em consideração a tecnologia de tratamento prevista no Atlas Esgotos (ANA, 2013). Nos municípios onde a tecnologia proposta pelo Atlas Esgotos não era suficiente para alcançar as remoções necessárias, foram propostas tecnologias com maiores eficiências;
- Para remoção de PT: foi proposta a implantação de tratamento terciário nas ETEs onde a remoção de PT se fazia necessária. Como tratamento terciário,

propôs-se o tratamento físico-químico, composto por floculação, decantação e filtração. Com a implantação de tratamento terciário, a concentração de saída de PT na ETE seria menor ou igual a 1,15 mg/L. Em algumas ETEs onde se fazia necessária a remoção de PT, porém, que não se exigia uma concentração de saída menor ou igual a 1,15 mg/L, optou-se pelo polimento final com filtração, cujo custo de implantação é muito menor que o do tratamento físico-químico;

- Para remoção de coliformes termotolerantes: foi proposta a implantação de unidade de desinfecção ao final do processo das ETEs onde a remoção de coliformes termotolerantes se fazia necessária. Foi prevista a desinfecção com dosagem de hipoclorito de sódio, que garantiria um efluente com concentração de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE.

É importante destacar que as tecnologias propostas são apenas sugestões e que quaisquer outras tecnologias são válidas, desde que tenham as eficiências de remoção necessárias para atendimento das metas de enquadramento propostas. Ainda, os valores de vazão indicados foram calculados com base nos consumos per capita de água de cada um dos municípios e nas populações projetadas para o cenário de crescimento, cena 2041, aplicando-se o coeficiente de retorno de esgoto (0,80). Quando da execução dos projetos básico e executivo de cada uma das ETEs propostas, é importante considerar, muito além da vazão, que é apenas indicativa, a população a ser atendida, que deve ser de 100% da população urbana de 2041.

Com relação às eficiências de remoção, são dadas em porcentagem de remoção para o parâmetro DBO e em concentrações de saída, no caso dos parâmetros PT e coliformes termotolerantes. Isso se deve ao fato de as tecnologias associadas à remoção de PT e de coliformes estarem essencialmente atreladas à concentração desejada desses parâmetros na saída das ETEs. Assim, por exemplo, ETEs que necessitam de uma concentração de saída de PT de até 1,15 mg/L precisam necessariamente de tratamento terciário físico-químico. No caso dos coliformes, a concentração de saída de 1.000 UFC/100 mL é um valor usual para uma desinfecção convencional com adição de hipoclorito de sódio.

Com relação às estimativas de custos, além dos valores estimados para implantação de novas ETEs ou ampliação de unidades existentes, fez-se também uma estimativa dos custos de coleta e transporte do esgoto. Para tanto, considerou-se a estimativa apresentada pelo Atlas Esgotos (ANA, 2017), cujos custos são dados em R\$ por habitante, sendo este custo diferente para diversas faixas de populações. Os valores constantes no estudo foram corrigidos para valores atuais e regionalizados para o estado de Minas Gerais, por meio dos seguintes índices:

- INCC – Índice Nacional de Custo da Construção: índice de 1,56 – atualização de dezembro/2015 para maio/2022;
- SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil: índice de 0,99, regionalização para o estado de Minas Gerais, em relação aos valores nacionais.

As faixas de população e os respectivos custos per capita estão apresentados no Quadro 5-1.

Quadro 5-1 – Custos per capita de implantação de sistema de coleta e transporte de efluentes.

Faixa populacional (hab.)	Custo per capita (ANA, 2017) (R\$/hab.)	Custo corrigido para 2022, estado de MG (R\$/hab.)
Até 5.000	1.610,00	2.489,41
De 5.000 a 20.000	1.220,00	1.886,38
De 20.000 a 50.000	1.151,00	1.779,69
De 50.000 a 200.000	1.092,00	1.688,47
De 200.000 a 500.000	1.077,00	1.665,27

Com o valor unitário em função da população total do município, fez-se o cálculo da ampliação da rede de coleta e transporte de esgoto no município, para a parcela da população não atendida pelo serviço de coleta, índice este também publicado no Atlas Esgotos (ANA, 2019). Para efeito de consideração de parcelas de população não atendidas pelo serviço de coleta e transporte, considerou-se a soma das seguintes porcentagens: i) % sem atendimento – sem coleta; ii) % atendida por fossa rudimentar.

B) Sistemas Individuais de Tratamento

Para populações de áreas rurais, foi proposta a adoção de sistemas individuais de fossa séptica, filtros anaeróbios e sumidouros. O sistema fossa-filtro permite um abatimento de 40 a 75% de DBO, segundo a NBR nº 13.969/1997. Aliada a isso, a instalação do sumidouro permite a infiltração do efluente tratado no solo, de modo que torna possível o incremento no abatimento da carga. Assim, considera-se como nulas as cargas advindas de populações rurais onde sejam instalados os sistemas de fossa-filtro e sumidouro. Destaca-se, entretanto, a importância de que tais sistemas tenham a devida operação e manutenção ao longo do tempo. Isso é importante, uma vez que podem perder sua eficiência ao longo do tempo, com o enchimento das câmaras e colmatação de filtros. Assim, é fundamental que seja atentado para esse processo de manutenção com a frequência adequada.

Vale lembrar da necessidade de avaliação, principalmente de forma preventiva, por meio de estudos técnicos das condições do solo a receber infiltração de efluentes tratados no caso dos sumidouros, bem como verificação de vulnerabilidade natural, capacidade de atenuação, risco ou perigo de contaminação e medidas de controle necessárias.

Para dimensionamento da quantidade de sistemas individuais de tratamento necessárias, adotou-se como premissa a instalação de 1 sistema para cada domicílio rural e ocupação de 3,58 habitantes/domicílio rural¹³. Foi realizado o cálculo para a população rural atual e para a população de 2041 (cenário de crescimento) e a quantidade final de fossas considerada para cada município foi a maior entre as duas situações (atual ou 2041). Vale lembrar que esse procedimento foi feito uma vez que há municípios com projeções de redução de população rural, como já exposto em produtos anteriores deste estudo.

O custo unitário de implantação de um sistema fossa-filtro com sumidouro é de R\$ 7.533,53, com base na Referência de preços e custos do Sistema Nacional de

¹³ Dado obtido do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, para o Estado de Minas Gerais, disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/579#resultado>

Pesquisa de Custos e Índices – SINAPI, da Caixa Econômica Federal, já corrigido para valores de dezembro de 2021.

Além dos conjuntos de fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro, podem ser adotadas outras tecnologias nas quais os efluentes não sejam lançados diretamente nos corpos d'água. Um outro exemplo seria a bacia de evapotranspiração (BET), constituída de um tanque fechado, com múltiplas camadas de brita, areia, solo, dentre outros materiais, um túnel de pneus, além de plantas, preferencialmente de folhas largas. Neste método, o efluente, ao invés de ser infiltrado no solo, é lançado à atmosfera por meio da transpiração realizada pelas plantas (Emater, n.i).

C) Reúso de Efluentes Tratados

Para atendimento das metas, seja da Alternativa 1 como da Alternativa 2, em trechos com propostas de enquadramento mais restritivas, houve casos em que as ações anteriores se faziam insuficientes. Desse modo, foi proposta como ação adicional o reúso dos efluentes tratados nas ETEs, seja para fins agrícolas, industriais ou até urbanos, caso haja demanda. Para cada ETE/município, foi indicada a porcentagem da vazão de efluente tratado que precisaria ser destinada ao reúso, para evitar seu lançamento no corpo receptor, de modo a cumprir a meta proposta.

Os custos envolvidos na implantação desta ação não foram possíveis de serem estimados, uma vez que sua implantação está associada a características particulares de cada ETE/ município, tais como: localização, distância entre a ETE e os empreendimentos usuários da água de reúso; necessidade ou não de sistemas de armazenamento da água de reúso e respectivos dimensionamentos. Adicionalmente, há os custos envolvidos na desinfecção do efluente tratado, para ETEs onde tal tratamento não foi previsto, considerando atendimento às especificações constantes na Deliberação Normativa CERH-MG nº 65/2020. De toda forma, destaca-se que são investimentos usualmente de grande monta, considerando a necessidade mínima de sistemas de reservação e adução ou transporte (no caso de uso de caminhões-pipa) dos efluentes tratados até o local de uso o que por vezes pode ocorrer por vários quilômetros.

Importante destacar que ações relacionadas ao reúso de efluentes tratados, assim como a melhoria dos processos de tratamento das ETEs existentes, além de possibilitarem o alcance das metas dispostas pelas alternativas propostas, trazem benefícios importantes para a bacia, apesar de não estarem previstas em todos os municípios.

D) Emissário de Efluentes Tratados

O emissário de efluentes tratados foi proposta como uma alternativa ao reúso ou, em alguns casos, como ação complementar, quando o reúso não era suficiente. O emissário tem a função de lançar os efluentes tratados em trecho de corpo d'água a jusante da ETE ou em corpo de água de bacia vizinha que tenham vazão de diluição maior ou que tenham uma classe proposta menos restritiva.

Para dimensionamento dos custos envolvidos nessa ação, foram consideradas as seguintes premissas:

- Estação elevatória: para bombeamento do efluente tratado pelo emissário, faz-se necessária a instalação de uma Estação Elevatória – EE. A estimativa de custos de EEs é dada de acordo com a vazão a bombear, utilizando como fonte de dados as referências de outros estudos já desenvolvidos pela empresa. Destaca-se que os custos foram corrigidos para os valores atuais, com base no Índice Nacional de Custos da Construção – INCC (data base abril/2022). A vazão utilizada para a estimativa foi a média da ETE proposta;
- Linha de recalque: a estimativa de custos da linha de recalque é feita por comprimento de tubulação. Para tanto, fez-se necessário estimar o diâmetro, o material e o comprimento da tubulação. O diâmetro foi estimado conforme a vazão a recalcar, considerando-se as velocidades recomendadas entre 0,6 m/s e 2,5 m/s, conforme literatura. O material da tubulação escolhido, para efeito de estimativa de custos, foi o PEAD – Polietileno de Alta Densidade, por ser uma das opções economicamente mais viáveis e pela facilidade e rapidez na execução e na manutenção. O comprimento da tubulação foi estimado de duas maneiras diferentes:

- i) Para recalque em trecho a jusante da ETE, no mesmo corpo d'água: foi considerada a somatória dos comprimentos de todos os trechos entre a ETE e o trecho de lançamento desejado;
- ii) Para recalque em trecho em microbacia ou bacia diferente da ETE: foi considerado o comprimento em linha reta entre a ETE e o ponto de lançamento desejado.

Destaca-se que quando da elaboração de projetos propriamente ditos deverão ser utilizadas informações de campo e mais acuradas de topografia, o que, naturalmente, levará a valores mais precisos nos custos de execução.

E) Sumidouro

O sumidouro foi proposto como alternativa para o caso particular de uma ETE: a ETE01 Engenho Ribeiro, localizada em distrito do município de Bom Despacho, para atendimento da Alternativa 2 do enquadramento proposto. Esta ação foi proposta em lugar do emissário, uma vez que a ETE apresenta baixíssima vazão, que resultaria em diâmetro demasiado pequeno para um conjunto elevatório. Assim, sugeriu-se a implantação de sumidouros para infiltração do efluente tratado no solo. Foi considerado, para efeito de levantamento de custos, um sumidouro retangular, em alvenaria com blocos de concreto, com dimensões internas de 1,6 m x 5,8 m e altura 3,0 m, com área de infiltração de 50 m², para 20 contribuintes. Para o custo total, multiplicou-se o valor unitário pela quantidade de sumidouros necessários para a população atendida pela ETE. O custo unitário de implantação desse sumidouro é de R\$ 7.945,29, com base na Referência de preços e custos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices – SINAPI, da Caixa Econômica Federal, já corrigido para valores de dezembro de 2021.

Importante destacar novamente que são necessárias ações de avaliação preventivas semelhantes àquelas indicadas para sistemas de tratamento individuais, expostas anteriormente.

Por fim, importante destacar que o sumidouro é uma alternativa para a destinação dos efluentes, mas podem ser adotadas outras soluções nas quais os efluentes não sejam

lançados diretamente no corpo d'água. Uma outra solução possível seria a bacia de evapotranspiração, tal como já descrita anteriormente.

Os itens seguintes apresentam as informações da situação atual dos municípios, como população, índice de coleta e tratamento de esgotos, existência ou não de ETEs, tecnologia utilizada e eficiência da ETE, as cargas afluentes e remanescentes da ETE e a vazão atual da ETE, as ações propostas para alcance das alternativas de enquadramento, os custos envolvidos na implementação das ações propostas e um mapa com a delimitação do município, ETEs existentes e propostas, captações de água para abastecimento e as classes de enquadramento propostas para os trechos de rio que afluem dentro dos limites do município.

5.1.1.1 Município de Araújos

O município de Araújos está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 8.513 habitantes e população rural de 905 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 67%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Sanarj Concessionária de Saneamento Básico Ltda. A ETE existente (ETE Araújos - Sanarj) é constituída por reator anaeróbico, filtro aeróbico e decantadores secundários, garantindo uma eficiência de remoção de 77%, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com uma vazão de 16,0 L/s (ANA, 2013). A carga afluente à ETE é de 112 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no rio Lambari, é de 26 ton/ano.

As ações propostas para o município de Araújos são:

- Ação 1-1: Ampliação da ETE existente para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (10.948 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 23,0 L/s;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 253 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-2.

Quadro 5-2 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Araújos.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 315,00/hab.	-	1.662.756,77	10.081.583,29
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	6.512.843,43	
Ação 2	253	-	R\$ 7.533,53/un.	1.905.983,09	

A Figura 5-1 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

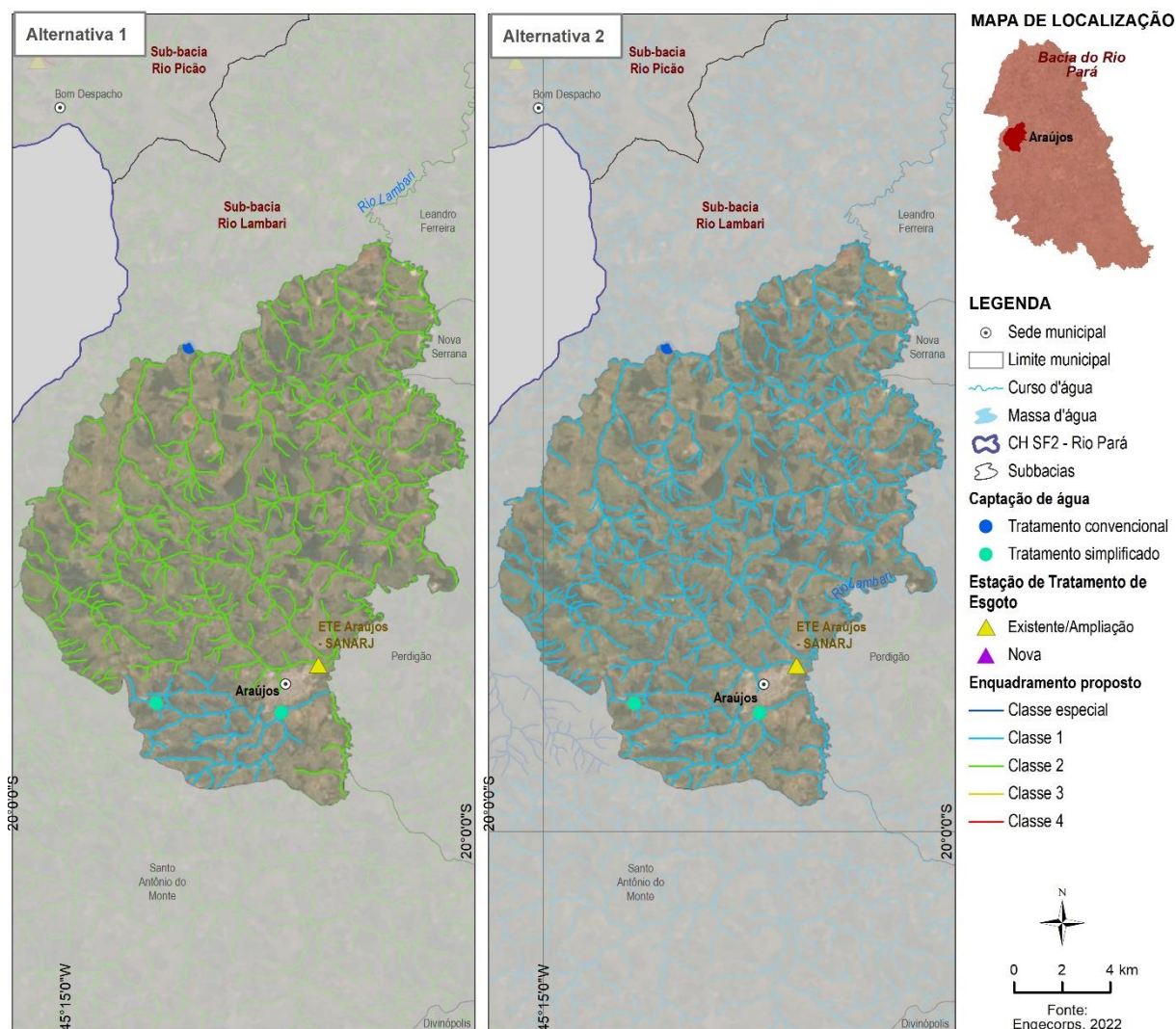


Figura 5-1 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Araújos.

5.1.1.2 Município de Bom Despacho

O município de Bom Despacho está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 49.019 habitantes e população rural de 2.220 habitantes (ANA, 2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 89%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA. Segundo a COPASA (2022), as ETEs existentes e respectivas tecnologias são:

- ETE Matadouro – Bom Despacho: reator anaeróbio, filtro aeróbio e decantadores secundários, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com eficiência de remoção de 91%, segundo a COPASA (2022). Vazão de operação de 44,9 L/s e capacidade nominal instalada de 90,0 L/s;
- ETE 01 Engenho Ribeiro: fossa séptica + filtro anaeróbio/biológico (ANA, 2019), com eficiência de remoção de DBO de 76,79% (COPASA, 2022). Vazão estimada de 0,4 L/s e capacidade nominal instalada de 0,5 L/s;
- ETE 02 Engenho Ribeiro: fossa séptica + filtro anaeróbio/biológico (ANA, 2019), com eficiência de remoção de DBO de 74,57% (COPASA, 2022). Vazão estimada de 0,8 L/s e capacidade nominal instalada de 1,0 L/s;
- ETE Mato Seco: fossa séptica + filtro anaeróbio/biológico com eficiência de 55% (ANA, 2019). Vazão estimada de 8,4 L/s;
- ETE Chácara: reator anaeróbio, filtro aeróbio e decantadores secundários, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com eficiência de remoção de DBO de 84,9%, vazão de operação de 34,74 L/s e capacidade nominal instalada de 49 L/s (COPASA, 2022). Esta ETE se encontra fora da CH SF2, portanto sua carga remanescente não é contabilizada para efeito de diluição nos corpos d'água da bacia.

A carga total afluyente de DBO às ETEs é de 858 ton/ano e, com as eficiências indicadas, a carga remanescente das ETEs dentro da bacia é de 97 ton/ano.

As ações propostas para o município de Bom Despacho, para sua porção dentro da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE Matadouro existente, com implantação de tratamento terciário (físico-químico, com floculação, decantação e filtração) e sistema de desinfecção para remoção de coliformes, atendendo a 100% da população urbana na cena de 2041 (57.711 habitantes). As melhorias visam garantir um efluente tratado com concentração de fósforo de 1,0 mg/L e de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;

- Ação 2: Implantação de 373 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Estas ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pela Alternativa 1. Para a Alternativa 2, são necessárias ações adicionais para alcance das metas propostas, as quais são enumeradas a seguir:

- Ação 3: Reúso de 97% da vazão da ETE Matadouro **ou** Emissário para lançamento dos efluentes tratados da ETE Matadouro em trecho de corpo d'água a jusante, onde a vazão de diluição é maior. O comprimento estimado do emissário é de 16,9 km, sendo de PEAD com diâmetro de 300 mm. Os custos envolvem instalação da estação elevatória e do emissário (linha de recalque);
- Ação 4: Reúso de 100% da vazão da ETE 01 Engenho Ribeiro **ou** Implantação de sumidouros para infiltração do efluente tratado no solo (a alternativa de emissário não foi considerada, devido à baixa vazão resultar em diâmetro demasiado pequeno para a linha de recalque). Os custos envolvem a instalação dos sumidouros apenas, não estando incluídos os custos referentes à aquisição de área para instalação dos mesmos;
- Ação 5: Reúso de 100% da vazão da ETE Mato Seco **ou** Emissário para lançamento dos efluentes tratados da ETE Mato Seco em trecho a jusante, no rio Picão, que tem maior vazão que o atual corpo receptor. O comprimento estimado do emissário é de 7,8 km, sendo de PEAD com diâmetro de 100 mm. Os custos envolvem instalação da estação elevatória e do emissário (linha de recalque).

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-3.

Quadro 5-3 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Bom Despacho.

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1 un.	-	R\$ 156,50/hab.	9.031.771,50	34.207.054,46
Ação 1-2	-	R\$ 1.688,47/hab.	-	22.365.276,27	
Ação 2	373 un.	-	R\$ 7.533,53/un.	2.810.006,69	
Ação 3	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				
Ação 3	1 un.	-	R\$ 1.646.382,99/un.	1.646.382,99	34.909.123,43
	16,9 km	-	R\$1.012,26/m	28.687.658,85	
Ação 4	26 un.	-	R\$ 7.945,29/un.	206.577,54	
Ação 5	1 un.	-	R\$ 1.081.693,97/un.	1.081.693,97	
	7,8 km	-	R\$ 419,25/m	3.286.810,08	
Ação 5	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				

A Figura 5-2 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

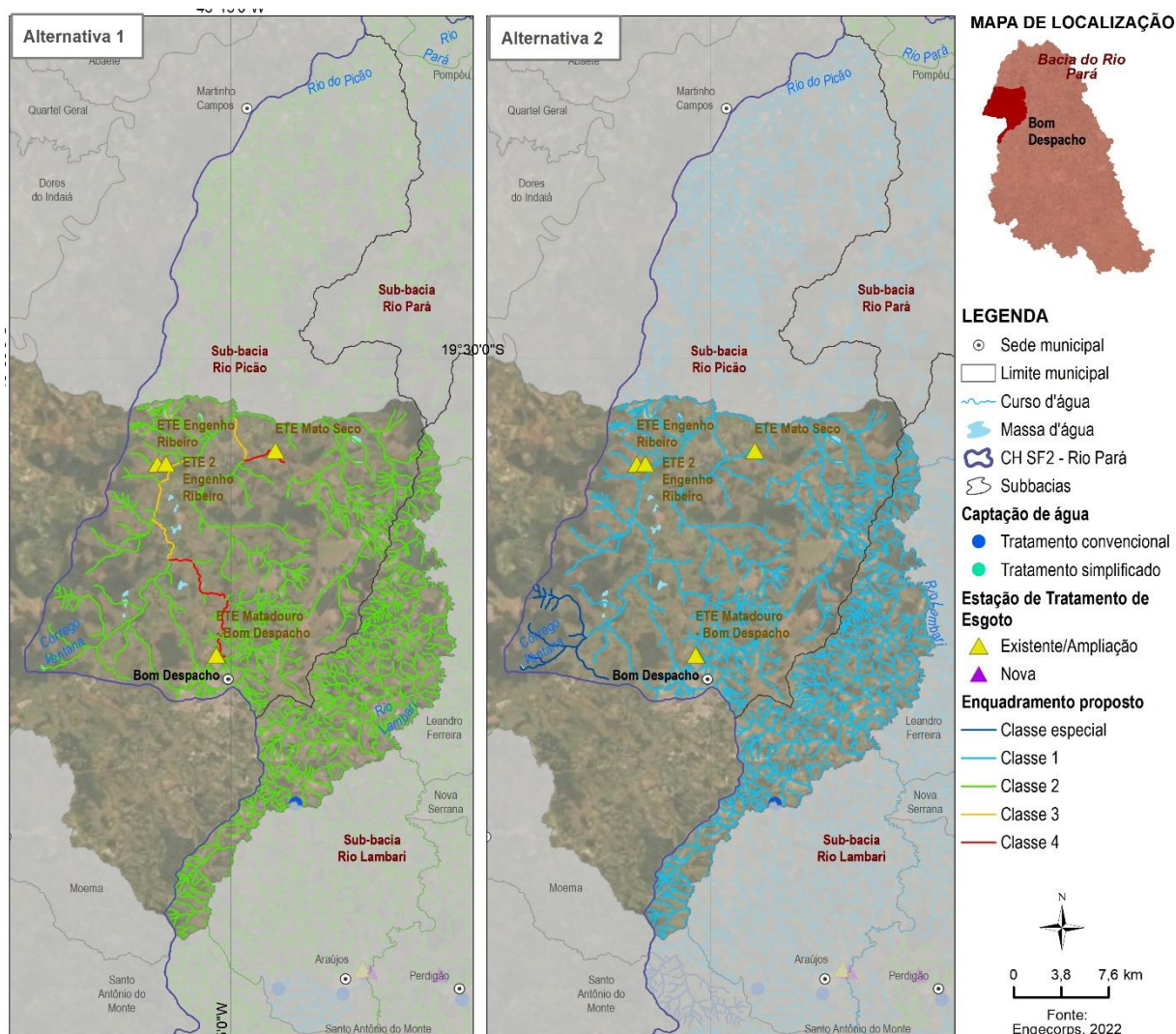


Figura 5-2 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Bom Despacho.

5.1.1.3 Município de Carmo da Mata

O município de Carmo da Mata está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 9.616 habitantes e população rural de 1.823 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. Segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), havia uma ETE em construção (ETE Carmo da Mata), com a tecnologia de reator anaeróbico e filtro aeróbico, que garantiria eficiência de remoção de DBO de 80%. A carga gerada pela população

é de 190 ton/ano, sendo lançada em diversos pontos da cidade, no ribeirão Boa Vista, no ribeirão Bom Jesus e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Carmo da Mata, para sua porção dentro da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE existente (em construção, à época da elaboração do Atlas Esgotos de 2019) para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (13.418 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 23,8 L/s. A melhoria seria por meio da implantação de tratamento terciário (físico-químico com floculação, decantação e filtração), para remoção de fósforo, de modo a garantir concentração de PT de 1,0 mg/L na saída da ETE. Com o novo tratamento, a eficiência almejada seria de 95% de remoção de DBO;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 469 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-4.

Quadro 5-4 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Carmo da Mata.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 283,00/hab.	R\$ 151,50/hab.	5.830.121,00	16.727.200,79
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	7.363.854,22	
Ação 2	469	-	R\$ 7.533,53/un.	3.533.225,57	

A Figura 5-3 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

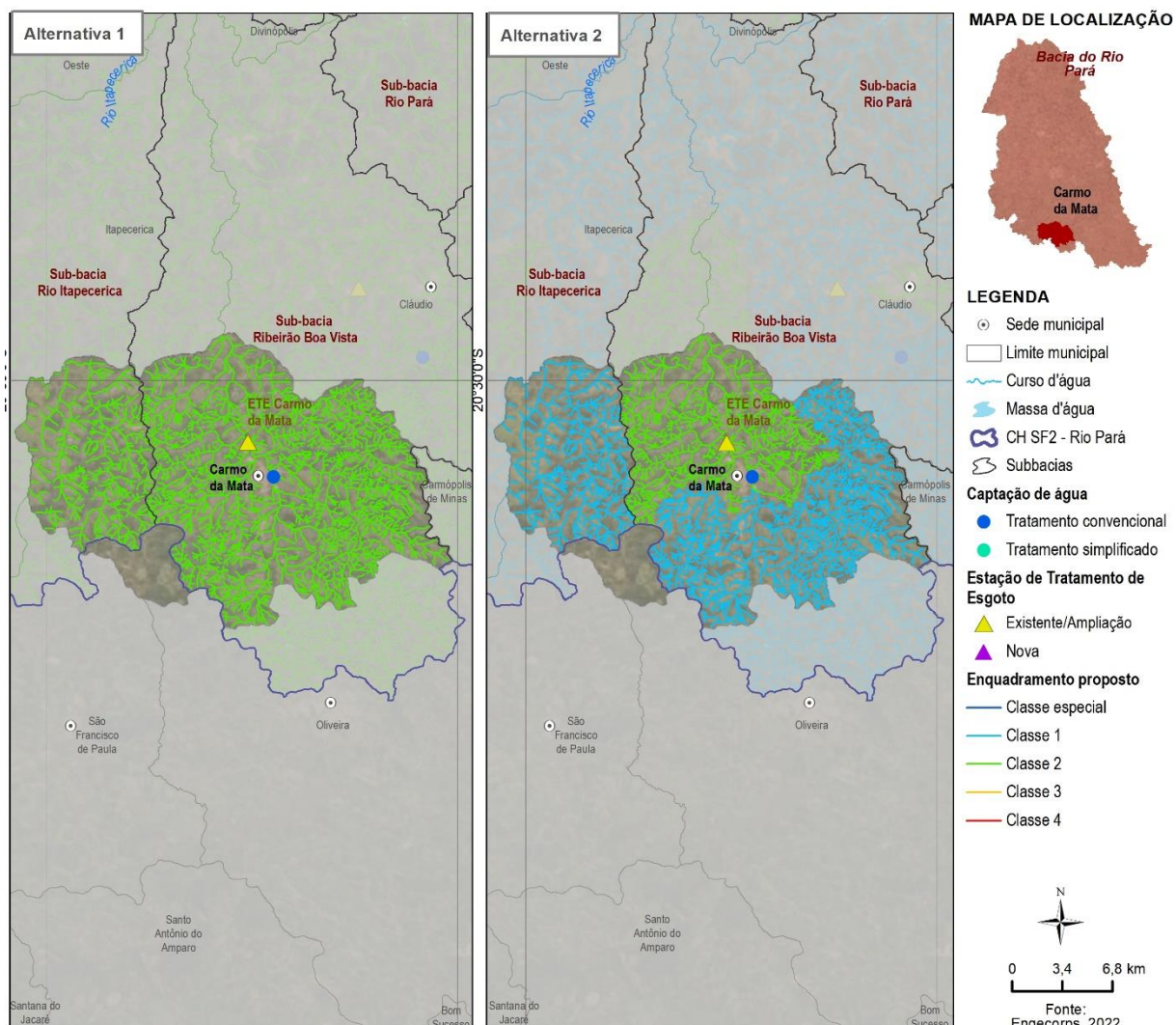


Figura 5-3 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Carmo da Mata.

5.1.1.4 Município de Carmo do Cajuru

O município de Carmo do Cajuru está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 20.564 habitantes e população rural de 2.199 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pelo Serviço Autônomo de

Água e Esgoto – SAAE. A carga gerada pela população é de 405 ton/ano, sendo lançada em diversos pontos da cidade, ao longo do ribeirão Empanturrado e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Carmo do Cajuru são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (26.180 habitantes), com vazão de 41,6 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 615 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-5.

Quadro 5-5 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Carmo do Cajuru.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 157,00/hab.	4.110.260,00	21.241.499,04
Ação 1-2	-	R\$ 1.779,69/hab.	-	12.498.118,09	
Ação 2	615	-	R\$ 7.533,53/un.	4.633.120,95	

A Figura 5-4 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

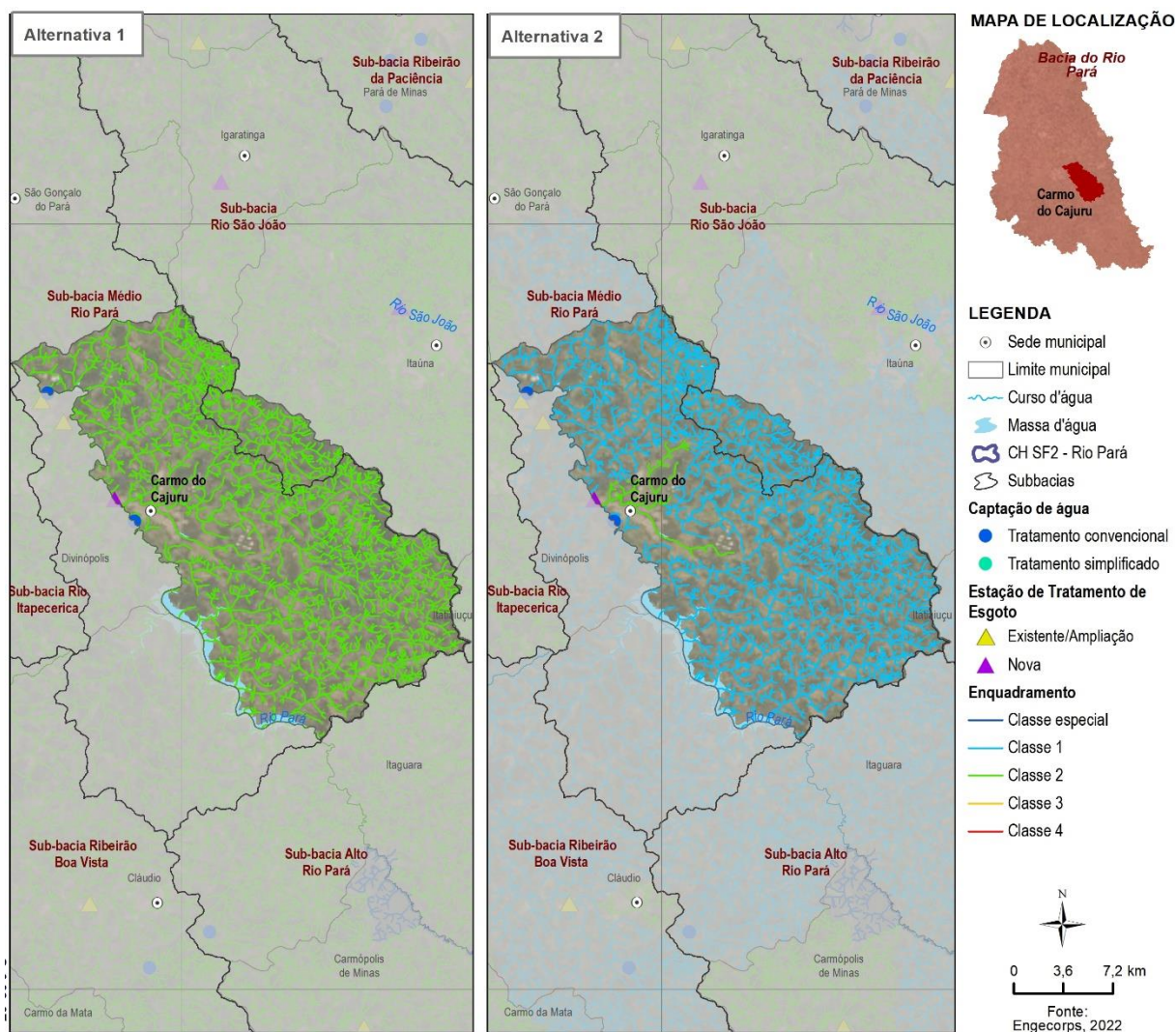


Figura 5-4 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Carmo do Cajuru.

5.1.1.5 Município de Carmópolis de Minas

O município de Carmópolis de Minas está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 14.924 habitantes e população rural de 4.682 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 70%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pelo Serviço de Saneamento Ambiental Municipal – SESAM. A ETE existente (ETE Estação Ambiental Várzea das Palmeiras) é constituída por lagoa facultativa, garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 75%, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com uma vazão

de 5,0 L/s (ANA, 2013). A carga afluyente à ETE é de 206 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no ribeirão Japão Grande, é de 51 ton/ano.

As ações propostas para o município de Carmópolis de Minas são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE existente para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (19.046 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 20,8 L/s. A melhoria proposta refere-se à implantação de lagoa anaeróbia e lagoa de maturação, de modo que a eficiência de remoção de DBO alcance 80%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 1.308 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-6.

Quadro 5-6 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Carmópolis de Minas.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 251,00/hab.	R\$ 241,00/hab.	6.747.388,45	24.377.206,01
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	7.775.960,32	
Ação 2	1.308	-	R\$ 7.533,53/un.	9.853.857,24	

A Figura 5-5 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

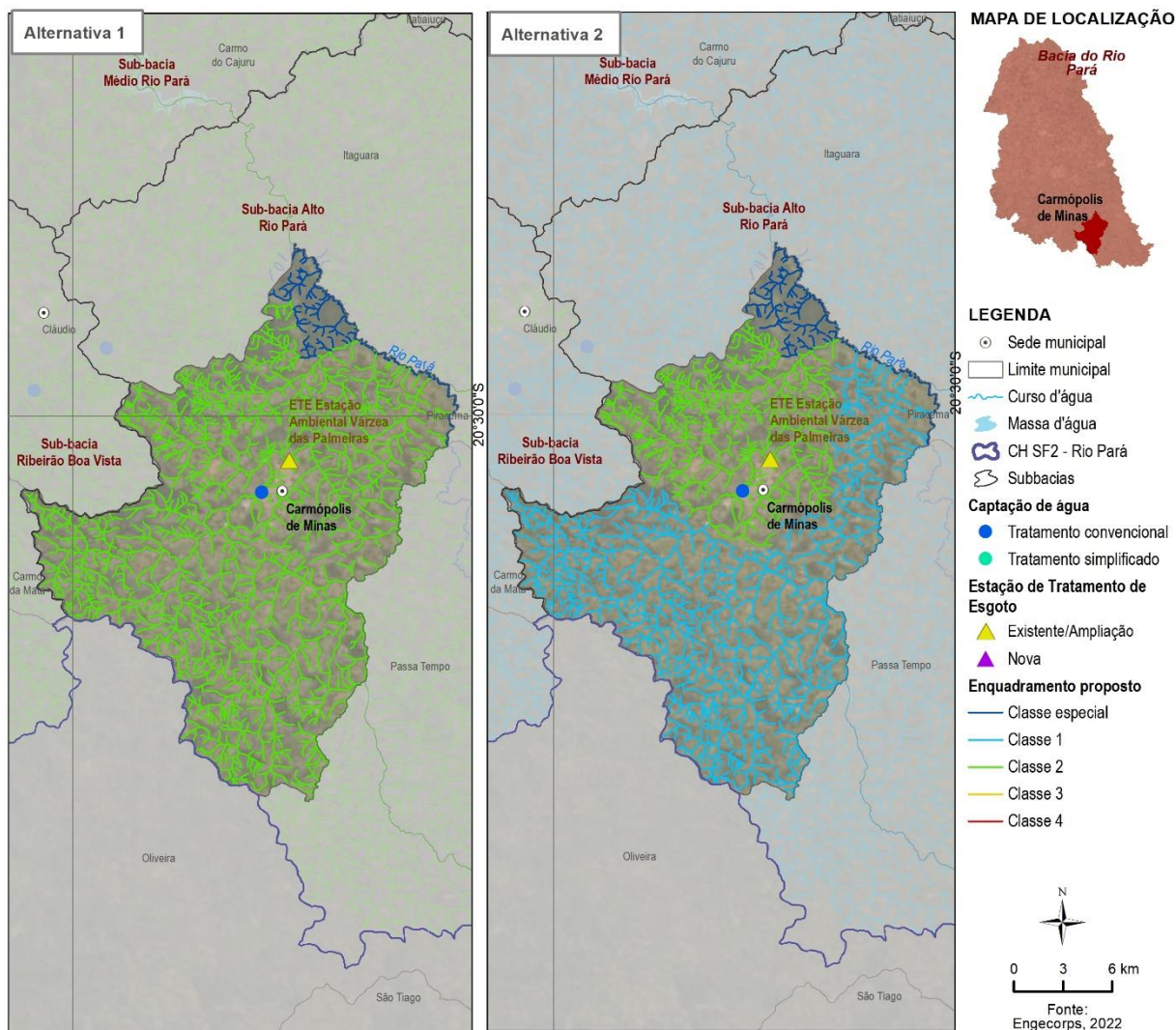


Figura 5-5 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Carmópolis de Minas.

5.1.1.6 Município de Cláudio

O município de Cláudio está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 25.272 habitantes e população rural de 3.704 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 90%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela COPASA (COPASA, 2022). A ETE existente (ETE Cláudio) é constituída por reator anaeróbico, filtro aeróbico e decantador secundário, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 82,32%, com uma vazão de operação de 32,42 L/s e capacidade

nominal instalada de 48 L/s, segundo a COPASA (2022). A carga de DBO afluente à ETE é de 451 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no ribeirão do Cláudio, é de 80 ton/ano. Segundo a COPASA (2022), há ainda uma pequena ETE (ETE 1 Monsenhor João Alexandre), localizada em distrito afastado da sede, para atendimento à população deste distrito. Esta ETE tem vazão de operação de 1,96 L/s, capacidade nominal instalada de 3 L/s e eficiência de remoção de DBO de 83,53%.

As ações propostas para o município de Cláudio são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE existente para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (31.641 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 72,0 L/s. A melhoria proposta é por meio da implantação de tratamento terciário (físico-químico, com floculação, decantação e filtração) para remoção de fósforo, de forma a possibilitar uma concentração de saída de PT da ETE de 1,0 mg/L. A eficiência de remoção de DBO almejada é de pelo menos 82%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 1.006 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município não atendida pela ETE 1 Monsenhor João Alexandre.
- Ação 3: Reúso de 32% da vazão da ETE Cláudio.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pela Alternativa 1. Para atendimento às metas propostas pela Alternativa 2, são necessárias ações adicionais, as quais são apresentadas a seguir:

- Ação 4: Reúso de 85% da vazão da ETE Cláudio.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-7.

Quadro 5-7 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Cláudio.

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1 un.	R\$ 315,00/hab.	R\$ 151,50/hab.	8.836.786,50	29.986.498,19
Ação 1-2	-	R\$ 1.779,69/hab.	-	13.570.980,51	
Ação 2	1.006 un.	-	R\$ 7.533,53/un.	7.578.731,18	
Ação 3	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				
Ação 4	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				

A Figura 5-6 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

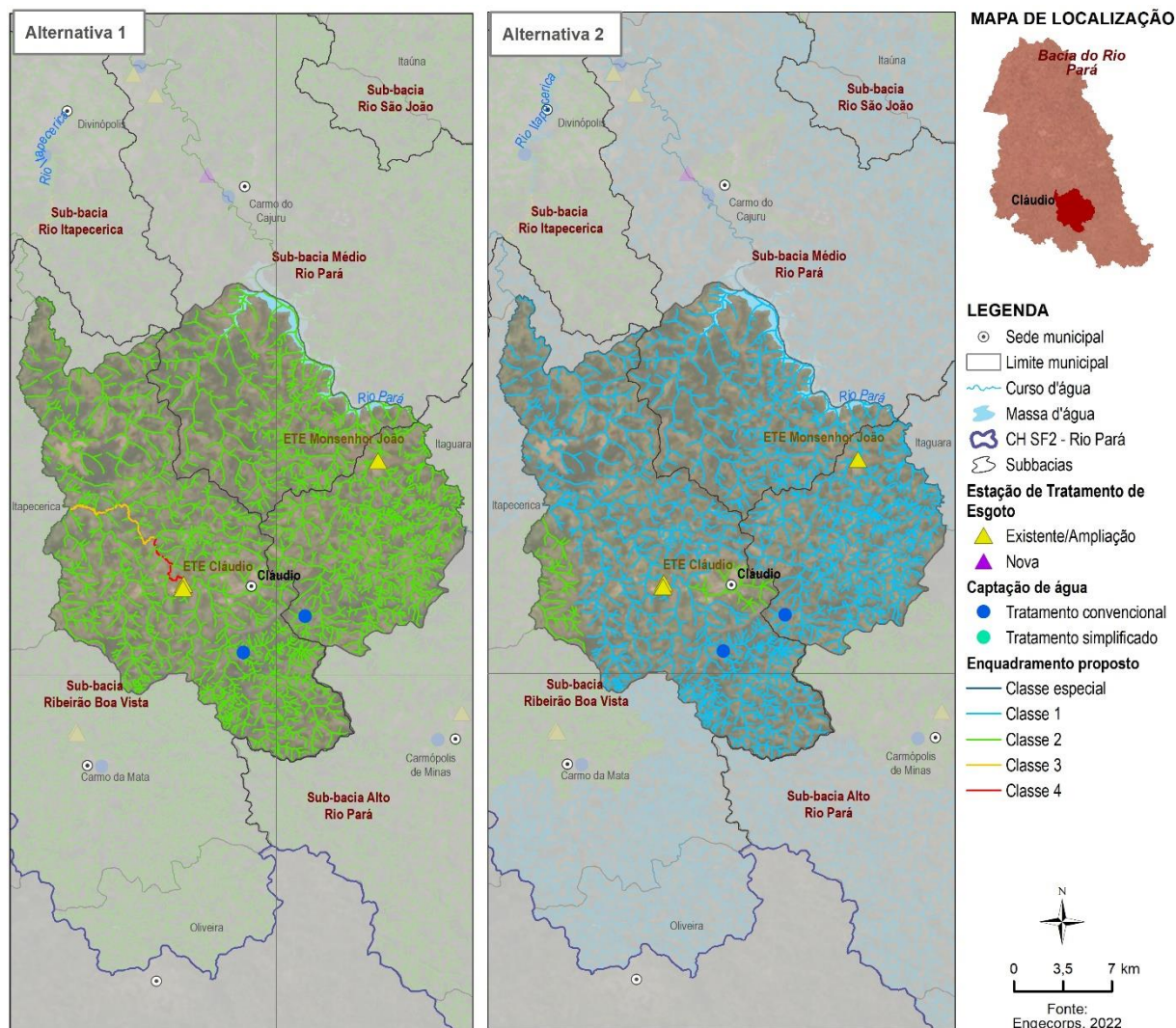


Figura 5-6 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Cláudio.

5.1.1.7 Município de Conceição do Pará

O município de Conceição do Pará está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 2.442 habitantes e população rural de 3.153 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela COPASA. A carga gerada pela população é de 48 ton/ano de DBO, sendo ela lançada em diversos pontos da cidade, no rio Pará e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Conceição do Pará são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (2.750 habitantes), com vazão de 5,1 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 953 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-8.

Quadro 5-8 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Conceição do Pará.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 157,00/hab.	431.750,00	9.610.759,02
Ação 1-2	-	R\$ 2.489,41/hab.	-	1.999.554,93	
Ação 2	953	-	R\$ 7.533,53/un.	7.179.454,09	

A Figura 5-7 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

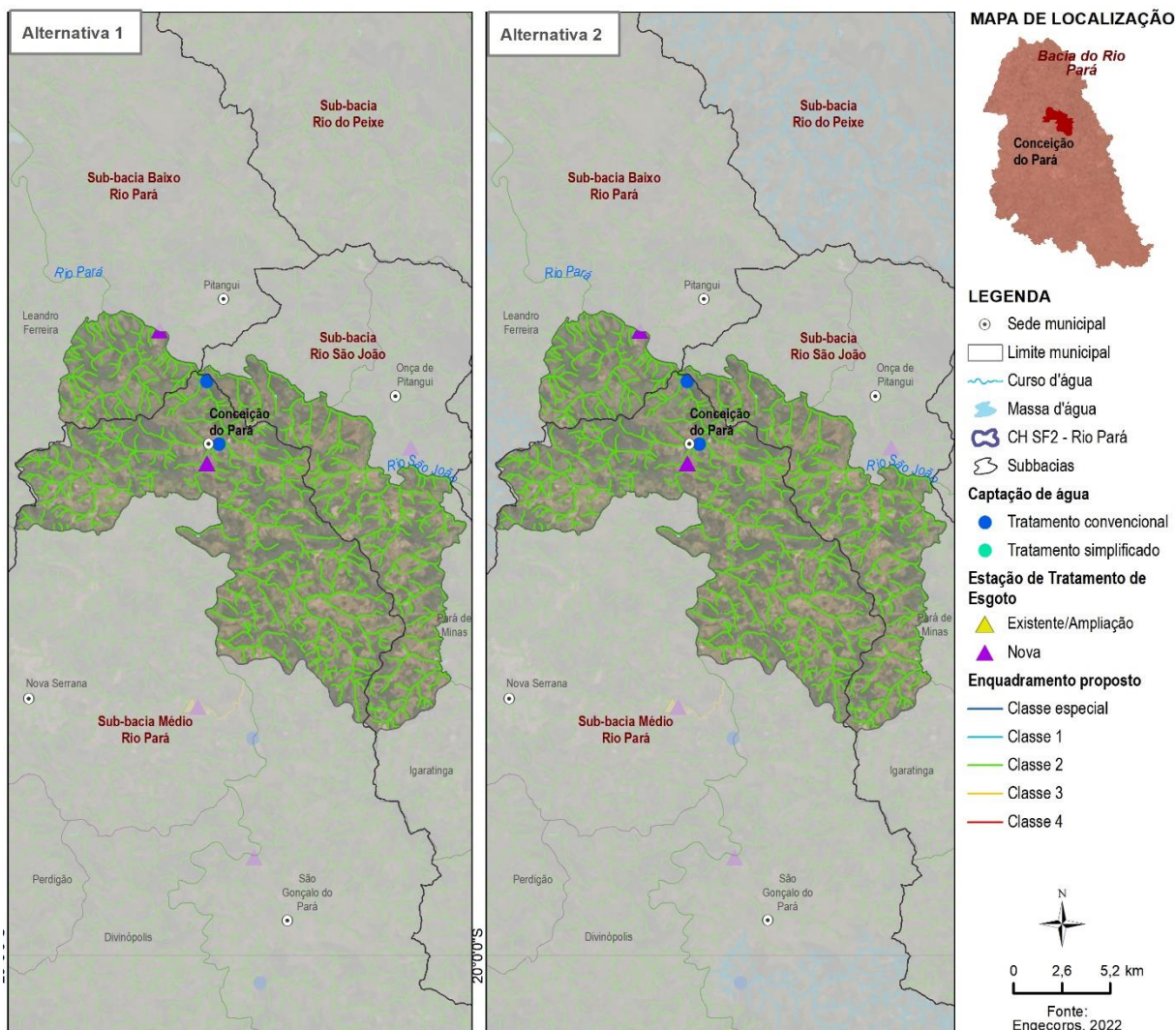


Figura 5-7 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Conceição do Pará.

5.1.1.8 Município de Desterro de Entre Rios

O município de Desterro de Entre Rios está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 4.415 habitantes e população rural de 2.922 habitantes (2020), tendo sua sede dentro da bacia. O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga gerada pela população de DBO é de 87 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, no ribeirão da Capela Nova.

As ações propostas para o município de Desterro de Entre Rios, para sua porção dentro da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (5.319 habitantes), com vazão de 3,8 L/s, utilizando-se de lagoa anaeróbia e lagoa facultativa, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 80%. Ainda, é prevista implantação de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, garantindo uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL, na saída da ETE;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 383 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-9.

Quadro 5-9 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Desterro de Entre Rios.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 241,00/hab.	1.281.879,00	6.015.991,67
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	1.848.770,68	
Ação 2	383	-	R\$ 7.533,53/un.	2.885.341,99	

A Figura 5-8 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

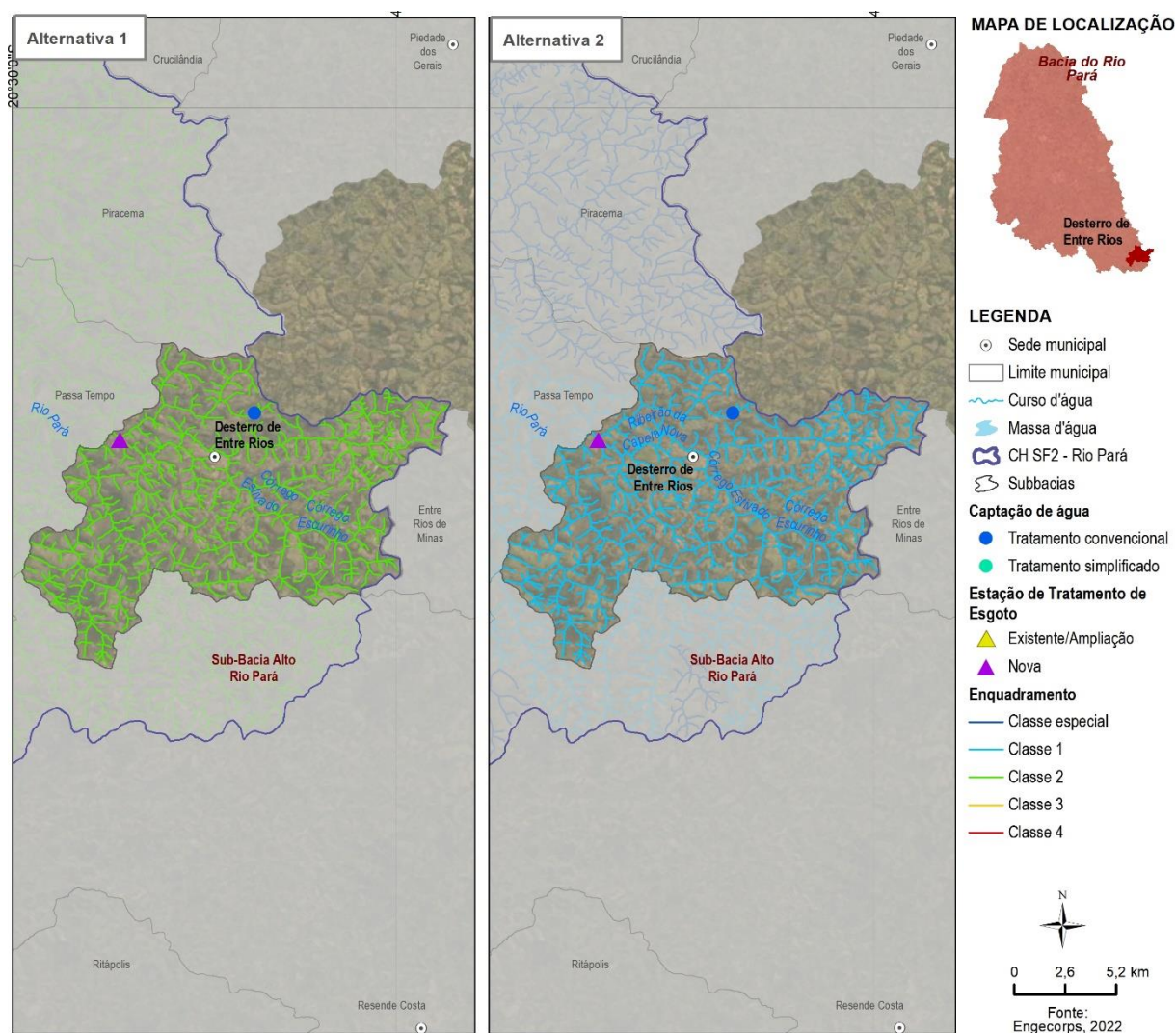


Figura 5-8 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Desterro de Entre Rios.

5.1.1.9 Município de Divinópolis

O município de Divinópolis está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 236.897 habitantes e população rural de 4.318 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 2%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela COPASA. A ETE existente (ETE Rio Pará) é constituída por reator anaeróbio, filtro aeróbio e decantador secundário, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 68,02%, com uma vazão de operação de 10,48 L/s e capacidade

nominal instalada de 15,0 L/s, segundo COPASA (2022). Outra ETE existente (ETE Jardim Canindés) é constituída de fossa séptica e filtro anaeróbio, com eficiência de remoção de DBO de 70%, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com vazão estimada de 4,2 L/s. Segundo a COPASA (2022), há mais uma ETE em operação (ETE Rio Itapecerica), constituída de reator anaeróbio, filtro biológico e decantador secundário, garantindo remoção de 66,41% de DBO, com uma vazão de operação de 66 L/s. A concessionária prevê futuramente ainda a implantação de mais uma ETE (ETE Ermida), com vazão de 15 L/s. A carga afluyente às ETEs de DBO é de 105 ton/ano e, com as eficiências indicadas, a carga remanescente, lançada em afluentes do rio Pará, é de 35 ton/ano. O restante da carga gerada pelo município é lançado *in natura* em diversos pontos da cidade, no rio Itapecerica e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Divinópolis são:

- Ação 1: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Ampliação e melhoria da ETE Rio Itapecerica para atendimento, juntamente com as demais ETEs, de 100% da população urbana na cena de 2041 (278.422 habitantes), com vazão de 335,5 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, filtro biológico percolador e decantador secundário, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de pelo menos 66%. Como melhoria, propõe-se a implantação de tratamento terciário (físico-químico, com floculação e polimento final com filtração) para remoção de fósforo, garantindo concentração de PT de 1,0 mg/L na saída da ETE, além de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, garantindo uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL, na saída da ETE;
- Ação 3: Ampliação e melhoria da ETE Rio Pará para atendimento, juntamente com as demais ETEs, de 100% da população urbana na cena de 2041 (278.422 habitantes), com vazão de 30,0 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, filtro biológico percolador e decantador secundário, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de pelo menos 68%. Como melhoria, propõe-se a implantação de tratamento terciário (físico-químico, com floculação e polimento final com filtração) para remoção de fósforo, garantindo concentração de PT de

1,0 mg/L na saída da ETE, além de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, garantindo uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL, na saída da ETE;

- Ação 4: Implantação da ETE Ermida para atendimento, juntamente com as demais ETEs, de 100% da população urbana na cena de 2041 (278.422 habitantes), com vazão de 15,0 L/s, utilizando-se de lagoa anaeróbia e lagoa facultativa, para garantir eficiência de remoção de DBO de 80%. Propõe-se ainda a implantação de tratamento terciário (físico-químico, com floculação e polimento final com filtração) para remoção de fósforo, garantindo concentração de PT de 1,0 mg/L na saída da ETE, além de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, garantindo uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL, na saída da ETE;
- Ação 5: Implantação de 1.207 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-10.

Quadro 5-10 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Divinópolis.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	-	R\$ 1.665,27/hab.	-	117.318.276,08	246.989.358,79
Ação 2	1	R\$ 315,00/hab.	R\$ 156,50/hab.	108.732.693,35	
Ação 3	1	R\$ 315,00/hab.	R\$ 156,50/hab.	8.525.261,15	
Ação 4	1	-	R\$ 392,50/hab.	3.320.157,50	
Ação 5	1.207	-	R\$ 7.533,53/un.	9.092.970,71	

A Figura 5-9 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

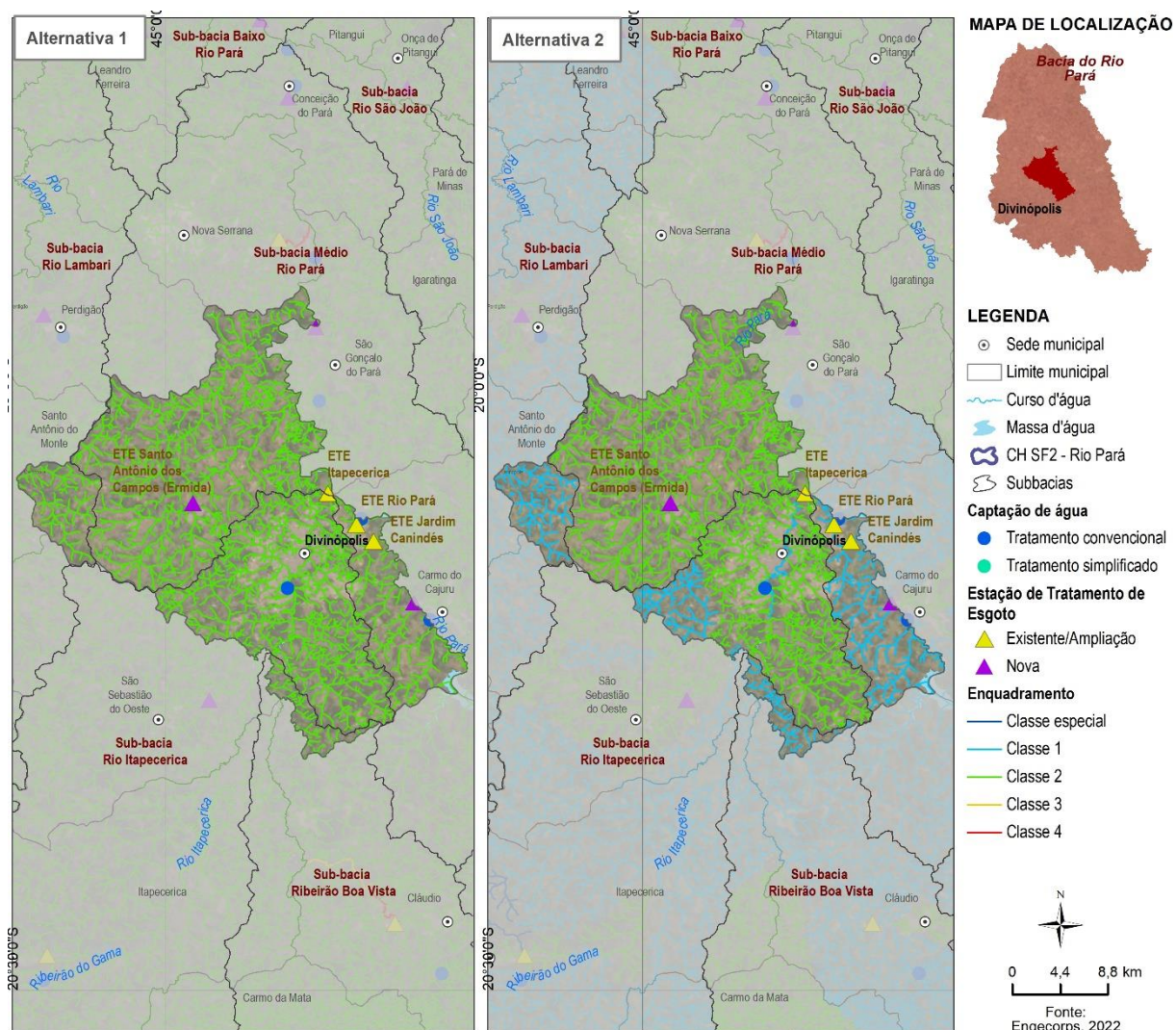


Figura 5-9 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Divinópolis.

5.1.1.10 Município de Florestal

O município de Florestal está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 6.420 habitantes e população rural de 1.137 habitantes (2020), tendo sua sede fora da bacia.

A ação proposta para o município de Florestal, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 16 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação da ação acima apresentada são expostos a seguir, no Quadro 5-11.

Quadro 5-11 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Florestal.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	16	-	R\$ 7.533,53/un.	120.536,48	120.536,48

A Figura 5-10 mostra o município e as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2.

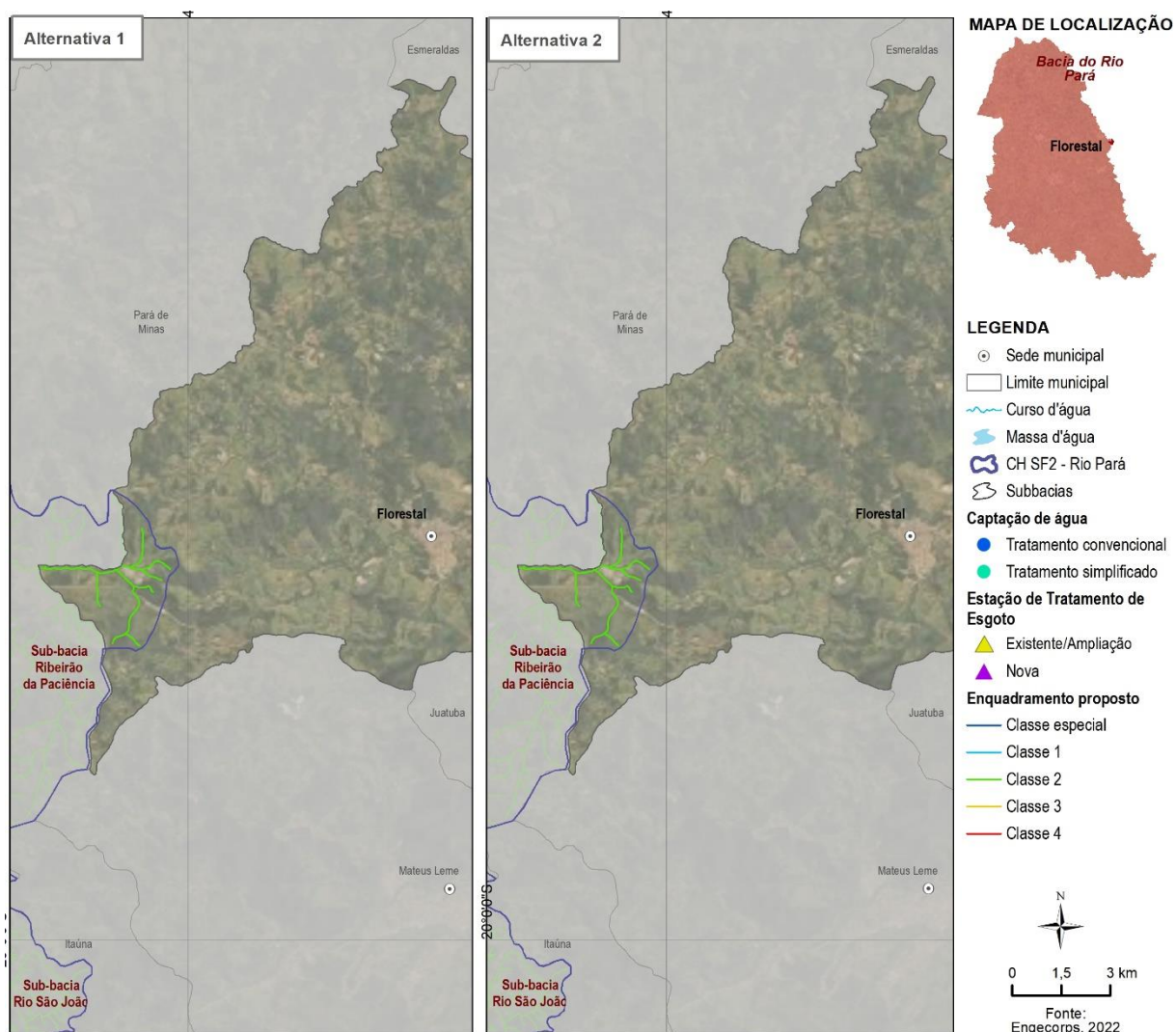


Figura 5-10 – Classes de enquadramento propostas para o município de Florestal.

5.1.1.11 Município de Igaratinga

O município de Igaratinga está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 9.861 habitantes e população rural de 1.163 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga gerada de DBO pela população urbana é de 194 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, em afluentes do rio São João.

As ações propostas para o município de Igaratinga são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (12.866 habitantes), com vazão de 20,2 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 325 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-12.

Quadro 5-12 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Igaratinga.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 157,00/hab.	2.019.962,00	14.926.908,76
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	10.458.549,51	
Ação 2	325	-	R\$ 7.533,53/un.	2.448.397,25	

A Figura 5-11 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

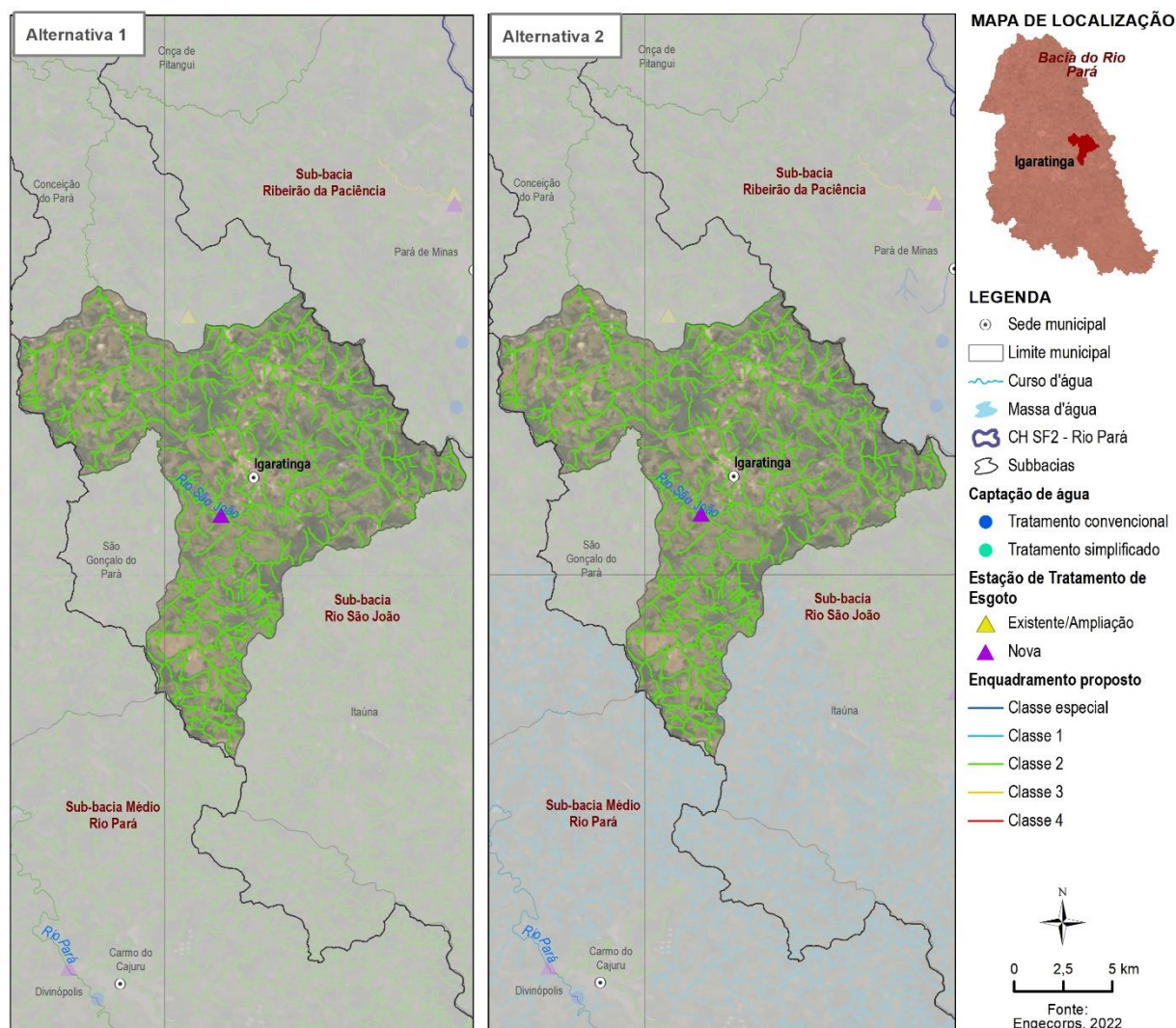


Figura 5-11 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Igaratinga.

5.1.1.12 Município de Itaguara

O município de Itaguara está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 11.174 habitantes e população rural de 2.379 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 95%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pelo SAAE. A ETE existente (ETE Conquista) é constituída por reator anaeróbio e filtro biológico, garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 73%, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com uma vazão de 16,8 L/s (ANA, 2013). A carga afluyente à ETE é de 208 ton/ano e, com a

eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no córrego Itaguara, é de 56 ton/ano. O restante da carga gerada pelo município é lançado *in natura* em diversos pontos da cidade, no córrego Itaguara e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Itaguara são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE Conquista para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (15.332 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 19,2 L/s. A melhoria proposta é por meio da implantação de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, de modo a possibilitar uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE. Além disso, é prevista complementação do tratamento biológico com decantadores secundários, para se ter uma eficiência de remoção de DBO de 95%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 663 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-13.

Quadro 5-13 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itaguara.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 283,00/hab.	R\$ 5,00/hab.	1.422.631,40	14.963.316,73
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	8.545.954,94	
Ação 2	663	-	R\$ 7.533,53/un.	4.994.730,39	

A Figura 5-12 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

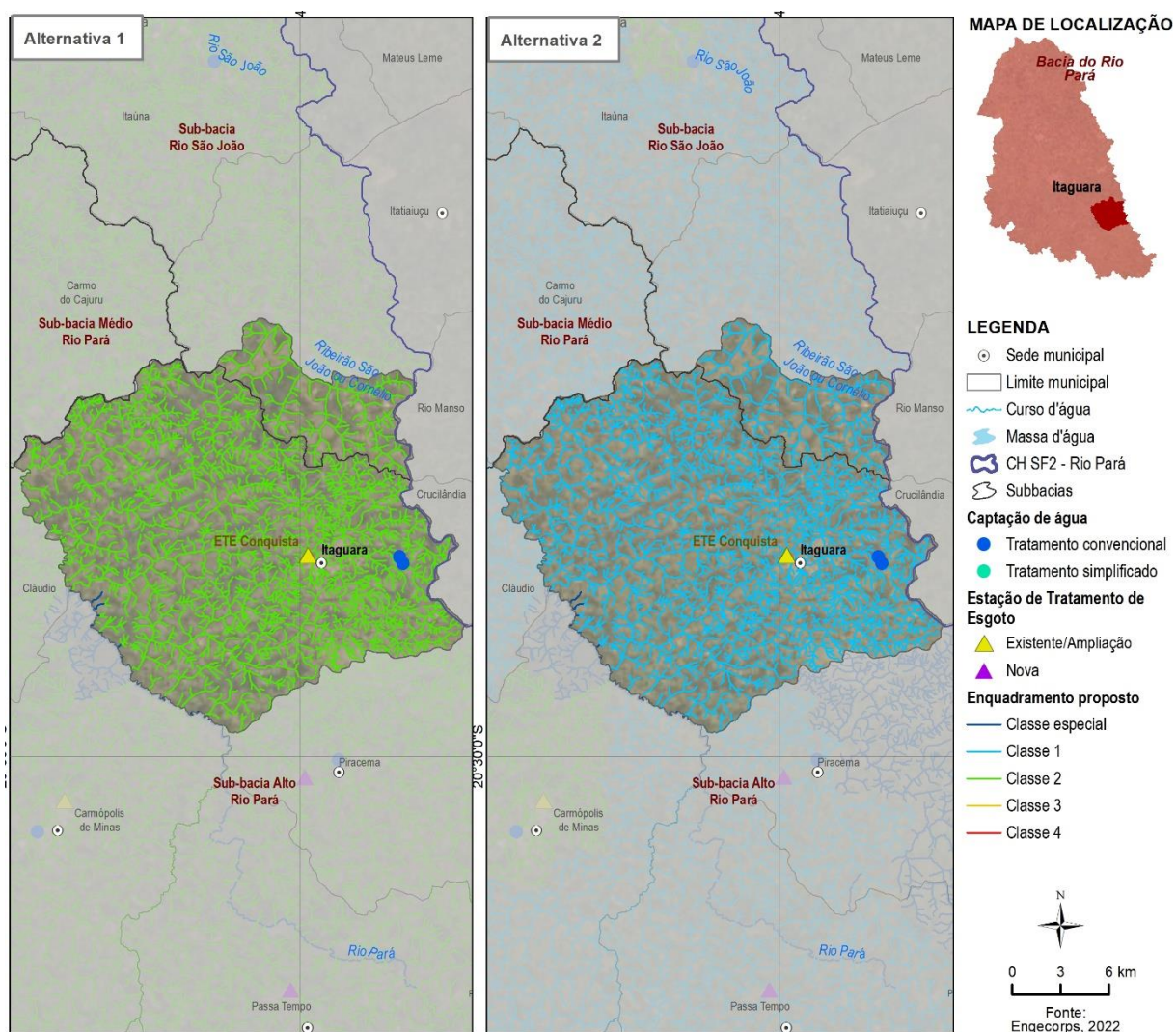


Figura 5-12 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Itaguara.

5.1.1.13 Município de Itapecerica

O município de Itapecerica está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 17.168 habitantes e população rural de 4.828 habitantes (2020), com sua sede localizada dentro da bacia. O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 69%, sendo o sistema de esgotamento sanitário

(SES) operado pela COPASA. A ETE existente (ETE Itapecerica) é constituída por reator anaeróbico e lagoa facultativa, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 91,7% e com uma vazão de operação de 18,33 L/s e capacidade nominal instalada de 70 L/s, segundo COPASA (2022). A carga de DBO afluente à ETE é de 235 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no ribeirão Vermelho, é de 20 ton/ano. O restante da carga gerada pelo município é lançado in natura em diversos pontos da cidade, no córrego Itapecerica.

As ações propostas para o município de Itapecerica, para sua porção dentro da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE Itapecerica para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (20.005 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 70,0 L/s. A melhoria proposta é a implantação de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, de modo a possibilitar uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE. Além disso, é prevista implantação de polimento final com filtração para remoção de fósforo, de forma a possibilitar uma concentração de saída de PT da ETE de 2,5 mg/L;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 1.073 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2;
- Ação 3: Reúso de 53% da vazão da ETE, para possibilitar o alcance da classe 1 no ribeirão Vermelho, no trecho onde passa pela Reserva Indígena Muã Mimatxi (Fazenda Modelo Diniz), da etnia Pataxó. **Ou** implantação de emissário para lançamento dos efluentes da ETE Itapecerica em trecho de corpo d'água a jusante, onde a vazão de diluição é maior. O comprimento estimado do emissário é de 7,9 km, sendo de PEAD com diâmetro de 200 mm. Os custos envolvem instalação da estação elevatória e do emissário (linha de recalque).

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos no Quadro 5-14.

Quadro 5-14 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itapecerica.

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1 un.	R\$ 283,00/hab.	R\$ 5,50/hab.	2.049.709,50	23.550.781,17
Ação 1-2	-	R\$ 1779,69/hab.	-	13.417.593,98	
Ação 2	1.073 un.	-	R\$ 7.533,53/un.	8.083.477,69	
Ação 3	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				
Ação 3	1 un.	-	R\$ 1.081.693,97/un.	1.081.693,97	7.755.417,69
	7,9 km	-	R\$ 843,20/m	6.673.723,72	

A Figura 5-13 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

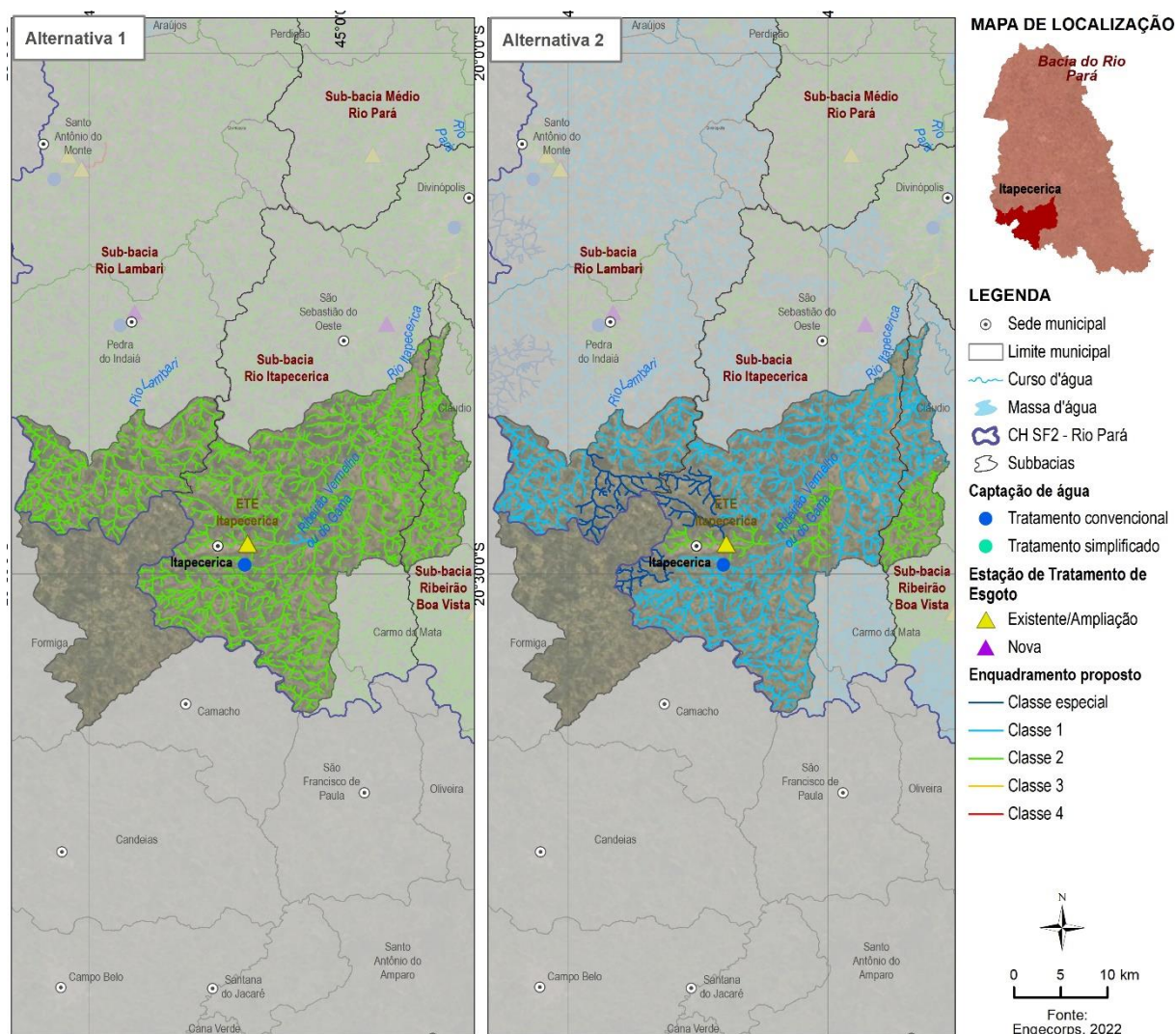


Figura 5-13 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Itapecerica.

5.1.1.14 Município de Itatiaiuçu

O município de Itatiaiuçu está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 7.549 habitantes e população rural de 3.739 habitantes (2020), tendo sua sede fora da bacia.

A ação proposta para o município de Itatiaiuçu, para sua porção dentro da CH SF2 é:

- Ação 1: Implantação de 593 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-15.

Quadro 5-15 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itatiaiuçu.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	593	-	R\$ 7.533,53/un.	4.467.383,29	4.467.383,29

A Figura 5-14 mostra o município e as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2.

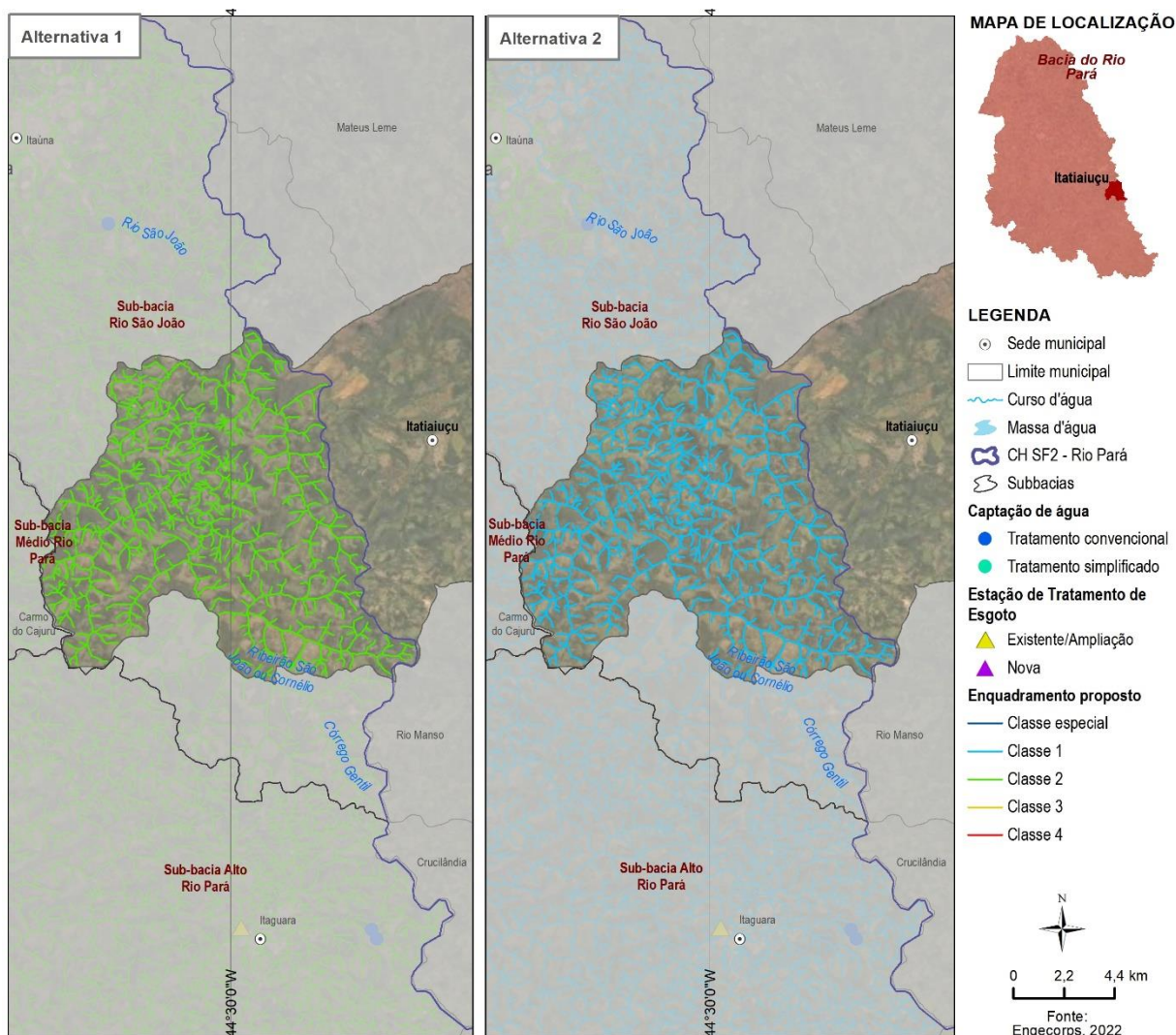


Figura 5-14 – Classes de enquadramento propostas para o município de Itatiaiuçu.

5.1.1.15 Município de Itaúna

O município de Itaúna está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 89.988 habitantes e população rural de 4.485 habitantes (2020), com sua sede localizada dentro da bacia. O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pelo SAAE. Segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019) havia uma ETE em construção (ETE Itaúna). A carga gerada pela população urbana de DBO é de 1.774 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, no rio São João e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Itaúna, para sua porção dentro da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE Itaúna para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (104.838 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 219,1 L/s. A melhoria proposta é a implantação de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, de modo a possibilitar uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE. Além disso, é prevista implantação de decantadores secundários como complementação ao tratamento biológico, além de tratamento terciário (físico-químico, com floculação, decantação e filtração) para remoção de fósforo, de forma a possibilitar uma concentração de saída de PT da ETE de 1,0 mg/L. a eficiência de remoção de DBO almejada é de 95%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 1.130 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município residente dentro dos limites da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-16.

Quadro 5-16 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Itaúna.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 283,00/hab.	R\$ 156,50/hab.	16.407.147,00	49.993.200,09
Ação 1-2	-	R\$ 1.688,47/hab.	-	25.073.164,19	
Ação 2	1.130	-	R\$ 7.533,53/un.	8.512.888,90	

A Figura 5-15 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

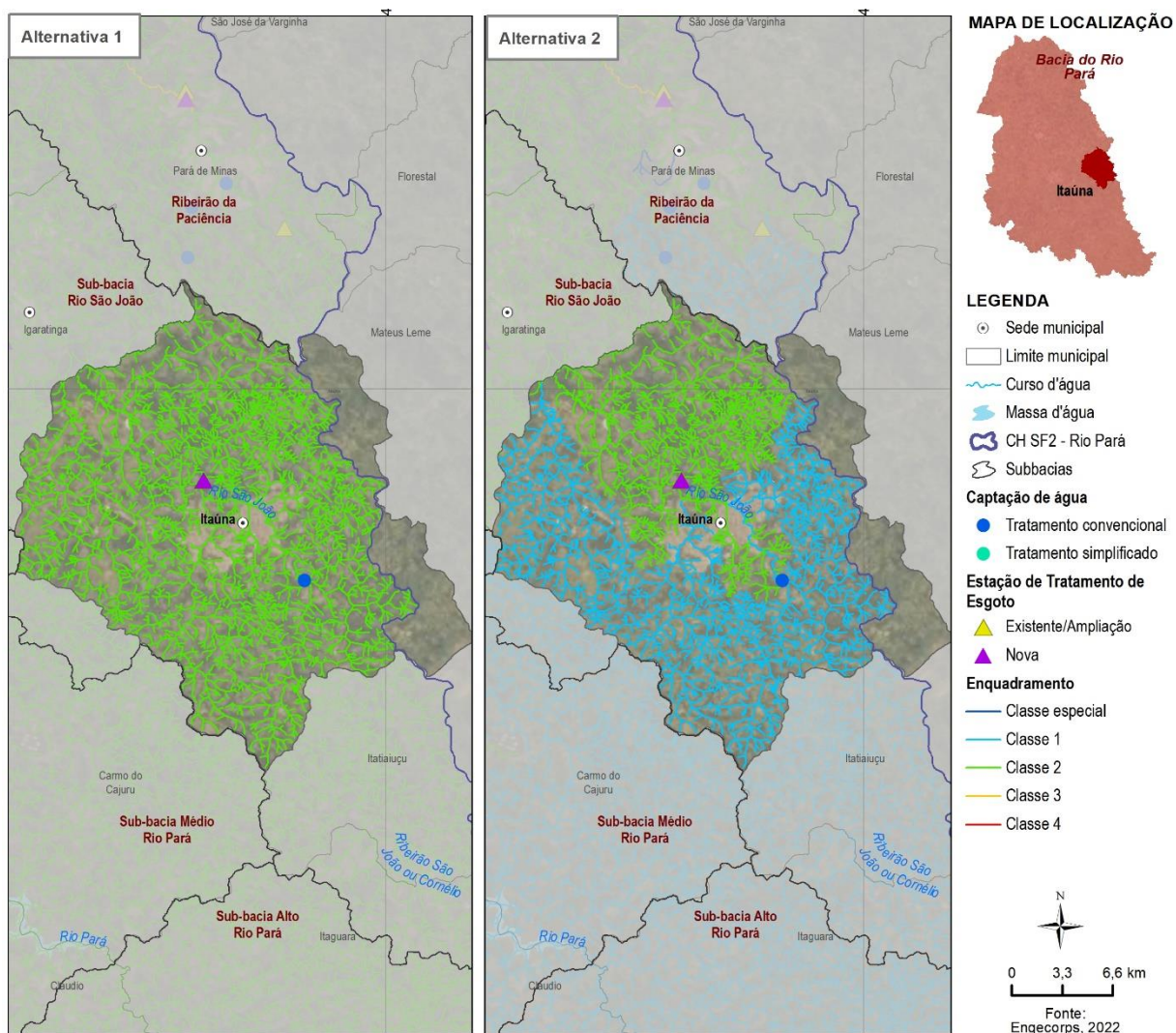


Figura 5-15 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Itaúna.

5.1.1.16 Município de Leandro Ferreira

O município de Leandro Ferreira está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 2.459 habitantes e população rural de 801 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela COPASA. A carga gerada pela

população urbana é de 48 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, em afluentes do rio Pará (ribeirão das Areias).

As ações propostas para o município de Leandro Ferreira são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (3.131 habitantes), com vazão de 4,15 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 224 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-17.

Quadro 5-17 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Leandro Ferreira.

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1 un.	-	R\$ 157,00/hab.	491.567,00	4.678.586,22
Ação 1-2	-	R\$ 2.489,41/hab.	-	2.499.508,50	
Ação 2	224 un.	-	R\$ 7.533,53/un.	1.687.510,72	

A Figura 5-16 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

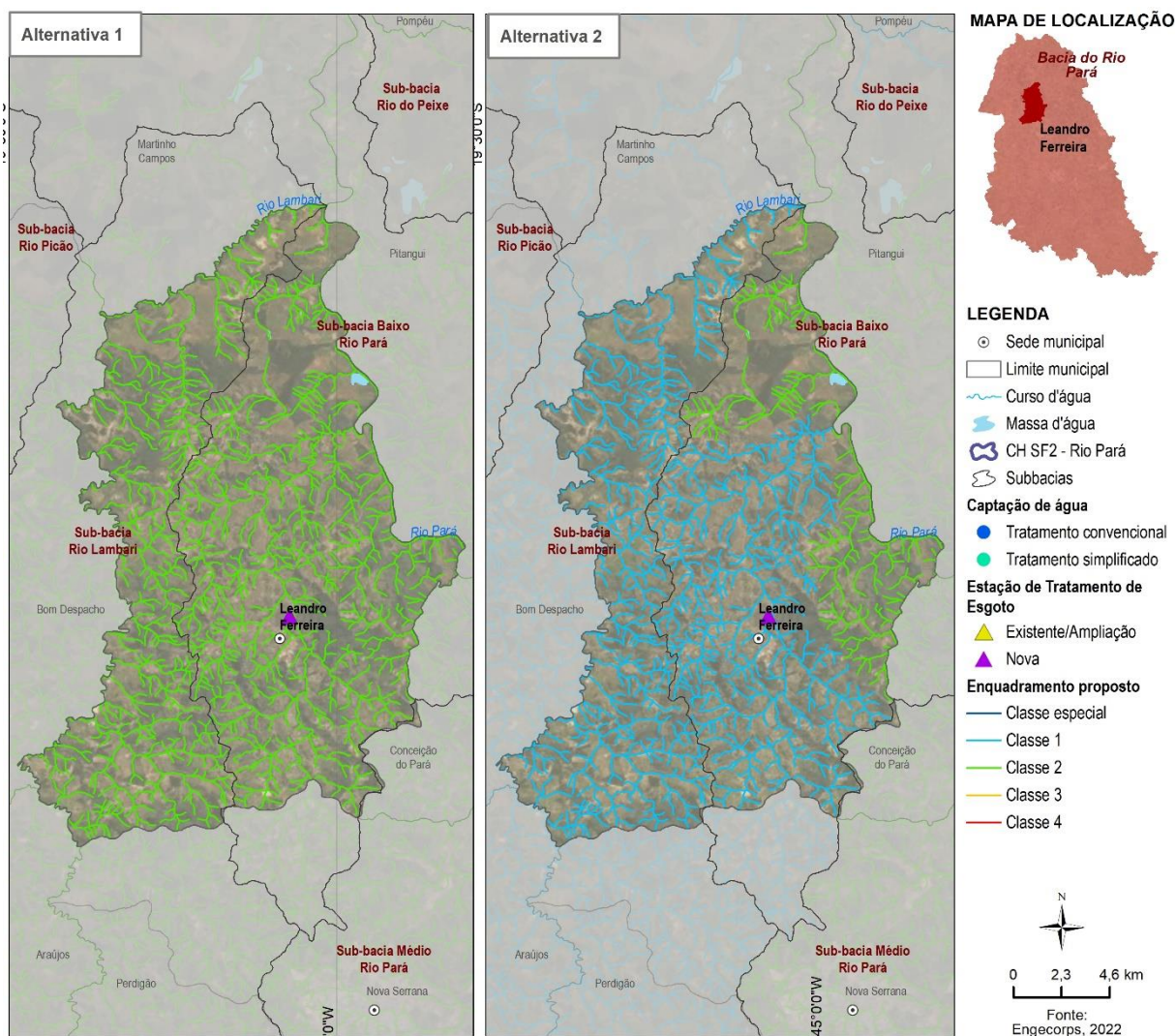


Figura 5-16 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Leandro Ferreira.

5.1.1.17 Município de Maravilhas

O município de Maravilhas está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 5.753 habitantes e população rural de 2.322 habitantes (2020), com sua sede localizada fora da bacia.

A ação proposta para o município de Maravilhas, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 212 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação da ação acima apresentada são expostos a seguir, no Quadro 5-18.

Quadro 5-18 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Maravilhas.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	212	-	R\$ 7.533,53/un.	1.597.108,36	1.597.108,36

A Figura 5-17 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

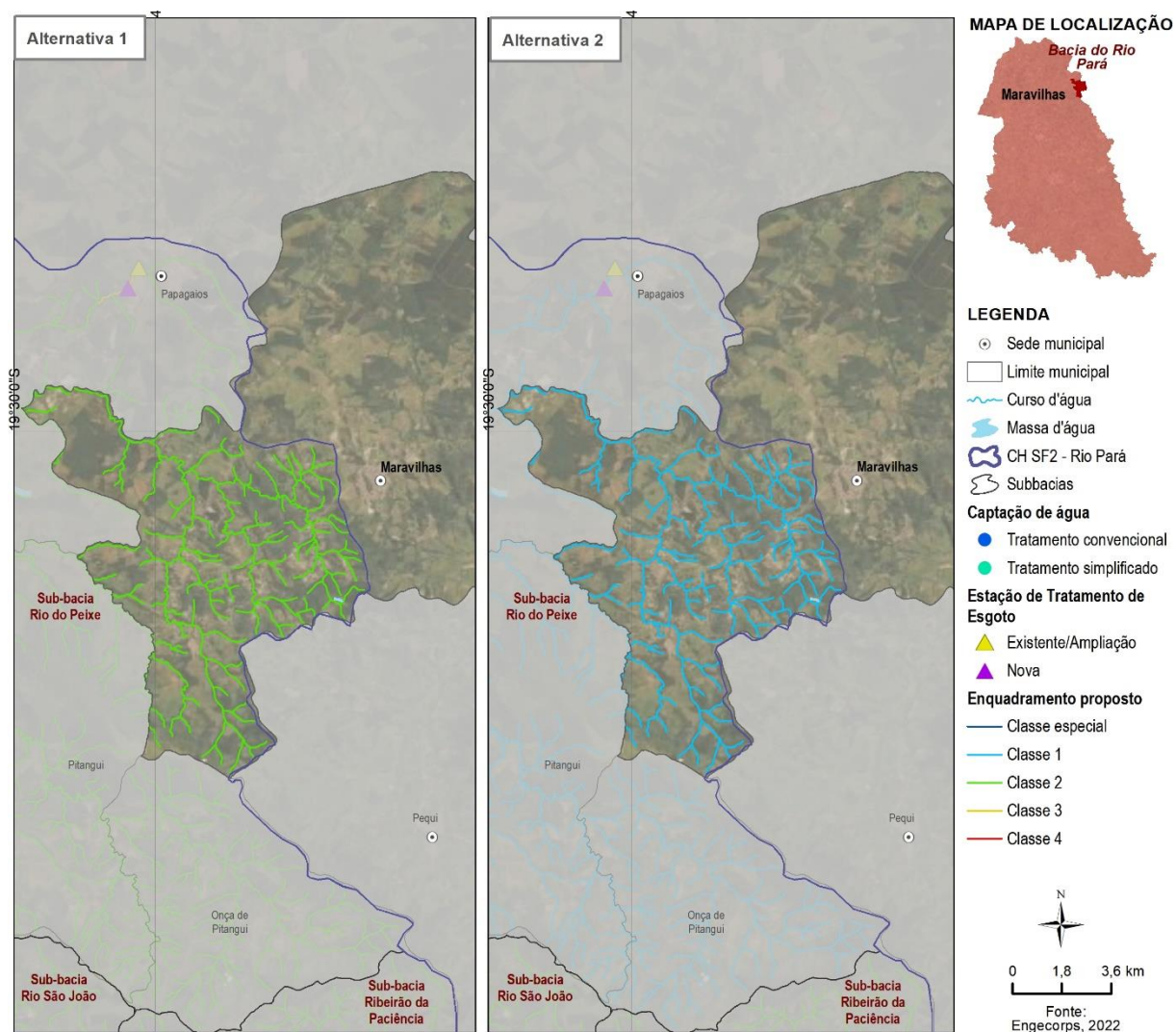


Figura 5-17 – Classes de enquadramento propostas para o município de Maravilhas.

5.1.1.18 Município de Martinho Campos

O município de Martinho Campos está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 12.464 habitantes e população rural de 1.183 habitantes (2020), com sua sede fora da bacia. Dentro da área da bacia, há 4 ETEs de pequeno porte, segundo a COPASA (2022): ETE 01 UDP Ibitira, ETE 02 UDP Ibitira, ETE 03 UDP Ibitira e ETE 04 UDP Ibitira, respectivamente com vazão de 0,5, 0,22, 0,47 e 0,06 L/s, porém todas encontram-se paralisadas. A ETE Martinho Campos, que atende a sede do município, encontra-se fora da bacia, tendo ela uma

vazão de operação de 11,15 L/s, capacidade nominal instalada de 12,0 L/s e eficiência de remoção de DBO de 80,3%.

A ação proposta para o município de Martinho Campos, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 233 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação da ação acima apresentada são expostos a seguir, no Quadro 5-19.

Quadro 5-19 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Martinho Campos.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	233	-	R\$ 7.533,53/un.	1.755.312,49	1.755.312,49

A Figura 5-18 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

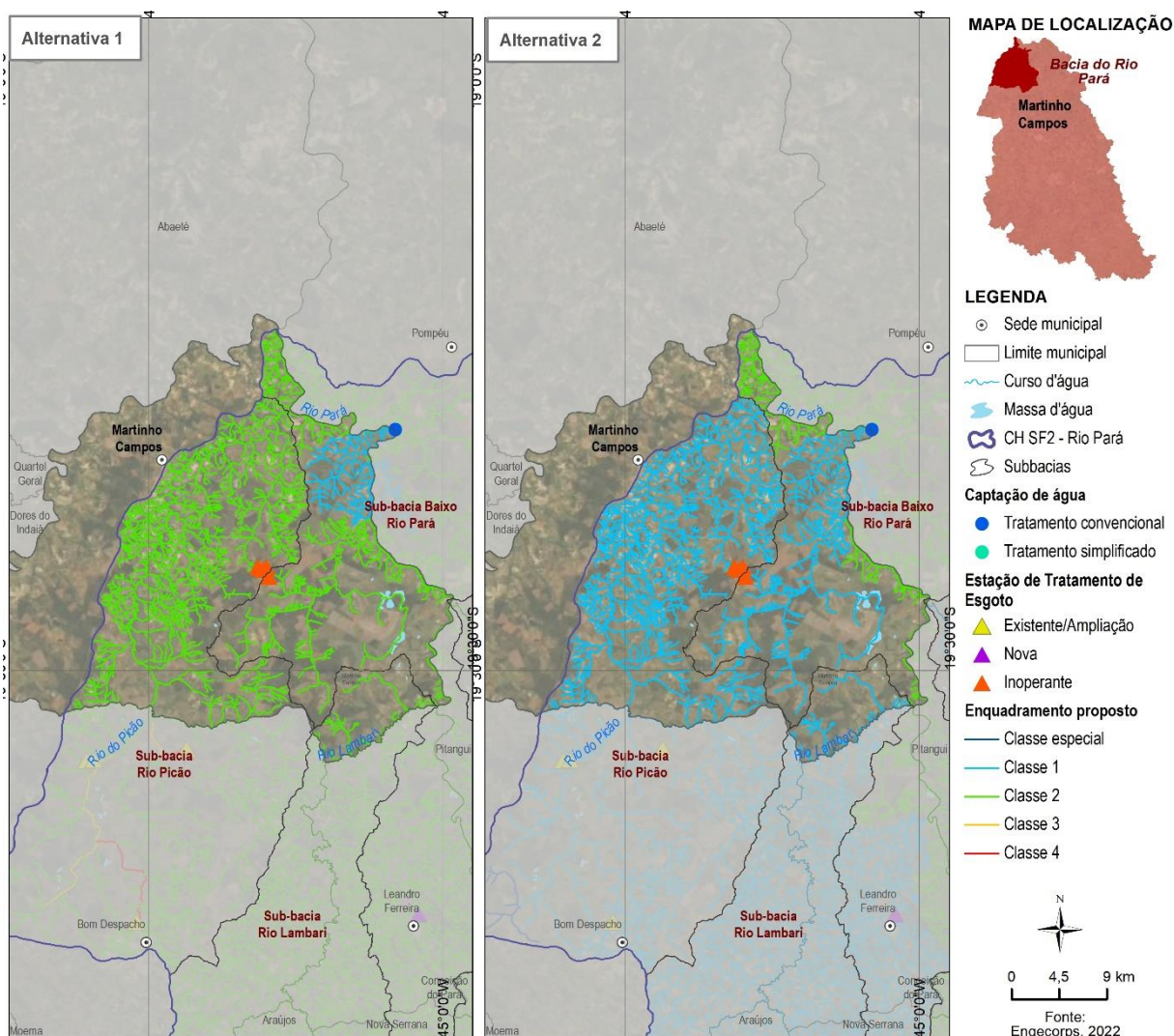


Figura 5-18 – Classes de enquadramento propostas para o município de Martinho Campos.

5.1.1.19 Município de Nova Serrana

O município de Nova Serrana está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 100.922 habitantes e população rural de 5.470 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 70%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela COPASA. A ETE existente (ETE Nova Serrana) é constituída por reator anaeróbico, filtro biológico e decantador secundário, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 79,05%, com uma vazão de operação de 209,64 L/s e

capacidade nominal instalada de 120 L/s, segundo a COPASA (2022). A carga afluyente de DBO à ETE é de 1.383 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no ribeirão da Gama é de 290 ton/ano. O restante da carga gerada pelo município é lançado in natura em diversos pontos da cidade, no ribeirão da Gama e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Nova Serrana são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE Nova Serrana para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (122.842 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 180,0 L/s. A eficiência de remoção de DBO almejada é de pelo menos 80%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 1.679 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-20.

Quadro 5-20 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Nova Serrana.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 315,00/hab.	-	13.161.015,00	83.303.456,19
Ação 1-2	-	R\$ 1.688,47/hab.	-	57.493.644,32	
Ação 2	1.679	-	R\$ 7.533,53/un.	12.648.796,87	

A Figura 5-19 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

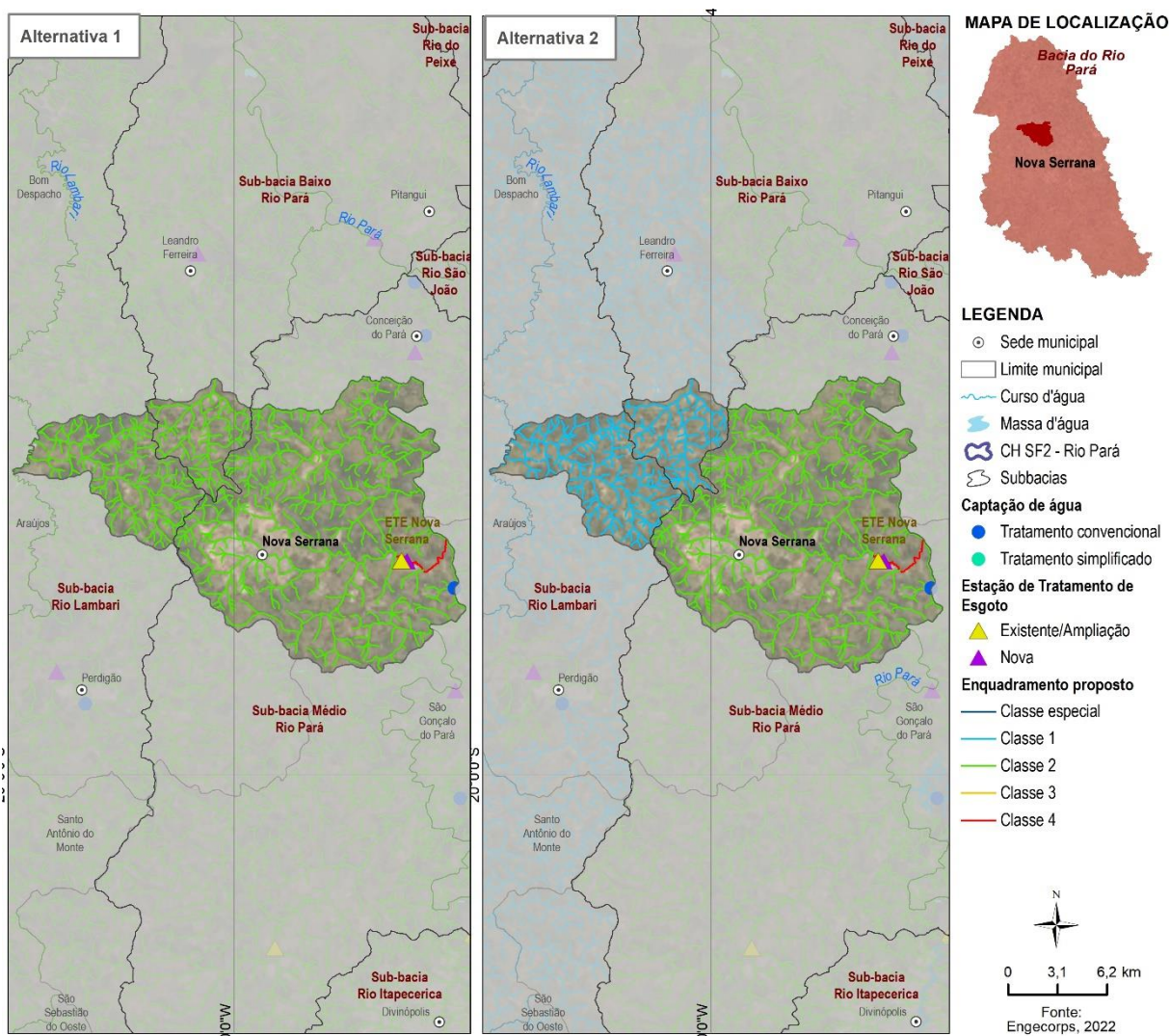


Figura 5-19 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Nova Serrana.

5.1.1.20 Município de Oliveira

O município de Oliveira está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 37.606 habitantes e população rural de 3.564 habitantes (2020), tendo sua sede fora da bacia.

A ação proposta para o município de Oliveira, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 212 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação da ação acima apresentada são expostos a seguir, no Quadro 5-21.

Quadro 5-21 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Oliveira.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	212	-	R\$ 7.533,53/un.	1.597.108,36	1.597.108,36

A Figura 5-20 mostra o município e as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2.

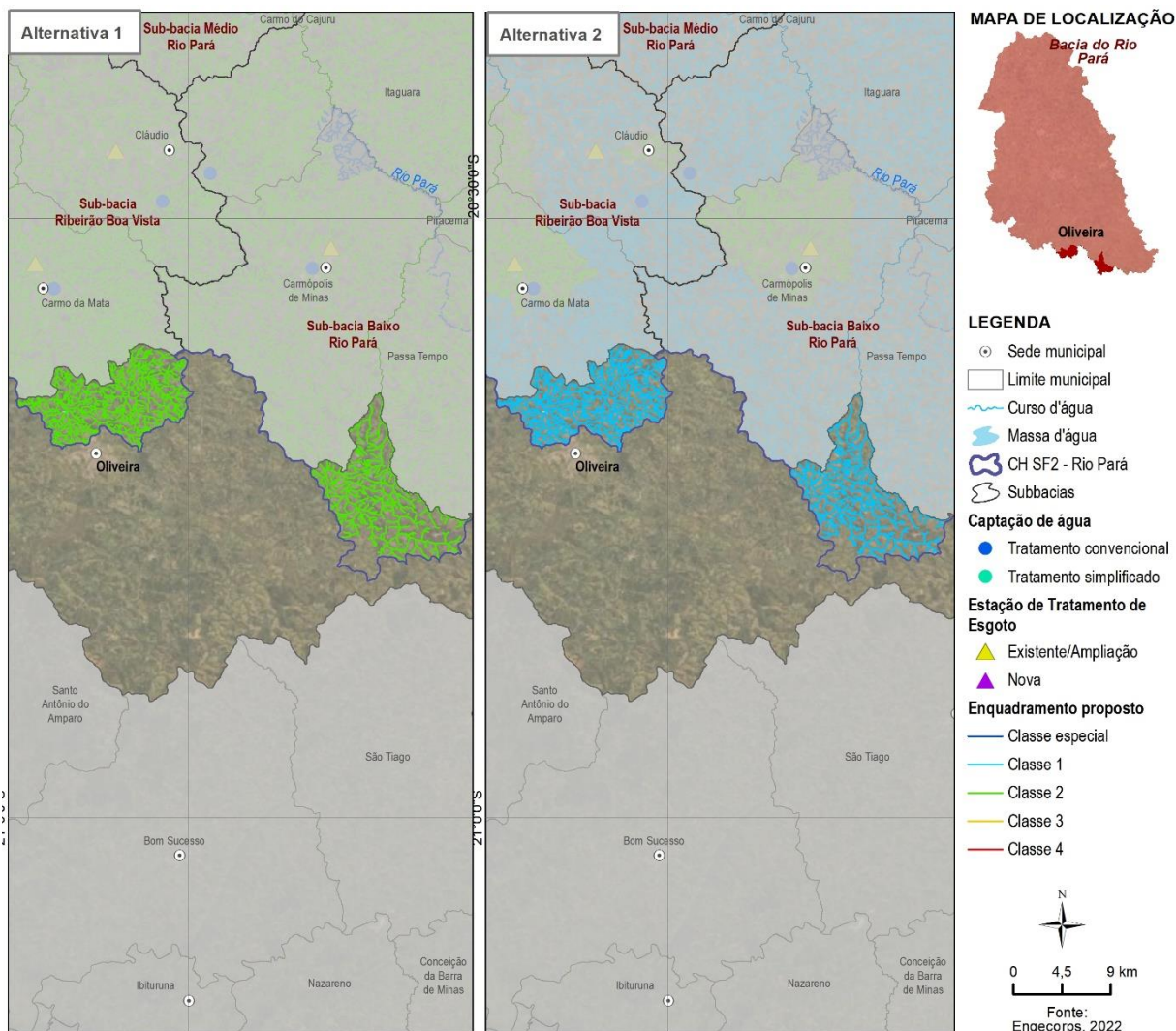


Figura 5-20 – Classes de enquadramento propostas para o município de Oliveira.

5.1.1.21 Município de Onça de Pitangui

O município de Onça de Pitangui está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 1.889 habitantes e população rural de 1.298 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 37 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, em afluentes do rio São João (ribeirão da Onça).

As ações propostas para o município de Onça de Pitangui são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (3.383 habitantes), com vazão de 3,6 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%. É previsto sistema de desinfecção para remoção de coliformes, de forma a garantir uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 362 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-22.

Quadro 5-22 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Onça de Pitangui.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 162,00/hab.	548.046,00	7.002.044,62
Ação 1-2	-	R\$ 2.489,41/hab.	-	3.726.860,76	
Ação 2	362	-	R\$ 7.533,53/un.	2.727.137,86	

A Figura 5-21 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

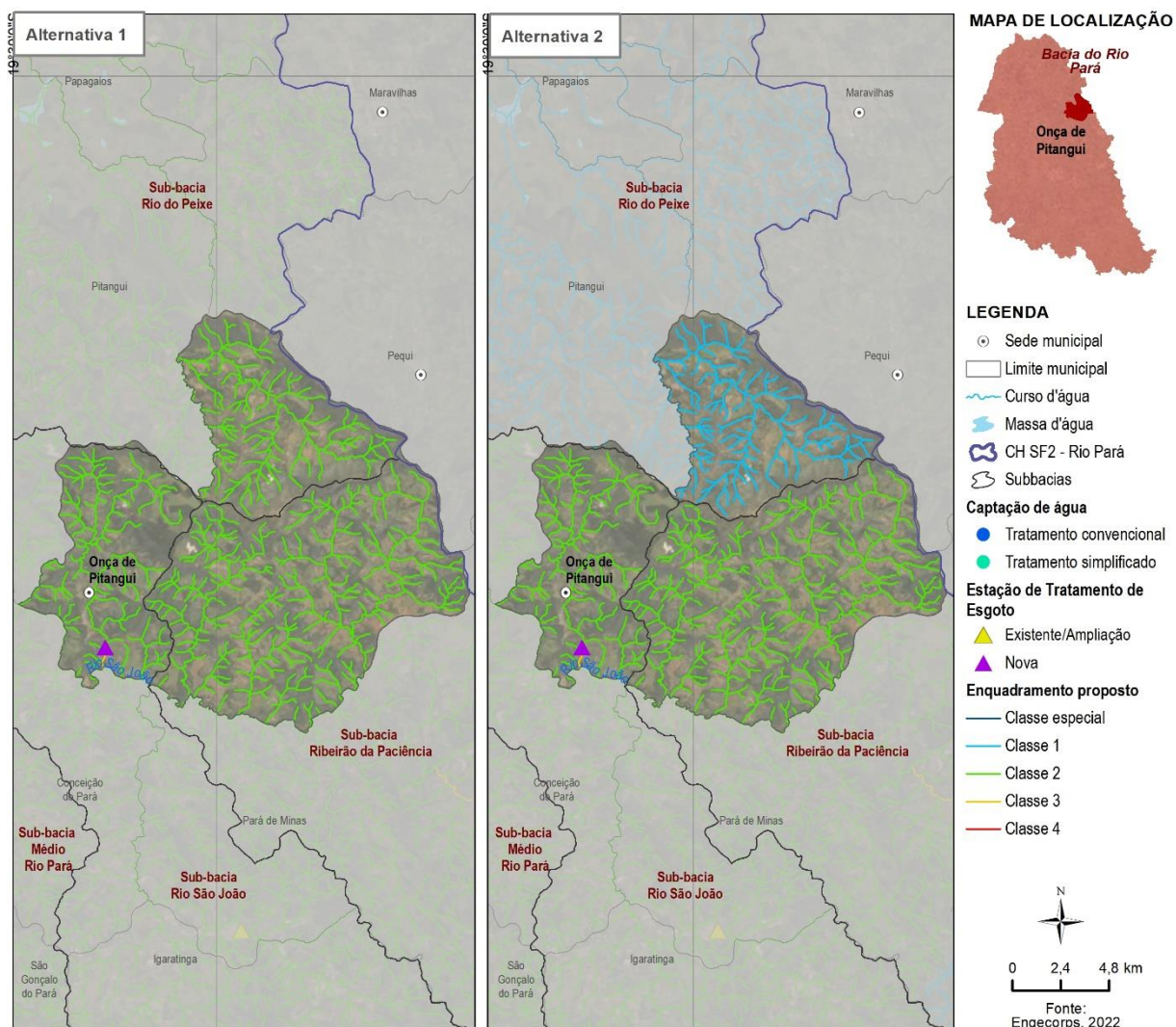


Figura 5-21 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Onça de Pitangui.

5.1.1.22 Município de Papagaios

O município de Papagaios está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 13.708 habitantes e população rural de 2.164 habitantes (2020), com sua sede localizada dentro da bacia. O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 100%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A ETE existente (ETE Papagaios) é constituída por lagoa anaeróbia, garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 73%, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com uma vazão de 4,9 L/s (ANA, 2013). A carga afluyente à ETE é de 270 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada no córrego Estivaria é de 73 ton/ano.

As ações propostas para o município de Papagaios, para a porção dentro dos limites da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Alteração da tecnologia da ETE existente para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (16.602 habitantes), passando a ETE a ter vazão de 30,0 L/s, contando com um novo sistema de tratamento biológico, constituído de reator anaeróbio, filtro biológico e decantador secundário, de modo a garantir eficiência de remoção de DBO de 95%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 122 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município residente dentro da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pela Alternativa 1. Para a Alternativa 2, são necessárias ações adicionais para alcance das metas propostas, as quais são enumeradas a seguir:

- Ação 3: Reúso de 75% da vazão da ETE, para possibilitar o alcance da classe 1 no córrego Pontinha (trecho em classe 1 no enquadramento vigente). **Ou** implantação de emissário para lançamento dos efluentes da ETE Papagaios em trecho de corpo d'água a jusante, onde a vazão de diluição é maior. O comprimento estimado do emissário é de 12,0 km, sendo de PEAD com diâmetro de 200 mm. Os custos envolvem instalação da estação elevatória e do emissário (linha de recalque).

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-23.

Quadro 5-23 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Papagaios.

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1 un.	-	R\$ 315,00/hab.	5.229.630,00	11.607.893,70
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	5.459.173,04	

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 2	122 un.	-	R\$ 7.533,53/un.	919.090,66	
Ação 3	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				
Ação 3	1 un.	-	R\$ 1.037.023,36/un.	1.037.023,36	11.166.240,43
	12,0 km	-	R\$ 843,20 /m	10.129.217,07	

A Figura 5-22 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

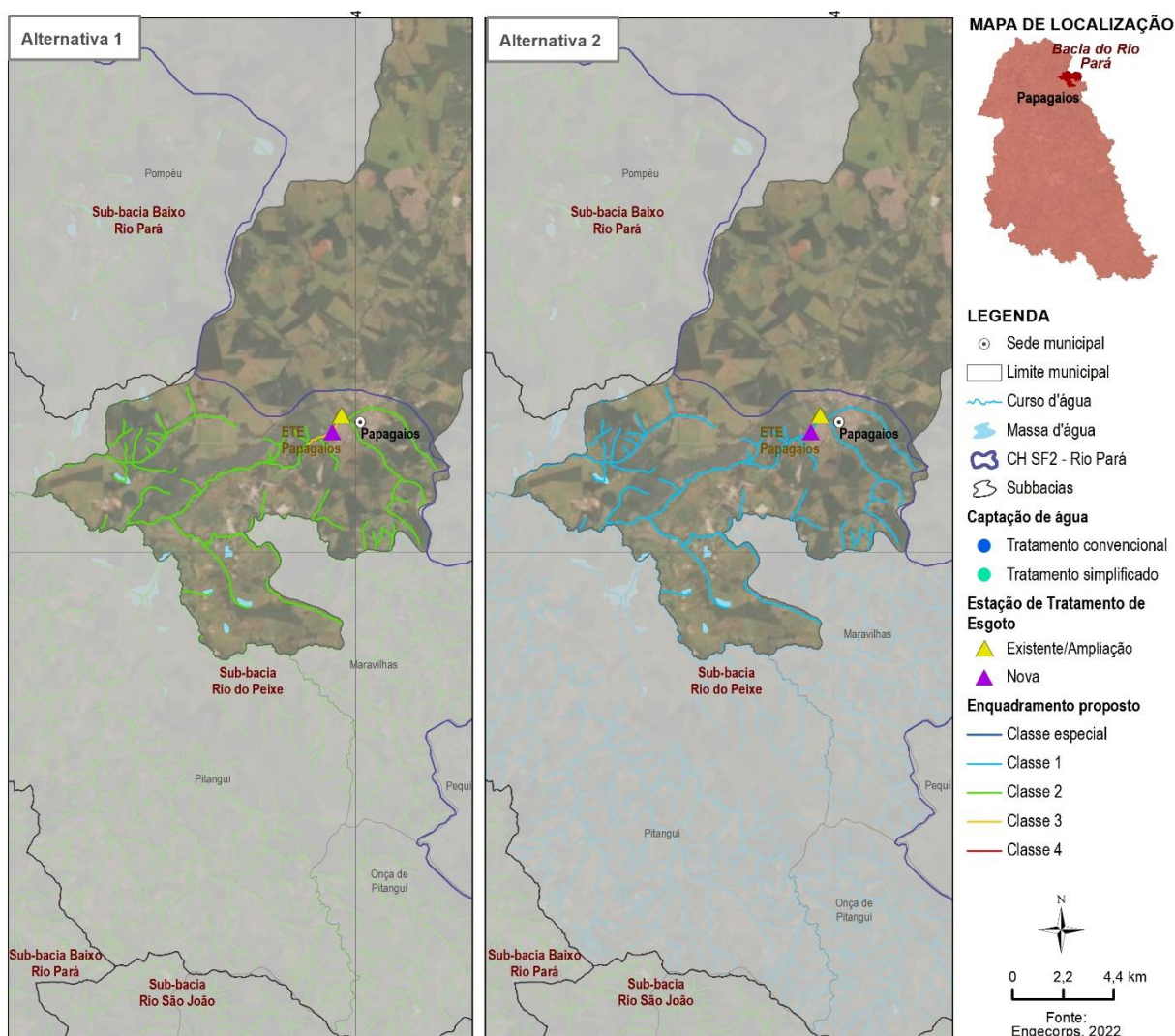


Figura 5-22 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Papagaios.

5.1.1.23 Município de Pará de Minas

O município de Pará de Minas está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 91.944 habitantes e população rural de 3.201 habitantes (2020), com sua sede localizada dentro da bacia. O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 98%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela empresa Águas de Pará de Minas S.A. A ETE existente (ETE Pará de Minas) é constituída por reator anaeróbio, filtro biológico e decantador secundário, garantindo uma eficiência de 36%, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), com uma vazão de 95,1 L/s (ANA, 2013). Outra ETE existente (ETE Torneiros) é constituída de fossa séptica e filtro anaeróbio, com eficiência de remoção de DBO de 55% (ANA, 2019), com vazão estimada de 2,6 L/s. Ainda, uma outra ETE existente (ETE Povoado da Matinha) é constituída também de fossa séptica e filtro anaeróbio, com eficiência de remoção de DBO de 55% (ANA, 2019) e vazão estimada de 1,9 L/s. A carga afluyente às ETEs é de 1.774 ton/ano e, com as eficiências indicadas, a carga remanescente, lançada em afluentes do rio São João, é de 1.120 ton/ano.

As ações propostas para o município de Pará de Minas, para sua porção dentro dos limites da CH SF2, são:

- Ação 1-1: Ampliação da ETE Pará de Minas para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (108.919 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 144,2 L/s. A eficiência de remoção de DBO almejada é de 95%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 589 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município residente dentro da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-24.

Quadro 5-24 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pará de Minas.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	R\$ 315,00/hab.	-	5.955.385,73	41.678.273,92
Ação 1-2	-	R\$ 1.688,47/hab.	-	31.285.639,02	
Ação 2	589	-	R\$ 7.533,53/un.	4.437.249,17	

A Figura 5-23 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

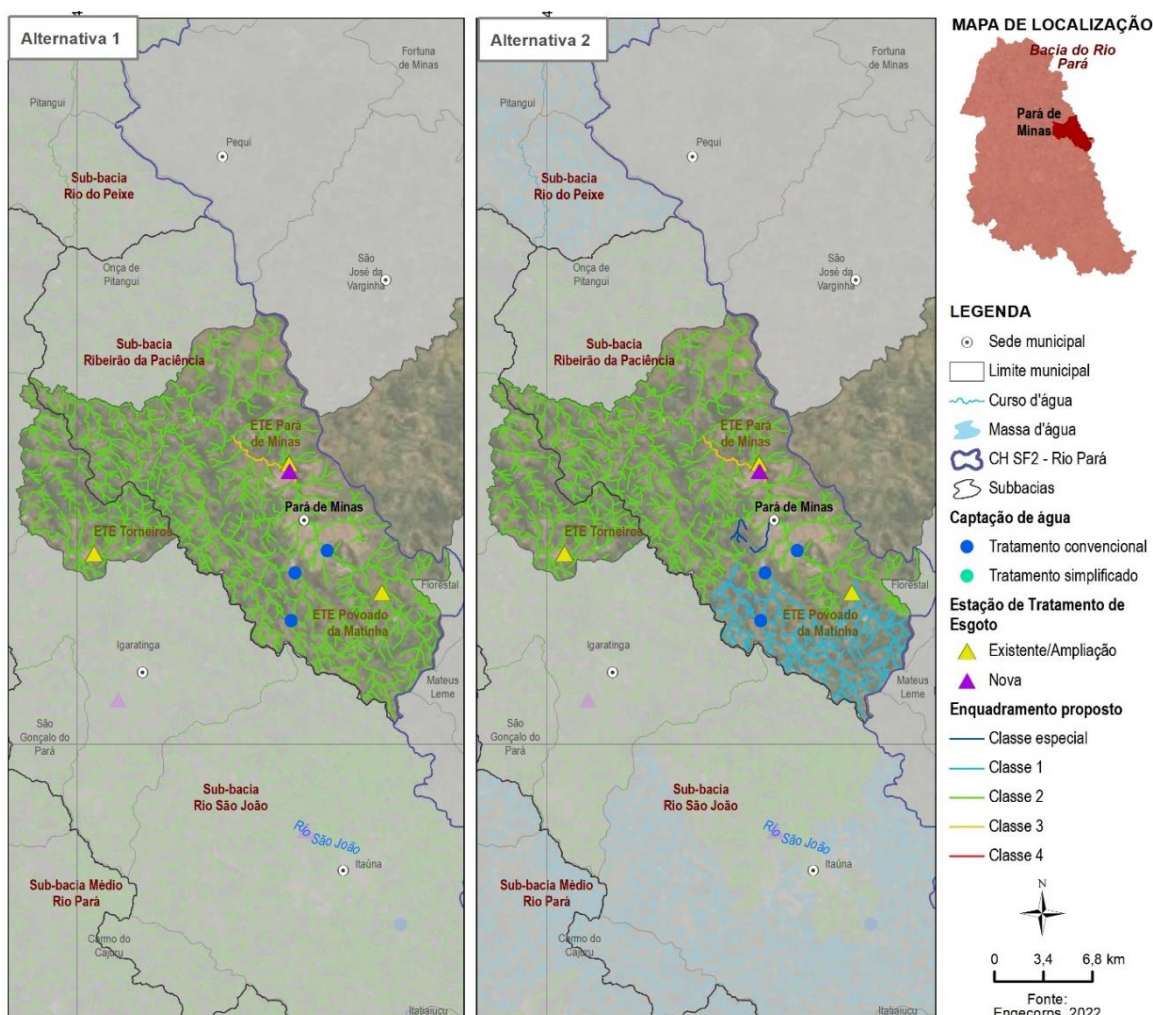


Figura 5-23 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pará de Minas.

5.1.1.24 Município de Passa Tempo

O município de Passa Tempo está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 6.821 habitantes e população rural de 1.318 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 134 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, no ribeirão Passa-tempo, no córrego do Banguê em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Passa Tempo são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (8.657 habitantes), com vazão de 12,9 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, filtro biológico e decantador secundário, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 95%. É previsto ainda, sistema de desinfecção para remoção de coliformes, de modo a possibilitar uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 369 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-25.

Quadro 5-25 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Passa Tempo.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 320,00/hab.	2.770.240,00	9.197.155,66
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	3.647.043,09	
Ação 2	369	-	R\$ 7.533,53/un.	2.779.872,57	

A Figura 5-24 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

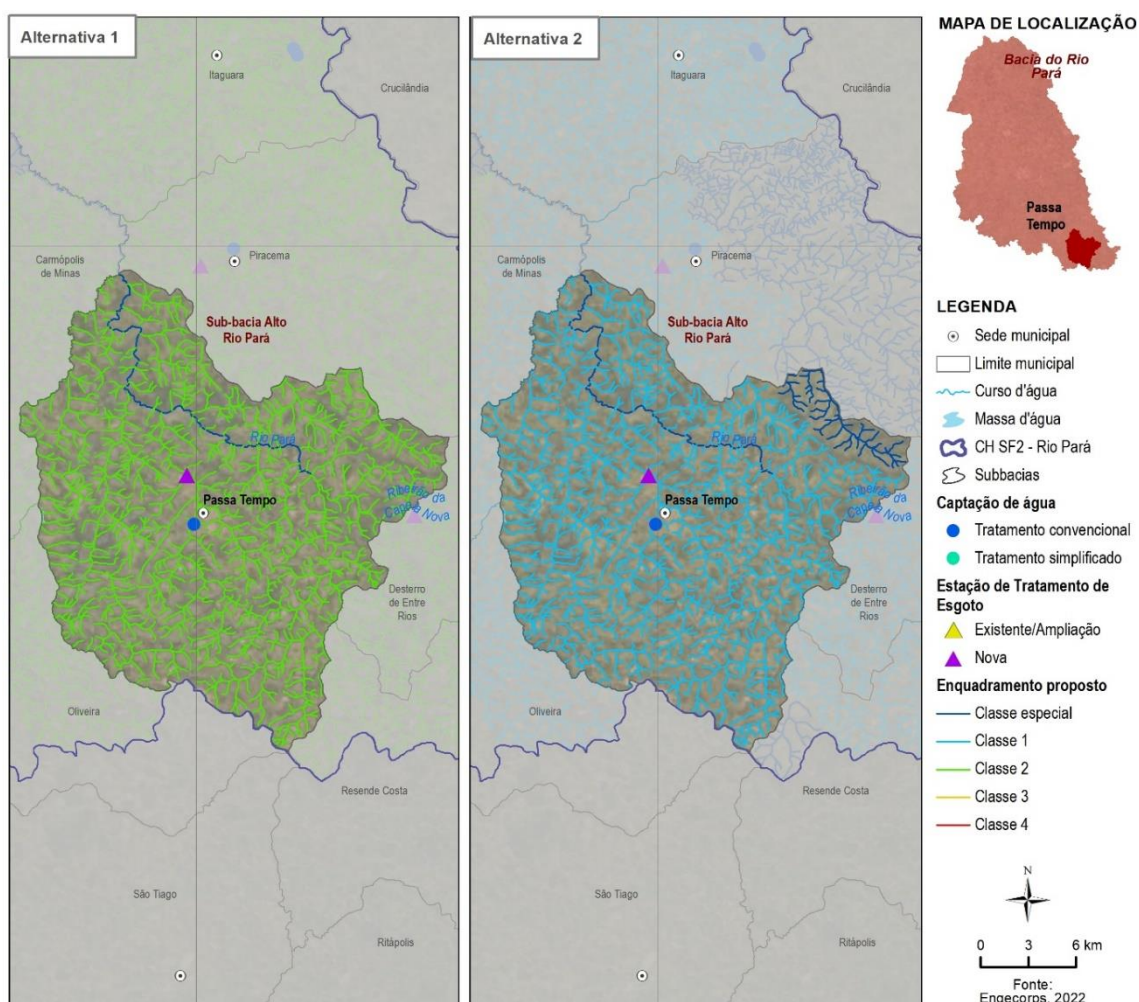


Figura 5-24 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Passa Tempo.

5.1.1.25 Município de Pedra do Indaiá

O município de Pedra do Indaiá está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 2.401 habitantes e população rural de 1.617 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 47 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, no rio Indaiá (afluente do rio Lambari).

As ações propostas para o município de Pedra do Indaiá são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (2.885 habitantes), com vazão de 5,5 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 481 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos no Quadro 5-26.

Quadro 5-26 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pedra do Indaiá.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 157,00/hab.	452.945,00	7.685.714,49
Ação 1-2	-	R\$ 2.489,41/hab.	-	3.609.141,56	
Ação 2	481	-	R\$ 7.533,53/un.	3.623.627,93	

A Figura 5-25 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

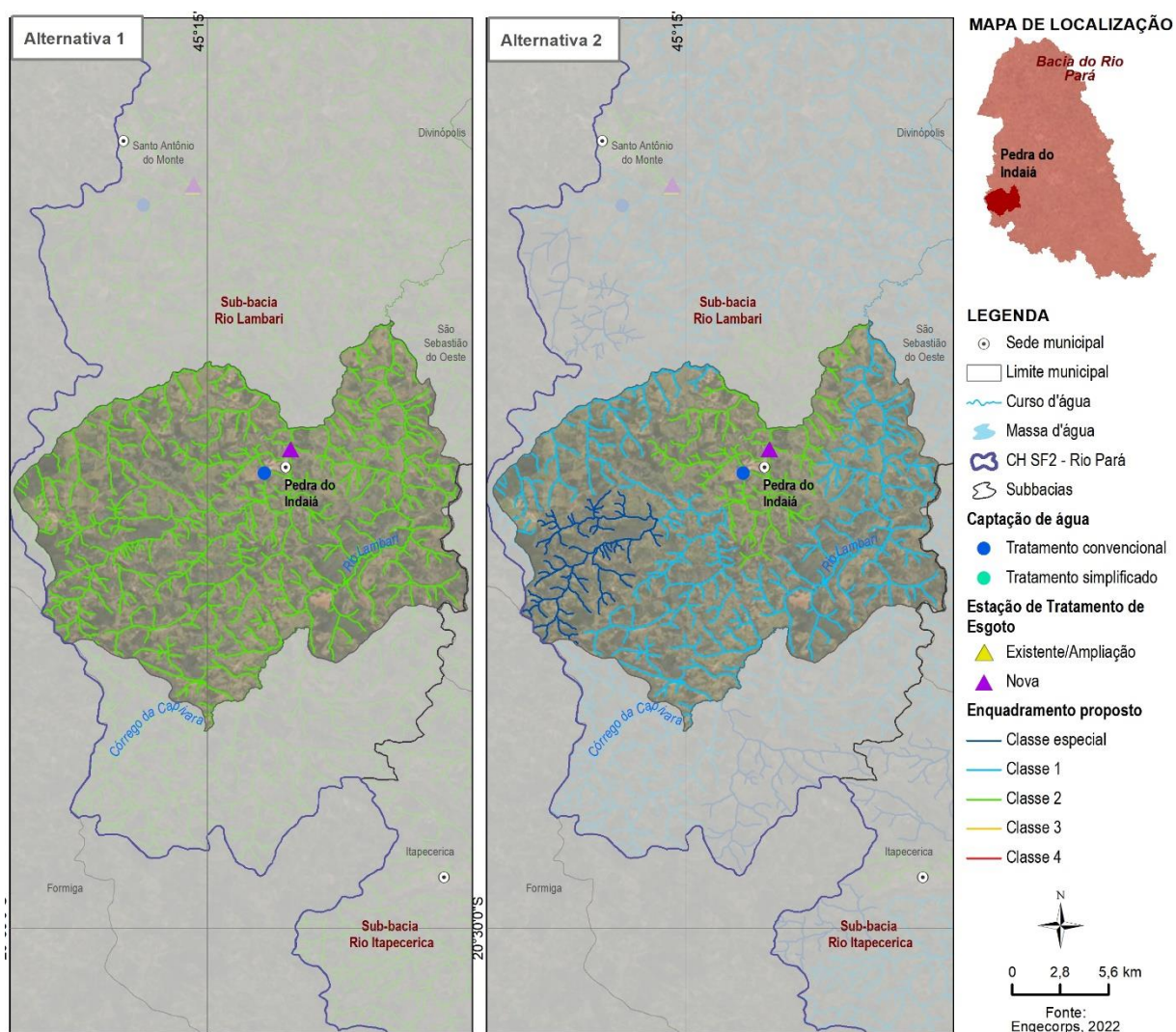


Figura 5-25 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pedra do Indaia.

5.1.1.26 Município de Perdígão

O município de Perdígão está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 10.848 habitantes e população rural de 959 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga gerada pela

população urbana é de 214 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, no ribeirão do Perdigão e no córrego da Estiva.

As ações propostas para o município de Perdigão são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (13.776 habitantes), com vazão de 23,9 L/s, utilizando-se de lodos ativados, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 90%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 264 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-27.

Quadro 5-27 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Perdigão.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 502,00/hab.	6.915.552,00	14.427.941,48
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	5.523.537,56	
Ação 2	264	-	R\$ 7.533,53/un.	1.988.851,92	

A Figura 5-26 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

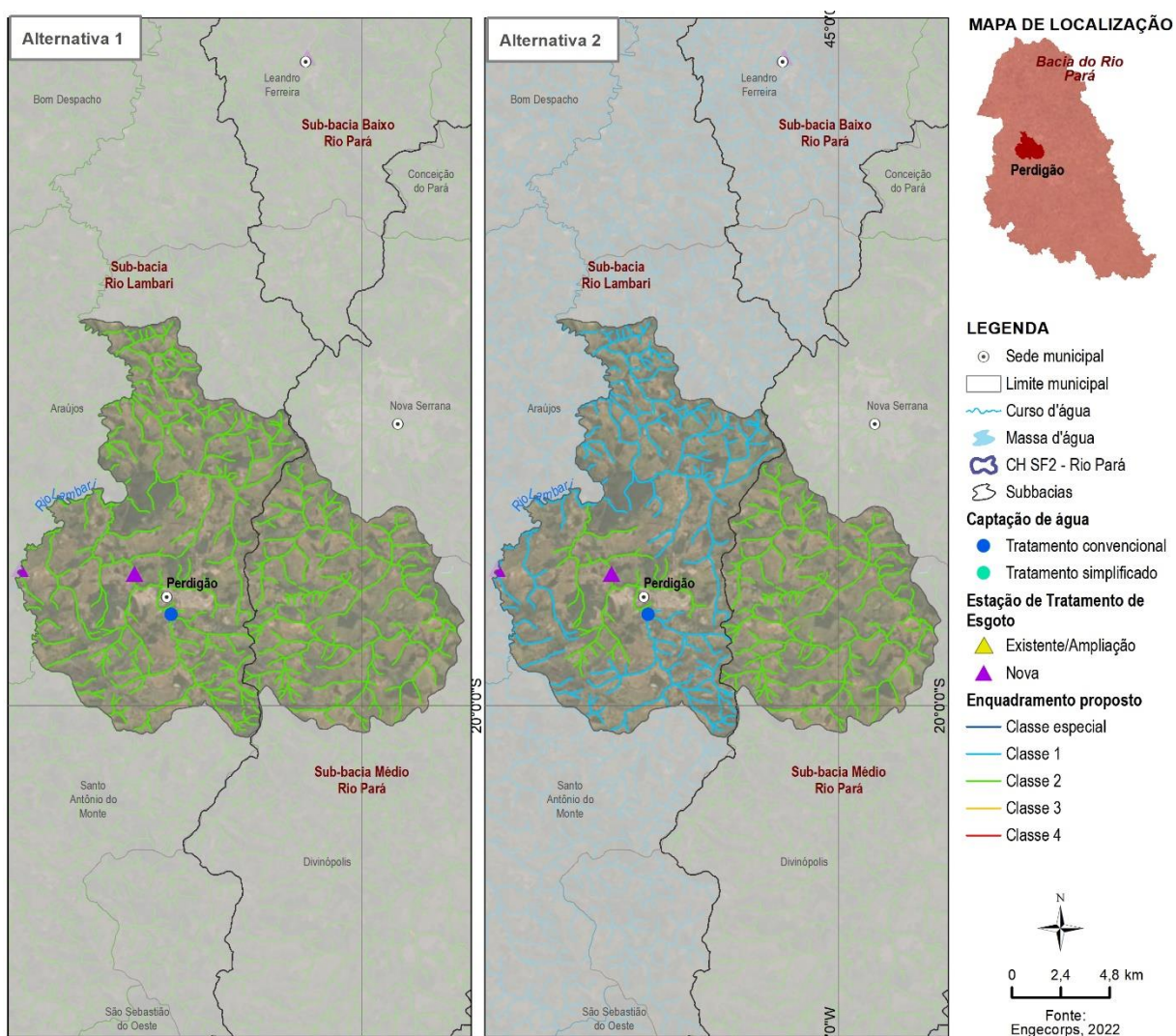


Figura 5-26 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Perdigão.

5.1.1.27 Município de Piracema

O município de Piracema está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 3.528 habitantes e população rural de 2.938 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 70 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, no ribeirão da Chácara e em afluentes do rio do Peixe.

As ações propostas para o município de Piracema são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (4.096 habitantes), com vazão de 15,4 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, filtro biológico e decantador secundário, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 95%. Além disso, é proposta a implantação de sistema de desinfecção para remoção de coliformes, de modo a possibilitar uma concentração de coliformes termotolerantes de 1.000 UFC/100 mL na saída da ETE;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 902 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-28.

Quadro 5-28 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Piracema.

Ação	Qtde (um.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 320,00/hab.	1.310.720,00	9.520.891,28
Ação 1-2	-	R\$ 2.489,41/hab.	-	1.414.927,22	
Ação 2	902	-	R\$ 7.533,53/un.	6.795.244,06	

A Figura 5-27 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

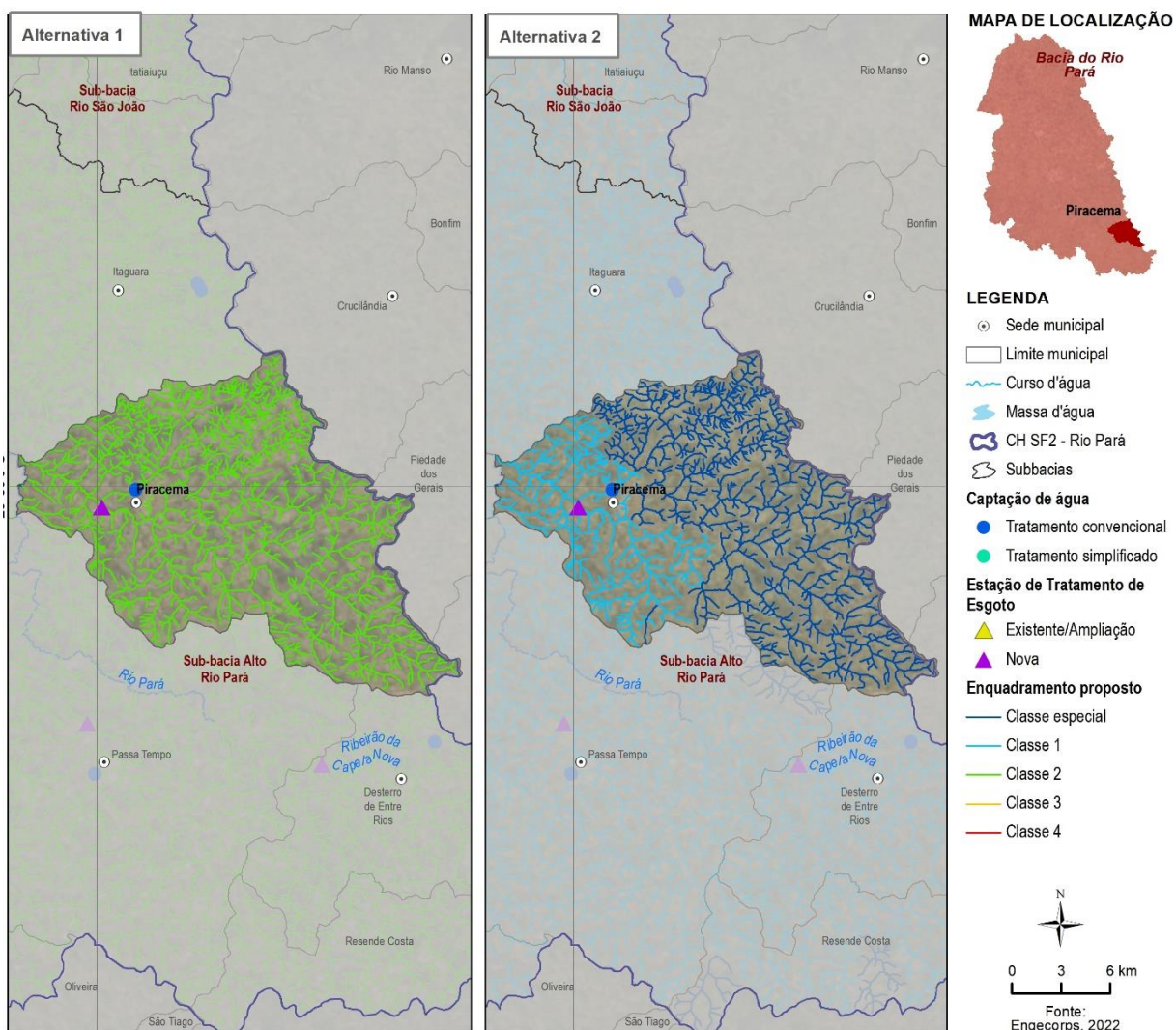


Figura 5-27 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Piracema.

5.1.1.28 Município de Pitangui

O município de Pitangui está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 26.342 habitantes e população rural de 2.003 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 519 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* no córrego Água Suja.

As ações propostas para o município de Pitangui são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (32.914 habitantes), com vazão de 55,8 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 560 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-29.

Quadro 5-29 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pitangui.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 157,00/hab	5.167.498,00	21.659.739,18
Ação 1-2	-	R\$ 1.779,69/hab.	-	12.273.464,38	
Ação 2	560	-	R\$ 7.533,53/un.	4.218.776,80	

A Figura 5-28 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

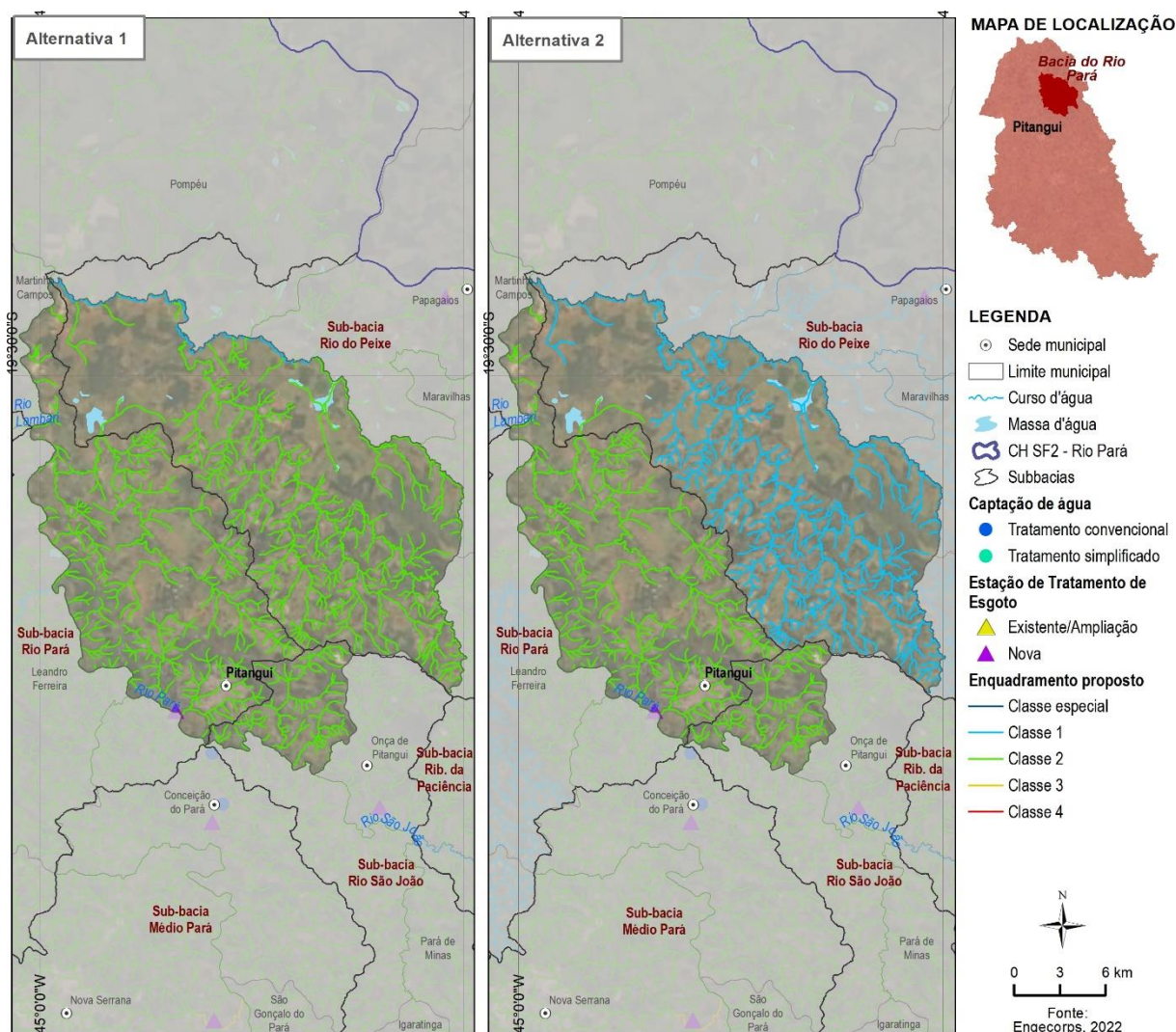


Figura 5-28 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pitangui.

5.1.1.29 Município de Pompéu

O município de Pompéu está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 29.319 habitantes e população rural de 2.916 habitantes (2020), com sua sede fora da bacia.

A ação proposta para o município de Pompéu, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 237 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-30.

Quadro 5-30 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Pompéu.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	237	-	R\$ 7.533,53/un.	1.785.446,61	1.785.446,61

A Figura 5-29 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

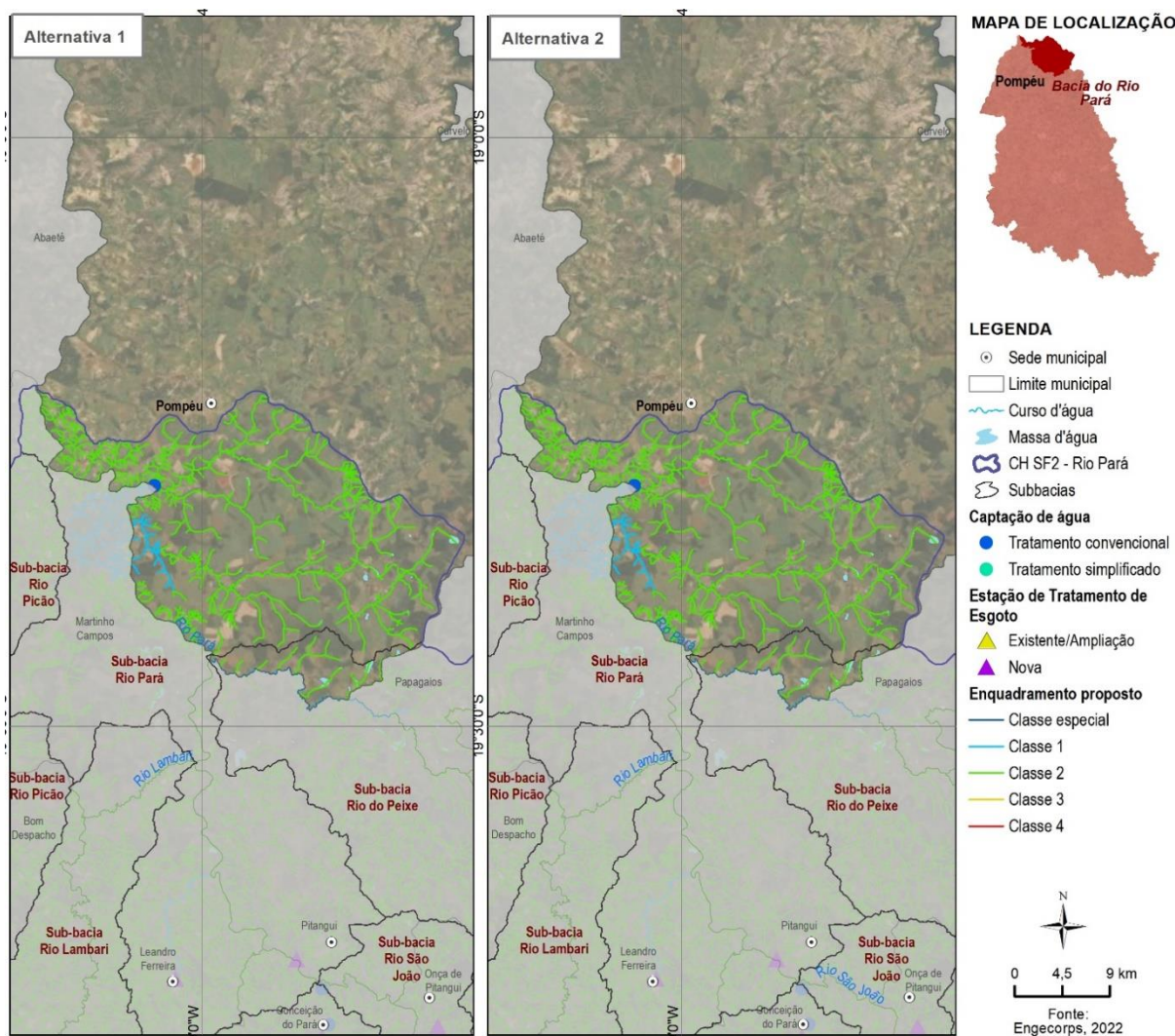


Figura 5-29 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Pompéu.

5.1.1.30 Município de Resende Costa

O município de Resende Costa está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 9.896 habitantes e população rural de 1.536 habitantes (2020), tendo sua sede fora da bacia.

A ação proposta para o município de Resende Costa, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 81 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação da ação acima apresentada são expostos a seguir, no Quadro 5-31.

Quadro 5-31 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Resende Costa.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	81	-	R\$ 7.533,53/un.	610.215,93	610.215,93

A Figura 5-30 mostra o município e as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2.

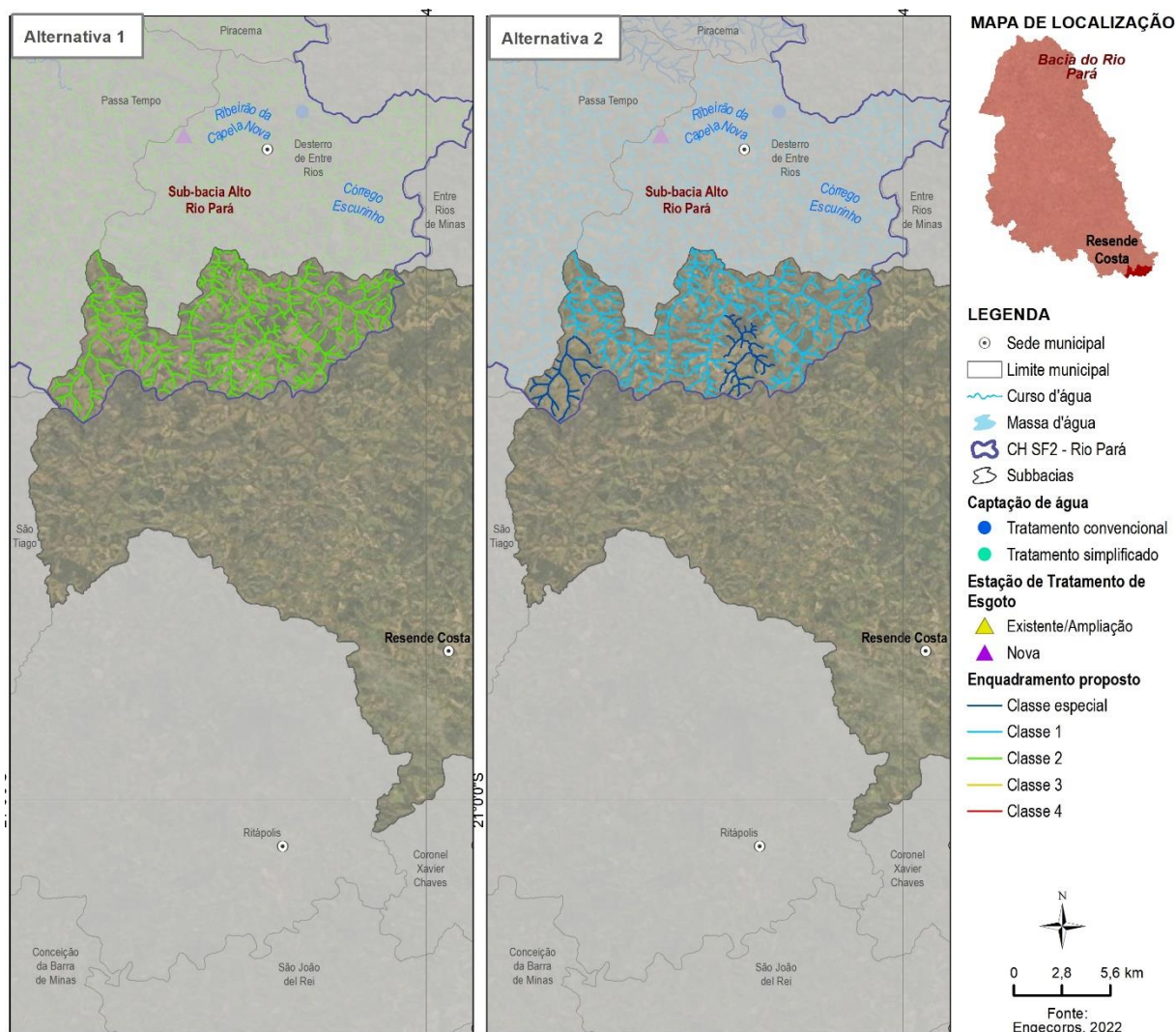


Figura 5-30 – Classes de enquadramento propostas para o município de Resende Costa.

5.1.1.31 Município de Santo Antônio do Monte

O município de Santo Antônio do Monte está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 25.583 habitantes e população rural de 3.050 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 92%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela COPASA. A ETE existente (ETE Santo Antônio do Monte) é constituída por reator anaeróbico, filtro biológico e decantador secundário, segundo Atlas Esgotos (ANA, 2019), garantindo uma eficiência de remoção de DBO de 73,6%, com uma vazão de operação de 37,61

L/s e capacidade nominal instalada de 90,0 L/s, segundo a COPASA (2022). A carga afluyente à ETE é de 466 ton/ano e, com a eficiência indicada, a carga remanescente, lançada ribeirão Guandu, é de 123 ton/ano. O restante da carga gerada pela população urbana é lançado em diversos pontos da cidade, no córrego Boa Vista e em seus afluentes.

As ações propostas para o município de Santo Antônio do Monte, em sua porção dentro da bacia, são:

- Ação 1-1: Ampliação e melhoria da ETE existente para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (32.247 habitantes), passando a ETE a ter uma vazão de 90,0 L/s. A eficiência de remoção de DBO almejada é de pelo menos 74%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 479 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município residente dentro dos limites da CH SF2.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pela Alternativa 1. Para a Alternativa 2, são necessárias ações adicionais para alcance das metas propostas, as quais são enumeradas a seguir:

- Ação 3: Reúso de 35% da vazão da ETE, para possibilitar o alcance da classe 1 no ribeirão Guandu (trecho em classe 1 no enquadramento vigente). Ou implantação de emissário para lançamento dos efluentes da ETE Santo Antônio do Monte em trecho de corpo d'água a jusante, onde a vazão de diluição é maior. O comprimento estimado do emissário é de 4,4 km, sendo de PEAD com diâmetro de 250 mm. Os custos envolvem instalação da estação elevatória e do emissário (linha de recalque).

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-32.

Quadro 5-32 – Custos de implantação das ações previstas para o município de Santo Antônio do Monte.

Ação	Qtde	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1 un.	R\$ 315,00/hab	-	3.128.895,00	21.602.285,37
Ação 1-2	-	R\$ 1.779,69/hab.	-	14.864.829,50	
Ação 2	479 un.	-	R\$ 7.533,53/un.	3.608.560,87	
Ação 3	Sem estimativa de custo em função da dependência de fatores que não são possíveis de indicar neste momento, relacionados ao possível reúso dos efluentes tratados.				
Ação 3	1 un.	-	R\$ 970.608,49/ un.	970.608,49	1.587.397,86
	1,6 km	-	R\$ 382,42/m	616.789,37	

A Figura 5-31 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

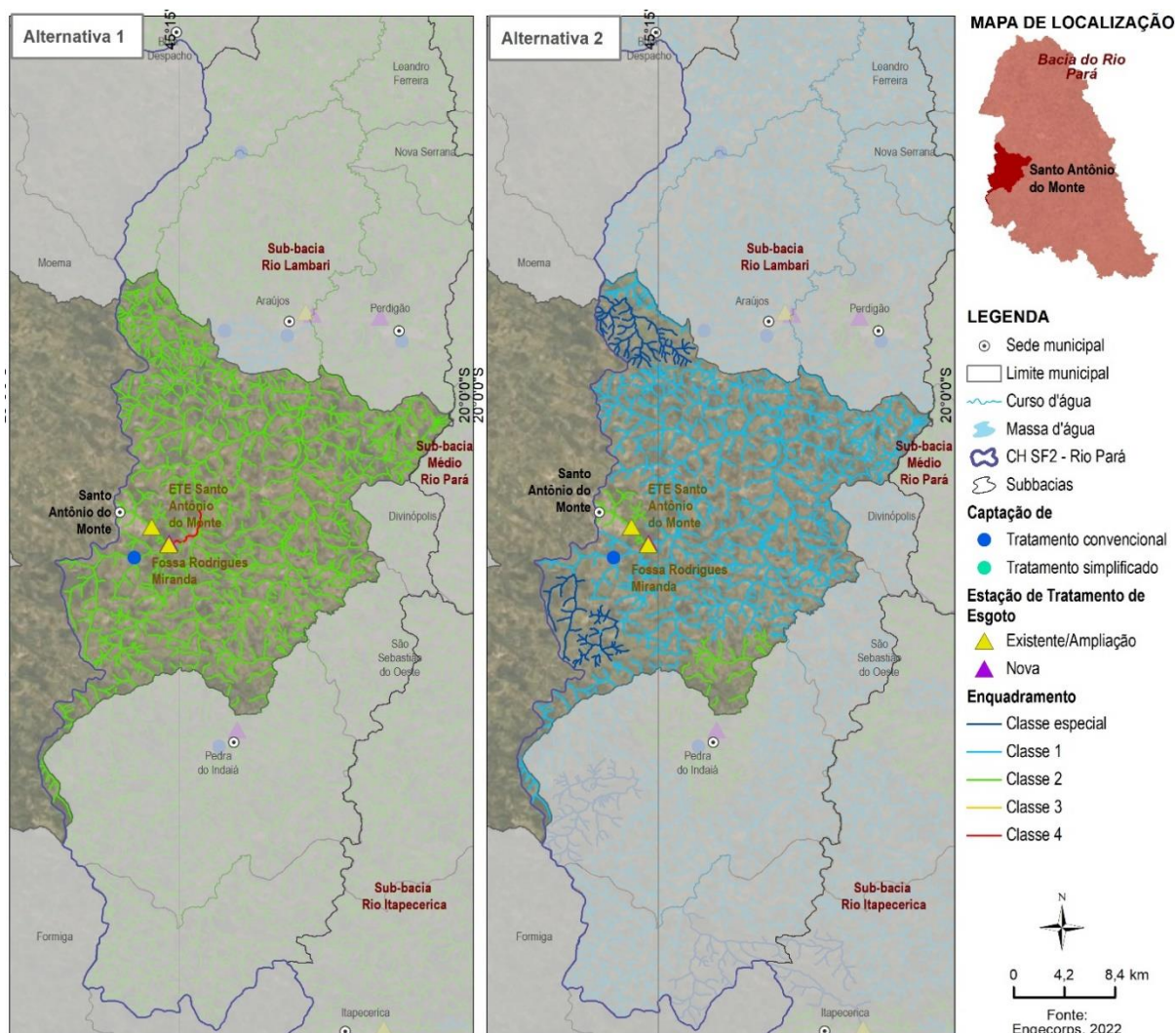


Figura 5-31 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de Santo Antônio do Monte.

5.1.1.32 Município de São Francisco de Paula

O município de São Francisco de Paula está parcialmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 5.237 habitantes e população rural de 1.350 habitantes (2020), com sua sede fora da bacia.

A ação proposta para o município de São Francisco de Paula, para sua porção dentro da CH SF2, é:

- Ação 1: Implantação de 25 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da população rural do município, residente dentro dos limites da CH SF2.

Tal ação é suficiente para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação da ação acima apresentada são expostos a seguir, no Quadro 5-33.

Quadro 5-33 – Custos de implantação das ações previstas para o município de São Francisco de Paula.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1	25	-	R\$ 7.533,53/un.	188.338,25	188.338,25

A Figura 5-32 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

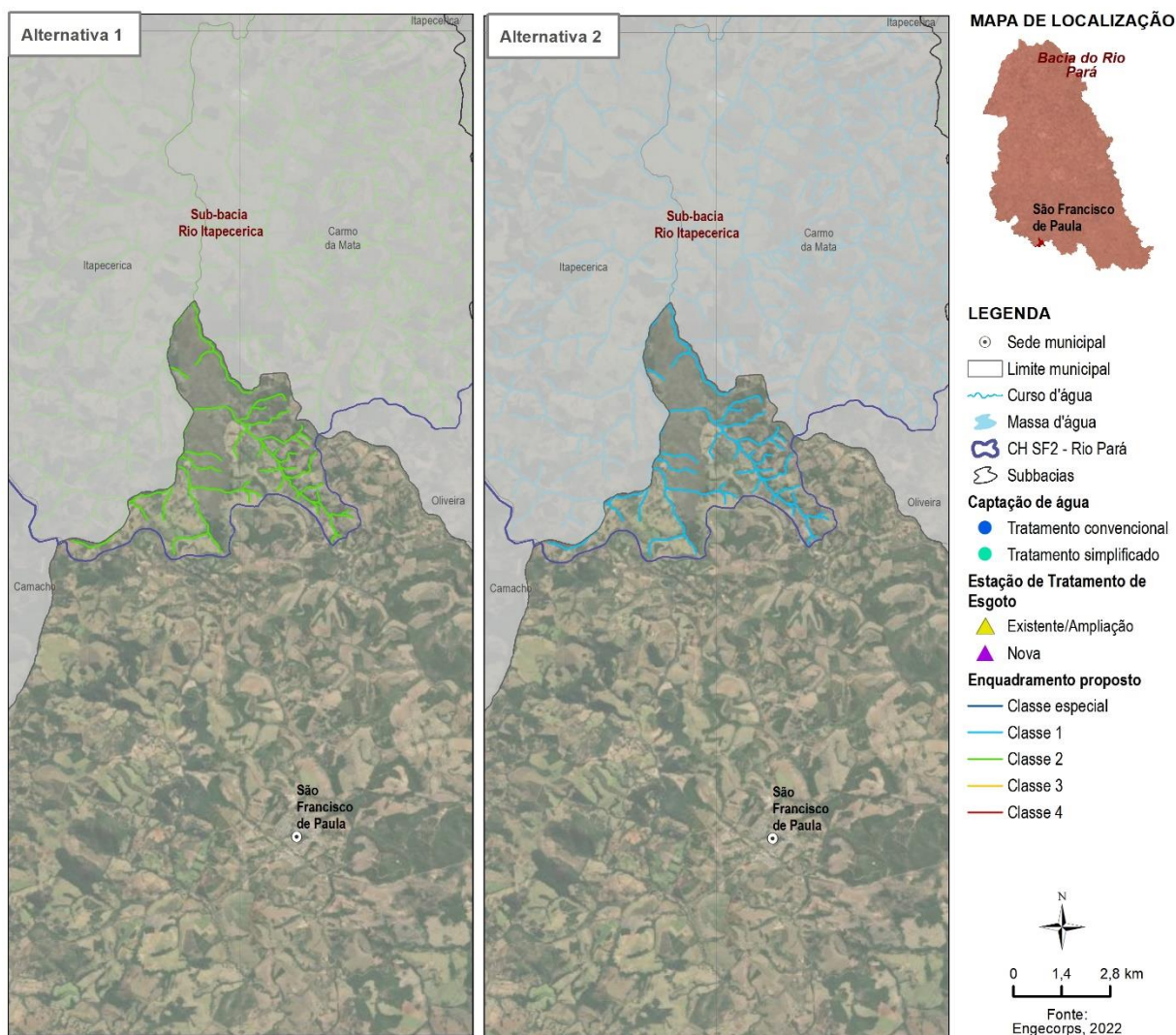


Figura 5-32 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de São Francisco de Paula.

5.1.1.33 Município de São Gonçalo do Pará

O município de São Gonçalo do Pará está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 9.655 habitantes e população rural de 2.966 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 190 ton/ano, sendo ela lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, em afluentes do rio Pará.

As ações propostas para o município de São Gonçalo do Pará são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (10.933 habitantes), com vazão de 20,7 L/s, utilizando-se de reator anaeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 70%;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 993 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-34.

Quadro 5-34 – Custos de implantação das ações previstas para o município de São Gonçalo do Pará.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 157,00/hab	1.716.481,00	11.786.578,44
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	2.589.302,15	
Ação 2	993	-	R\$ 7.533,53/un.	7.480.795,29	

A Figura 5-33 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

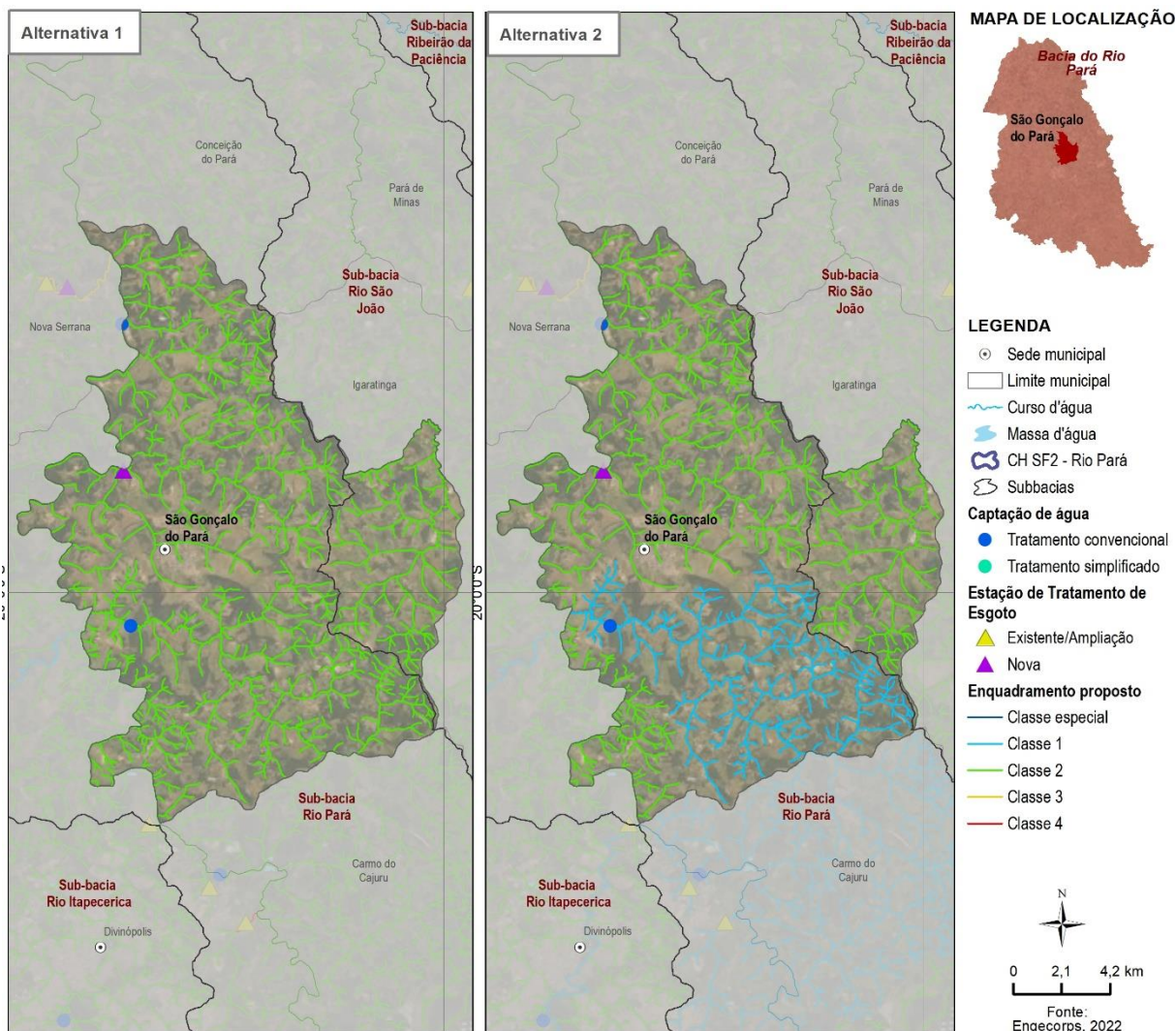


Figura 5-33 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de São Gonçalo do Pará.

5.1.1.34 Município de São Sebastião do Oeste

O município de São Sebastião do Oeste está totalmente inserido na CH SF2 e conta atualmente com uma população urbana de 4.119 habitantes e população rural de 2.758 habitantes (2020). O índice de coleta e tratamento de esgotos atual é de 0%, sendo o sistema de esgotamento sanitário (SES) operado pela Prefeitura Municipal. A carga de DBO gerada pela população urbana é de 81 ton/ano, sendo lançada *in natura* em diversos pontos da cidade, em afluentes do rio Itapecerica (córrego São Pedro).

As ações propostas para o município de São Sebastião do Oeste são:

- Ação 1-1: Implantação de ETE para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041 (8.020 habitantes), com vazão de 15,0 L/s, utilizando-se de tratamento biológico compacto, anaeróbio e aeróbio, para garantir uma eficiência de remoção de DBO de 95%. Ainda, é previsto tratamento terciário (físico-químico, com floculação, decantação e filtração) para remoção de fósforo, garantindo concentração de PT de 1,15 mg/L na saída da ETE;
- Ação 1-2: Ampliação da malha de coleta e transporte de efluentes para atendimento de 100% da população urbana na cena de 2041;
- Ação 2: Implantação de 771 sistemas individuais de tratamento, para atendimento da totalidade da população rural do município.

Tais ações são suficientes para atendimento das metas de enquadramento propostas pelas Alternativas 1 e 2.

Os custos envolvidos para implementação das ações acima apresentadas são expostos a seguir, no Quadro 5-35.

Quadro 5-35 – Custos de implantação das ações previstas para o município de São Sebastião do Oeste.

Ação	Qtde (un.)	Custo unitário unidade existente a ampliar	Custo unitário unidade nova	Custo total por ação (R\$)	Custo total por município (R\$)
Ação 1-1	1	-	R\$ 878,00/hab	7.041.560,00	20.409.948,76
Ação 1-2	-	R\$ 1.886,38/hab.	-	7.560.037,13	
Ação 2	771	-	R\$ 7.533,53/un.	5.808.351,63	

A Figura 5-34 mostra o município, as classes de enquadramento propostas para os corpos d'água, segundo Alternativas 1 e 2, e as ETEs existentes e/ou propostas.

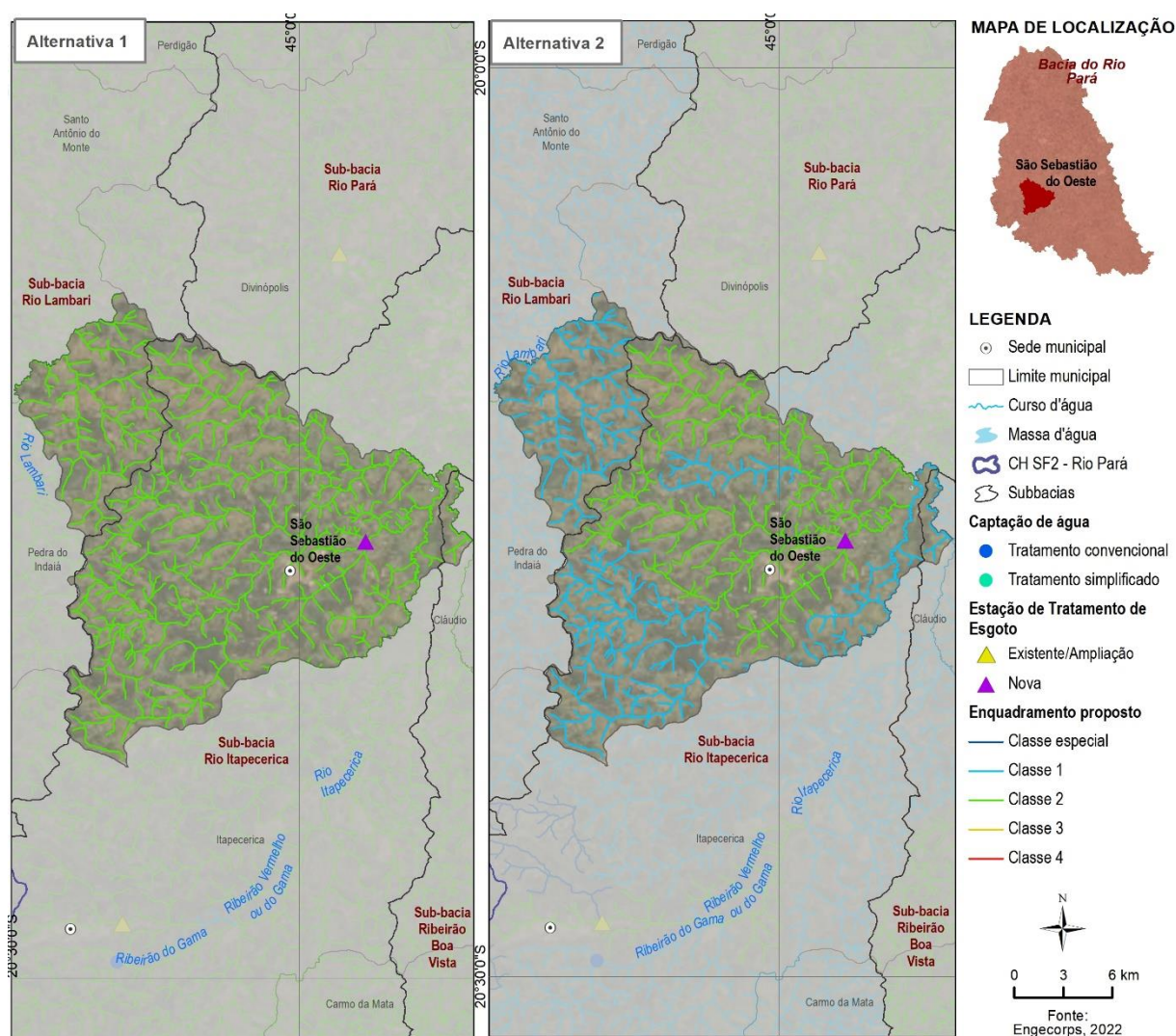


Figura 5-34 – Classes de enquadramento propostas e ETEs existentes e/ou propostas para o município de São Sebastião do Oeste.

5.1.2 Síntese do Plano de Investimentos

O Quadro 5-36 apresenta os custos por município para implantação das ações necessárias para atendimento das classes propostas pela Alternativa 1 e os custos adicionais envolvidos para cumprimento das classes propostas pela Alternativa 2, além do custo total (soma dos custos para Alternativas 1 e 2). Os custos da Alternativa 1 são referentes a implantação ou ampliação de ETEs nas áreas urbanas e implantação de sistemas individuais de tratamento para áreas rurais (conjunto fossa-filtro + sumidouro). Na Alternativa 2, as ações são de implantação de emissários para lançamento de esgotos, sendo os custos compostos pelas estações elevatórias (Emissário_EE) e pelas linhas de recalque (Emissário_LR). O Quadro 5-37 por sua

vez apresenta os custos por município, divididos nos três horizontes temporais adotados: curto (2026), médio (2031) e longo (2041) prazos. As três últimas colunas apresentam o cronograma de implantação das ações, com coloração diferenciada para cada tipo de ação (vide legenda ao final do quadro). A divisão das ações foi feita da seguinte maneira, tal como já exposto no produto anterior (Produto 4 - Proposição de Metas):

- Curto prazo: i) implantação dos sistemas individuais de tratamento para a população rural dos municípios; ii) planejamento e projetos das ETEs previstas dos municípios que têm PMSB;
- Médio prazo: i) implantação das ETEs previstas dos municípios que têm PMSB; ii) planejamento e projeto das ETEs previstas dos municípios que não têm PMSB;
- Longo prazo: i) implantação das ETEs previstas dos municípios que não têm PMSB; ii) implantação das ações adicionais para atendimento da Alternativa 2 de enquadramento proposto.

Vale lembrar que os custos envolvidos na implantação da ETE em Itaúna estão alocados no curto prazo, uma vez que a ETE já se encontra em construção, sendo os custos referentes à ampliação e melhorias (tratamento terciário e desinfecção), conforme apresentado no item referente ao município.

Pode-se observar que a soma dos custos de todos os municípios é maior no médio prazo, puxada pelo município de Divinópolis, cuja implantação da ETE está prevista para aquele período. Porém, em número de ETEs a serem implantadas ao longo dos horizontes de médio e longo prazo, a distribuição segue coerência relacionada à capacidade de execução, com onze ETEs previstas para o médio prazo e 13 para o longo prazo. Vale destacar que as ações adicionais propostas para atendimento da Alternativa 2 de enquadramento foram previstas da seguinte maneira: planejamento e elaboração dos projetos no médio prazo e execução das obras no longo prazo, de modo que os custos estimados estão concentrados na cena de 2041.

A Figura 5-35 e a Figura 5-36 apresentam de forma espacializada, respectivamente, as ações propostas e os custos envolvidos, para cada um dos municípios da bacia.

Pode-se observar que os maiores custos são os de Divinópolis, município com a maior população da bacia, com um baixo índice de coleta e tratamento de esgotos, além de população rural também relativamente grande.

Quadro 5-36 – Custos por município para Alternativas 1 e 2.

Município	Índice de coleta e tratamento de esgotos (%)	Remoção de DBO da ETE proposta (%)	Tem desinfecção?	Tem remoção de fósforo?	Custo ações Alternativa 1 (R\$)			Custo total Alternativa 1	Custo ações adicionais Alternativa 2 (R\$)			Custo total alternativa 2	Custo total
					ETE	Coleta e Transporte	Fossa		Emissário_EE	Emissário_LR	Sumidouro		
Araújos	66,6%	77%	não	não	1.662.756,77	6.512.843,43	1.905.983,09	10.081.583,29	-	-	-	-	10.081.583,29
Bom Despacho	88,9%	89%	sim	sim	9.031.771,50	22.365.276,27	2.810.006,69	34.207.054,46	2.728.076,96	31.974.468,93	206.577,54	34.909.123,43	69.116.177,90
Carmo da Mata	0,0%	0%	não	sim	5.830.121,00	7.363.854,22	3.533.225,57	16.727.200,79	-	-	-	-	16.727.200,79
Carmo do Cajuru	0,0%	0%	não	não	4.110.260,00	12.498.118,09	4.633.120,95	21.241.499,04	-	-	-	-	21.241.499,04
Carmópolis de Minas	70,0%	75%	sim	não	6.747.388,45	7.775.960,32	9.853.857,24	24.377.206,01	-	-	-	-	24.377.206,01
Cláudio	90,5%	82%	não	sim	8.836.786,50	13.570.980,51	7.578.731,18	29.986.498,19	-	-	-	-	29.986.498,19
Conceição do Pará	0,0%	0%	não	não	431.750,00	1.999.554,93	7.179.454,09	9.610.759,02	-	-	-	-	9.610.759,02
Desterro de Entre Rios	0,0%	0%	sim	não	1.281.879,00	1.848.770,68	2.885.341,99	6.015.991,67	-	-	-	-	6.015.991,67
Divinópolis	2,2%	67%	sim	sim	8.525.261,15	117.318.276,08	9.092.970,71	134.936.507,94	-	-	-	-	134.936.507,94
Florestal	0,0%	80%	-	-	-	-	120.536,48	120.536,48	-	-	-	-	120.536,48
Igaratinga	0,0%	0%	não	não	2.019.962,00	10.458.549,51	2.448.397,25	14.926.908,76	-	-	-	-	14.926.908,76
Itaguara	94,6%	73%	sim	não	1.422.631,40	8.545.954,94	4.994.730,39	14.963.316,73	-	-	-	-	14.963.316,73
Itapeçerica	69,5%	95%	sim	sim	2.049.709,50	13.417.593,98	8.083.477,69	23.550.781,17	1.081.693,97	6.673.723,72	-	7.755.417,69	31.306.198,86
Itatiaiuçu	0,0%	0%	-	-	-	-	4.467.383,29	4.467.383,29	-	-	-	-	4.467.383,29
Itaúna	0,0%	0%	sim	sim	46.076.301,00	25.073.164,19	8.512.888,90	79.662.354,09	-	-	-	-	79.662.354,09
Leandro Ferreira	0,0%	0%	não	não	491.567,00	2.499.508,50	1.687.510,72	4.678.586,22	-	-	-	-	4.678.586,22
Maravilhas	0,0%	0%	não	não	2.183.895,00	2.226.350,60	1.597.108,36	6.007.353,96	-	-	-	-	6.007.353,96
Martinho Campos	0,0%	0%	-	-	-	-	1.755.312,49	1.755.312,49	-	-	-	-	1.755.312,49
Nova Serrana	69,5%	67%	não	não	13.161.015,00	57.493.644,32	12.648.796,87	83.303.456,19	-	-	-	-	83.303.456,19
Oliveira	3,0%	0%	-	-	-	-	1.597.108,36	1.597.108,36	-	-	-	-	1.597.108,36
Onça de Pitangui	0,0%	0%	sim	sim	549.737,50	3.726.860,76	2.727.137,86	7.003.736,12	-	-	-	-	7.003.736,12
Papagaios	100,0%	73%	não	não	5.229.630,00	5.459.173,04	919.090,66	11.607.893,70	1.037.023,36	10.129.217,07	-	11.166.240,43	22.774.134,14
Pará de Minas	97,9%	49%	não	não	5.955.385,73	31.285.639,02	4.437.249,17	41.678.273,92	-	-	-	-	41.678.273,92
Passa Tempo	0,0%	0%	sim	não	2.770.240,00	3.647.043,09	2.779.872,57	9.197.155,66	-	-	-	-	9.197.155,66
Pedra do Indaiá	0,0%	0%	não	não	452.945,00	3.609.141,56	3.623.627,93	7.685.714,49	-	-	-	-	7.685.714,49

Município	Índice de coleta e tratamento de esgotos (%)	Remoção de DBO da ETE proposta (%)	Tem desinfecção?	Tem remoção de fósforo?	Custo ações Alternativa 1 (R\$)			Custo total Alternativa 1	Custo ações adicionais Alternativa 2 (R\$)			Custo total alternativa 2	Custo total
					ETE	Coleta e Transporte	Fossa		Emissário_EE	Emissário_LR	Sumidouro		
Perdigão	0,0%	0%	não	não	6.915.552,00	5.523.537,56	1.988.851,92	14.427.941,48	-	-	-	-	14.427.941,48
Piracema	0,0%	0%	sim	não	1.310.720,00	1.414.927,22	6.795.244,06	9.520.891,28	-	-	-	-	9.520.891,28
Pitangui	0,0%	0%	não	não	5.167.498,00	12.273.464,38	4.218.776,80	21.659.739,18	-	-	-	-	21.659.739,18
Pompéu	0,0%	0%	-	-	-	-	1.785.446,61	1.785.446,61	-	-	-	-	1.785.446,61
Resende Costa	30,8%	85%	-	-	-	-	610.215,93	610.215,93	-	-	-	-	610.215,93
Santo Antônio do Monte	92,4%	74%	não	não	3.128.895,00	14.864.829,50	3.608.560,87	21.602.285,37	970.608,49	616.789,37	-	1.587.397,87	23.189.683,23
São Francisco de Paula	0,0%	0%	-	-	-	-	188.338,25	188.338,25	-	-	-	-	188.338,25
São Gonçalo do Pará	0,0%	0%	não	não	1.716.481,00	2.589.302,15	7.480.795,29	11.786.578,44	-	-	-	-	11.786.578,44
São Sebastião do Oeste	0,0%	0%	não	sim	7.041.560,00	7.560.037,13	5.808.351,63	20.409.948,76	-	-	-	-	20.409.948,76
Total					154.101.699,50	402.922.355,98	144.357.501,86	701.381.557,34	5.817.402,79	49.394.199,09	206.577,54	55.418.179,42	756.799.736,77

*Emissário_EE e Emissário_LR: respectivamente, os custos da estação elevatória e da linha de recalque, do conjunto elevatório.

Fonte: Elaboração própria

Quadro 5-37 – Cronograma de ações e custos por município.

Município	Cronograma de custos			Cronograma de ações		
	Curto prazo	Médio prazo	Longo Prazo	Curto prazo	Médio prazo	Longo Prazo
Araújo	R\$ 1.905.983,09	R\$ -	R\$ 8.175.600,20			
Bom Despacho	R\$ 2.810.006,69	R\$ 31.397.047,77	R\$ 34.909.123,43			
Carmo da Mata	R\$ 3.533.225,57	R\$ 13.193.975,22	R\$ -			
Carmo do Cajuru	R\$ 4.633.120,95	R\$ -	R\$ 16.608.378,09			
Carmópolis de Minas	R\$ 9.853.857,24	R\$ 14.523.348,77	R\$ -			
Cláudio	R\$ 7.578.731,18	R\$ 22.407.767,01	R\$ 54.465.795,20			
Conceição do Pará	R\$ 7.179.454,09	R\$ -	R\$ 2.431.304,93			
Desterro de Entre Rios	R\$ 2.885.341,99	R\$ 3.130.649,68	R\$ -			
Divinópolis	R\$ 9.092.970,71	R\$ 125.843.537,23	R\$ -			
Florestal	R\$ 120.536,48	R\$ -	R\$ -			
Igaratinga	R\$ 2.448.397,25	R\$ -	R\$ 12.478.511,51			
Itaguara	R\$ 4.994.730,39	R\$ 9.968.586,34	R\$ -			
Itapecerica	R\$ 8.083.477,69	R\$ -	R\$ 23.222.721,17			
Itatiaiuçu	R\$ 4.467.383,29	R\$ -	R\$ -			
Itaúna	R\$ 79.662.354,09	R\$ -	R\$ -			

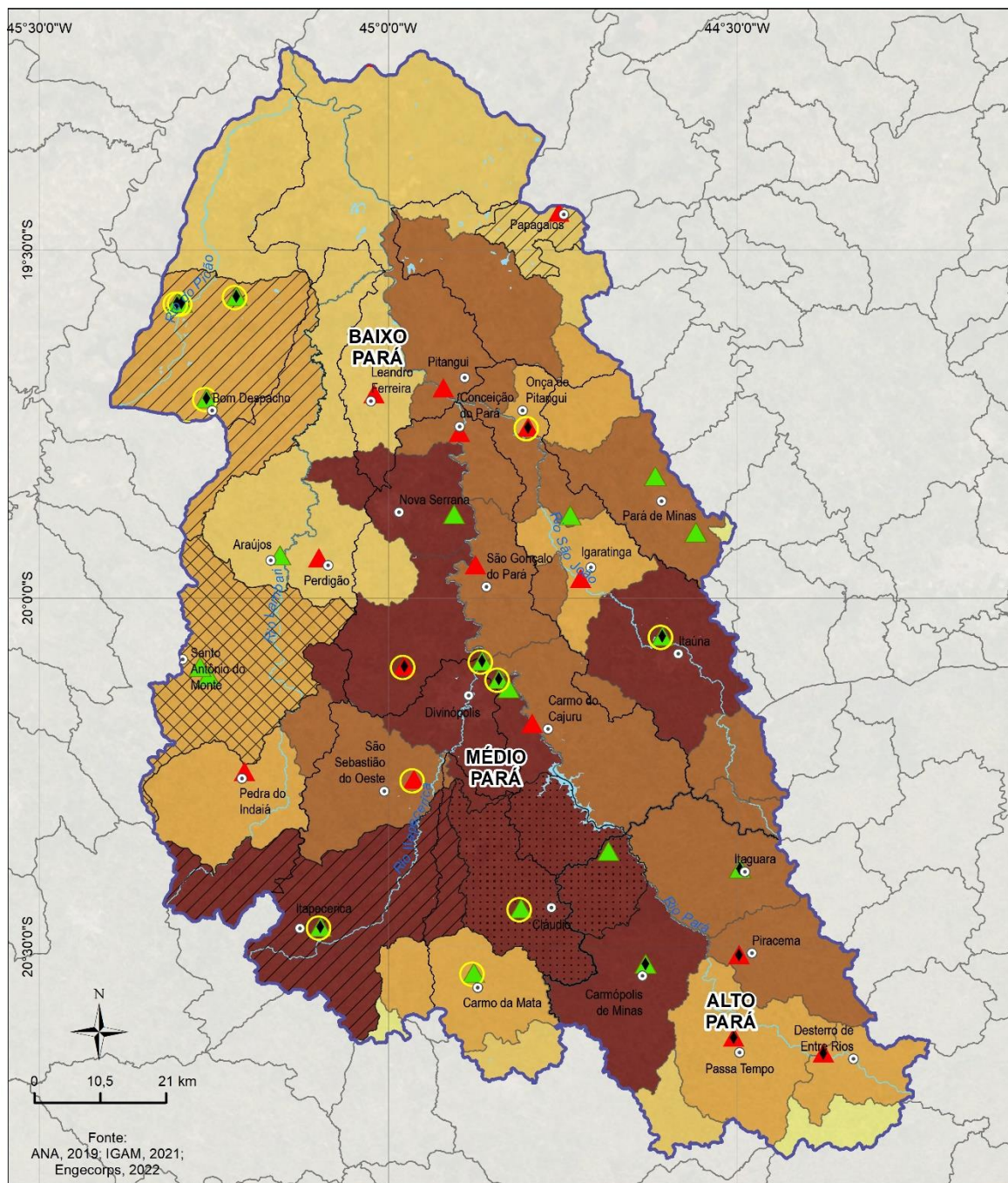
Município	Cronograma de custos			Cronograma de ações		
	Curto prazo	Médio prazo	Longo Prazo	Curto prazo	Médio prazo	Longo Prazo
Leandro Ferreira	R\$ 1.687.510,72	R\$ -	R\$ 2.991.075,50			
Maravilhas	R\$ 1.597.108,36	R\$ -	R\$ 4.410.245,60			
Martinho Campos	R\$ 1.755.312,49	R\$ -	R\$ -			
Nova Serrana	R\$ 12.648.796,87	R\$ -	R\$ 70.654.659,32			
Oliveira	R\$ 1.597.108,36	R\$ -	R\$ -			
Onça de Pitangui	R\$ 2.727.137,86	R\$ 4.276.598,26	R\$ -			
Papagaios	R\$ 919.090,66	R\$ -	R\$ 21.855.043,48			
Pará de Minas	R\$ 4.437.249,17	R\$ -	R\$ 37.241.024,75			
Passa Tempo	R\$ 2.779.872,57	R\$ -	R\$ 6.417.283,09			
Pedra do Indaiá	R\$ 3.623.627,93	R\$ -	R\$ 4.062.086,56			
Perdigão	R\$ 1.988.851,92	R\$ -	R\$ 12.439.089,56			
Piracema	R\$ 6.795.244,06	R\$ 2.725.647,22	R\$ -			
Pitangui	R\$ 4.218.776,80	R\$ -	R\$ 17.440.962,38			
Pompéu	R\$ 1.785.446,61	R\$ -	R\$ -			
Resende Costa	R\$ 610.215,93	R\$ -	R\$ -			
Santo Antônio do Monte	R\$ 3.608.560,87	R\$ -	R\$ 19.581.122,36			

Município	Cronograma de custos			Cronograma de ações		
	Curto prazo	Médio prazo	Longo Prazo	Curto prazo	Médio prazo	Longo Prazo
São Francisco de Paula	R\$ 188.338,25	R\$ -	R\$ -			
São Gonçalo do Pará	R\$ 7.480.795,29	R\$ -	R\$ 4.305.783,15			
São Sebastião do Oeste	R\$ 5.808.351,63	R\$ 14.601.597,13	R\$ -			
Total	R\$ 215.506.967,05	R\$ 242.068.754,62	R\$ 353.689.810,29			

Fonte: Elaboração própria

Legenda:

	Sistemas Individuais de Tratamento – Conjuntos Fossa-filtro + Sumidouro
	Sistemas Individuais de Tratamento e ETEs
	ETEs
	ETEs e Ações adicionais da Alternativa 2



LEGENDA

○ Sede municipal	Fossas sépticas	Ações adicionais	Estação de Tratamento de Esgoto
□ Limite municipal	< 100	Reúso	▲ Existente/Ampliação
~ Curso d'água	101 - 300	Reúso ou emissário	▲ Nova
Massa d'água	301 - 500	Reúso e emissário	○ Remoção de PT
CH SF2 - Rio Pará	501 - 1000		◆ Sistema de desinfecção
Sub-bacia	> 1000		

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 5-35 – Ações propostas para a CH SF2 para alcance do enquadramento proposto.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA OS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE

Para que as ações propostas neste estudo de enquadramento de corpos de água em classes sejam efetivamente cumpridas e os corpos hídricos atendam às respectivas classes nos horizontes previstos, é fundamental a atuação dos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente, de acordo com suas responsabilidades legais. Nesse sentido, são aqui apresentadas algumas recomendações e diretrizes para a sua atuação, principalmente no que se refere aos seus instrumentos legais que podem ser utilizados para dar subsídio ao atendimento das classes de enquadramento. As recomendações são apresentadas por instrumento de gestão de recursos hídricos e meio ambiente e outros aspectos relacionados ao processo de gerenciamento de recursos hídricos como o monitoramento.

Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos

A outorga é o instrumento das políticas nacional e estadual de recursos hídricos que tem a finalidade de distribuir a disponibilidade hídrica existente entre os usuários de águas de uma bacia hidrográfica. Entre os usos sujeitos à outorga constam a captação de águas superficiais, o lançamento de efluentes e quaisquer outros usos que alterem a qualidade, quantidade ou o regime existente em um corpo de água.

O IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas é o órgão gestor responsável pela análise e emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio de Minas Gerais. No caso das captações de água, a Portaria IGAM nº 48/2019 estabelece que o limite máximo outorgável na bacia hidrográfica do rio Pará corresponde a 30% da vazão de referência $Q_{7,10}$ (vazão mínima média de sete dias consecutivos e dez anos de período de retorno). Dessa forma, tem-se que os fluxos residuais mínimos escoados em cada trecho de curso de água corresponde aos restantes 70% da mesma vazão de referência e que deverão ser considerados para dar suporte às análises de outorgas de lançamentos de efluentes. Nas análises e balanços hídricos realizados no prognóstico deste estudo, foi verificado que algumas sub-bacias apresentam risco de suas demandas superarem o total de 30% de $Q_{7,10}$, sendo ressaltadas as bacias dos rios São João e Picão.

Tratando das outorgas para lançamento de efluentes, os procedimentos gerais de natureza técnica e administrativa foram estabelecidos na Deliberação Normativa – DN do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH n° 24/2008 e na DN Conjunta entre o CERH e o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM n° 26/2008. De uma forma geral, foi estabelecido o parâmetro DBO para utilização como referência para análise das outorgas de lançamento de efluentes e é indicado que a classe a ser utilizada nos corpos hídricos deve considerar as metas progressivas de melhoria da qualidade, de acordo com o enquadramento formalizado.

Para os limites de disponibilidade hídrica outorgável, foram estabelecidos alguns critérios relacionando os seguintes aspectos:

- Somatório de vazões de diluição outorgadas a montante do ponto de lançamento é limitado à vazão de referência do corpo de água, descontando o percentual máximo outorgável para captações;
- Vazão máxima outorgável por empreendimento não pode passar de 50% da vazão de referência;
- Os critérios podem ser reavaliados em casos excepcionais relacionados a especificidades hidrológicas e alternativas tecnológicas e locais.

Apesar dos atos em questão serem de 2008, até o momento ainda não são analisadas ou emitidas outorgas para essa finalidade na bacia hidrográfica do rio Pará, mesmo já possuindo enquadramento aprovado anteriormente.

Com base nas análises realizadas no presente estudo nesta etapa e nas anteriores e esse embasamento legal sobre a outorga, são apresentadas, a seguir, algumas recomendações ao órgão gestor de recursos hídricos:

- A partir da aprovação das metas de enquadramento pelo CBH e CERH, sugere-se que estabeleça uma sub-bacia para início da análise e emissão de outorgas de lançamento de efluentes. Nesse sentido, propõe-se que seja desenvolvido um processo piloto inicial com a análise de uma sub-bacia que seja relevante para a bacia em termos de lançamentos de efluentes. Esse modelo já foi tentado pelo IGAM em 2009 para a sub-bacia do ribeirão da Mata,

um afluente do rio das Velhas, mas não avançou para outras bacias. De toda forma, a utilização de uma sub-bacia como piloto é relevante para que sejam avaliados pelo IGAM os esforços necessários e disponibilidade de equipe para tais análises e para a regularização de todos os usos na bacia;

- No que se refere à metodologia de análise, recomenda-se utilizar como base a equação de mistura já apresentada no produto anterior deste estudo em que são utilizadas informações de concentração e vazão do poluente avaliado e verifica-se a condição resultante de sua mistura com o corpo hídrico. Tal equação já é utilizada há vários anos com sucesso pela ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico nas análises de outorgas para lançamentos de efluentes e trata de análise objetiva e cujas informações necessárias são disponíveis, o que facilita a sua aplicação pelo IGAM. Dessa forma, sua utilização nas análises de outorgas de lançamentos de efluentes em águas de domínio do Estado de Minas Gerais pode ganhar tempo e esforço na implementação desse instrumento. De toda forma, importante pensar em evoluções futuras possíveis da metodologia e critério a serem utilizados para outorga, por exemplo, por meio da adoção de análises de autodepuração de DBO que poderiam influenciar as vazões de diluição de jusante;
- Conforme critério já apresentado nos normativos do CERH e COPAM supracitados para outorga de lançamento de efluentes, o somatório de demandas a montante deve ser descontado da vazão de referência $Q_{7,10}$, indicando, assim, a vazão disponível para diluição de efluentes. Nesse sentido, destaca-se que o limite de vazão outorgável para diluição de efluentes passa a ser referente aos 70% restantes da mesma vazão $Q_{7,10}$. Como avaliado nos balanços hídricos realizados para a bacia hidrográfica do rio Pará para a cena atual e para os cenários futuros, há sub-bacias que apresentam montantes de demandas consuntivas próximas aos 30% da vazão $Q_{7,10}$ e com possibilidade de superar esse limite máximo nos próximos anos, mais especificamente as sub-bacias dos rios São João e Picão. Nos casos dessas sub-bacias, recomenda-se que sejam desenvolvidas ações que incentivem a redução ou otimização de usos para que não seja atingido esse limite legal. Por outro lado, em outras sub-bacias cuja situação de balanço hídrico seja mais confortável

em função das demandas consuntivas, é possível que os valores de vazões disponíveis para diluição de efluentes sejam incrementados. Situações como essa são identificadas em sub-bacias como as dos rios do Peixe e Lambari ou no Alto Pará, em que as demandas totais consuntivas sejam, em algumas porções, inferiores a 10% da vazão $Q_{7,10}$. Com isso, caso seja necessário o aumento das vazões disponibilizadas para a diluição de efluentes, é recomendável que tal questão seja formalizada por atos do próprio IGAM, inclusive superando o valor limite de 70% da $Q_{7,10}$ remanescente utilizado para diluição, em função do reduzido valor de demandas consuntivas;

- Em relação às outorgas para lançamentos de efluentes industriais e de outros setores diferentes do Saneamento é recomendável que sejam analisadas e emitidas de acordo com a mesma metodologia relacionada ao cálculo das vazões de mistura. Assim, todos os usuários terão a necessidade de cumprir com os regulamentos legais em termos de lançamentos de efluentes e atendimento às respectivas classes de enquadramento. Nesses casos, assim que for iniciado o processo de análise de outorgas de lançamento de efluentes para as bacias piloto ou outras sub-bacias, recomenda-se que sejam desenvolvidos processos de chamada de usuários para a regularização de seus usos, por meio de mobilizações junto a federações, associações ou sindicatos de usuários de águas, estabelecendo prazos para que façam as respectivas solicitações de outorgas. A partir do recebimento dos pedidos de outorgas desses usuários, o IGAM deverá ter celeridade nas análises, de modo a incentivar outros usuários a solicitarem suas respectivas outorgas de lançamentos de efluentes. Em relação à metodologia de outorga, vale lembrar, como já exposto anteriormente, a possibilidade de avaliar evoluções por meio da adoção de análises de autodepuração de DBO, o que poderia também influenciar a qualidade das águas para diluição de efluentes;
- Considerando que a rede de monitoramento de qualidade das águas na bacia hidrográfica do rio Pará apresenta pontos nos principais cursos de água da bacia, mas não em todos os pontos próximos aos lançamentos de efluentes e de forma a minimizar custos de ampliação futura, sugere-se que seja demandado que os empreendedores realizem coletas e análises de qualidade

das águas dos cursos de água após o lançamento dos respectivos efluentes, para os parâmetros considerados no enquadramento. Essa demanda pode ser incluída por meio de condicionantes nos atos de outorga e pode apresentar os procedimentos, periodicidade, parâmetros e necessidade de uso de laboratórios acreditados de acordo com os mesmos padrões realizados pelo IGAM, de forma que os resultados sejam considerados para inclusão nas bases de dados de qualidade das águas do estado e nacional. Além disso, tais informações podem ser utilizadas juntamente com os dados de vazões e concentrações dos lançamentos de efluentes realizados como base para ações de fiscalização remota do atendimento aos padrões previstos nos respectivos atos de outorgas e o atendimento ao enquadramento aprovado. Finalizando quanto a essa recomendação, destaca-se que tal demanda pode ser feita para qualquer tipologia de usuário, independentemente da finalidade do uso, podendo ser estabelecido um porte mínimo para que sejam formalizadas tais condicionantes;

Plano Diretor de Recursos Hídricos – PDRH

O PDRH Pará foi aprovado em 2008 por meio da Deliberação Normativa do CBH Pará nº14/2008 que determinou, inclusive, que fosse atualizado a cada quatro anos. Conforme avaliação já realizada em etapas anteriores deste estudo, foi verificado que há algumas ações do PDRH que podem também levar a benefícios relacionados às questões de qualidade das águas da bacia e que, portanto, devem ser alinhadas com o enquadramento. Nesse sentido, podem ser ressaltadas as ações voltadas ao incremento do monitoramento de qualidade das águas e à conservação da bacia.

Considerando que o PDRH já possui cerca de 14 anos de sua aprovação e ainda não teve sua revisão ou atualização, recomenda-se que sejam envidados esforços para que tal processo seja realizado nos próximos anos de forma a compatibilizar suas ações às necessidades para que sejam atingidas as classes de enquadramento dos corpos de água da bacia. Junto a esse processo de atualização do PDRH, é indicado que seja previsto o primeiro monitoramento do desempenho e resultados do enquadramento e das ações realizadas. Assim, os dois instrumentos poderão ser

compatibilizados e, na sequência, definirem novos prazos de monitoramento, atualização e revisão que sejam concomitantes entre eles.

Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos foi aprovada na bacia hidrográfica do rio Pará em 2013 por meio da Deliberação Normativa nº24/2013 de seu CBH. A expressão de cálculo aprovada prevê a consideração de parâmetros relacionados ao consumo e lançamento de efluentes nos corpos de água da bacia. Apesar de não ser, ainda, emitidas outorgas para lançamentos de efluentes pelo IGAM, tais usos de água são sujeitos à outorga e, portanto, são também sujeitos à cobrança. Nesse sentido, recomenda-se que ao iniciar o processo de análise e emissão de outorgas, sejam chamados os usuários que têm seus usos para lançamentos de efluentes já pagos, para que possam ser os primeiros à regularização de suas outorgas, podendo ser considerados como prioritários em função de já fazerem os respectivos pagamentos pelo uso da água há algum tempo.

Ainda relacionado à fórmula de cobrança, cabe destacar o coeficiente $K_{\text{cap classe}}$ que prevê uma redução dos valores de cobrança para captações em corpos de água enquadrados como classes 3 ou 4 e majoração para captações em corpos de água em classes especial ou 1. Nesse sentido, considerando que poderá haver alterações nos enquadramentos atuais dos corpos de água, é importante atentar para a revisão dos valores de cobrança, em função da nova matriz de enquadramento.

Outro ponto a ser discutido, refere-se ao fato de que a expressão para o cálculo dos valores de cobrança para o lançamento de efluentes considera a carga anual de lançamento de poluentes e objetivos de qualidade estabelecidos no PDRH. Nesse sentido, recomenda-se que, a partir do novo enquadramento aprovado, seja revisada a expressão em questão para consideração dos objetivos de qualidade em função das metas que forem formalmente estabelecidas para cada trecho de curso de água. Sugere-se, inclusive, que seja feita discussão considerando algum fator relacionando a condição atual e a meta estabelecida de enquadramento, podendo ter alguma minoração ou majoração em função da necessidade de estímulo ao próprio usuário que melhore ou mantenha boas condições de qualidade de seus efluentes lançados.

Licenciamento Ambiental

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 237/1997, o licenciamento ambiental é o *procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental*. Em Minas Gerais, as licenças ambientais são analisadas e emitidas pelas SUPRAMs – Superintendências Regionais de Meio Ambiente, vinculadas à SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

A Deliberação Normativa do COPAM nº217/2017 estabelece os critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no estado de Minas Gerais. Entre os empreendimentos sujeitos à análise de licenças ambientais, destacam-se as estações de tratamento de esgotos sanitários e quaisquer outros empreendimentos industriais, agrícolas ou de outros setores que disponham de seus efluentes em corpos hídricos. Nesse sentido, recomenda-se que a partir do novo enquadramento aprovado para a bacia, as análises de licenças ambientais sejam integradas às análises de outorgas para lançamentos de efluentes, principalmente no que se refere à verificação da disponibilidade de vazões de diluição para os efluentes tratados, sem alterar a classe de enquadramento dos corpos de água.

O mesmo procedimento deve ser adotado também para os empreendimentos já licenciados e que venham a solicitar a renovação de suas licenças. Nesses casos, quando da análise das renovações, é recomendável que seja solicitada e vinculada a licença à obtenção da outorga de lançamento de efluentes pelo empreendedor.

Outra recomendação para esse setor trata da integração das bases de dados e informações técnicas dos empreendimentos. Nesse sentido, é fundamental que as informações de cargas, concentrações e vazões de lançamentos utilizadas nas análises de licenciamentos ambientais sejam as mesmas utilizadas nas análises de

outorgas, o que pode minimizar os tempos de análises dos técnicos dos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente e fazer com que processos tenham as informações mais atuais disponíveis.

Ainda quanto ao licenciamento ambiental, cabe também citar os monitoramentos de qualidade das águas. Usualmente as licenças ambientais em suas diferentes etapas prévia, de instalação ou de operação apresentam condicionantes técnicas a serem seguidas pelos empreendedores. Nesse sentido, recomenda-se que para os empreendimentos que executem lançamentos de efluentes, que sejam previstas condicionantes de monitoramento da qualidade das águas dos corpos hídricos receptores já nas fases de licença prévia e instalação, com análise mínima dos parâmetros considerados para a verificação do atendimento às classes de enquadramento. Na fase de operação, é recomendável que a condicionante de monitoramento de qualidade das águas dos corpos receptores seja prevista no contexto da outorga de direito de uso de recursos hídricos, como já indicado anteriormente quando da apresentação das recomendações para a outorga. Quanto ao recebimento dos resultados dessas análises de qualidade, sugere-se que sejam demandados em modelo que seja possível inserir junto aos sistemas estadual e nacional de informações sobre recursos hídricos, de forma a tornar disponíveis para acesso e acompanhamento pela sociedade.

5.3 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES EDUCATIVAS E DE MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Para que as ações previstas para atendimento às metas de enquadramento de corpos de água em classes, é fundamental a participação de toda a sociedade da bacia, uma vez que cada um tem seu papel para a melhoria ou manutenção de boa qualidade das águas. Nesse sentido, são apresentadas, a seguir, algumas recomendações de ações que podem ser executadas na bacia, de forma a dar suporte ao atendimento do enquadramento.

- Recomenda-se, inicialmente, uma análise das ações em curso e previstas do PDRH Pará e PRHSF para a bacia relacionadas à educação ambiental e mobilização social. Nesse sentido, destaca-se que, conforme análise realizada do PDRH Pará aprovado em 2008, não foi identificado nenhum programa com

a finalidade específica de desenvolvimento de ações de educação ambiental. Por outro lado, o PRHSF previu em sua atividade 1.3.a um Programa de Mobilização e Educação Ambiental e na atividade 1.4.a um programa de formação e capacitação de usuários ambos para toda a bacia do rio São Francisco. Assim, recomenda-se que seja feita articulação dos representantes do CBH Pará com o CBHSF para que as atividades em questão sejam realizadas na bacia do rio Pará e com o foco na capacitação e educação ambiental voltada ao enquadramento e cumprimento das metas de enquadramento;

- Considerando que o PDRH Pará não teve a previsão de um programa ou ação específica voltados à educação ambiental, recomenda-se que em seu processo de revisão ou atualização, seja considerado o desenvolvimento de tais questões, integrando as ações do próprio Plano com o Enquadramento;
- Para melhor internalização do Enquadramento e de suas ações no contexto do CBH, recomenda-se que, além da discussão em sua plenária, sejam feitas apresentações e discussões em suas Câmaras Técnicas – CTs, com vistas à verificação do papel de cada um de seus membros na articulação, estímulo e fiscalização ao cumprimento das ações e metas previstas. Com o apoio de cada um dos membros do CBH e das suas CTs, é incrementado o potencial de implementação das ações previstas para o enquadramento;
- Ainda quanto às CTs, destaca-se a CTECOM – Câmara Técnica de Educação, Comunicação e Mobilização, que pode ter papel fundamental nesse trabalho de formação e mobilização para o Enquadramento. Nesse sentido, recomenda-se que a CTECOM elabore um plano de trabalho com as ações que deverá realizar para internalizar as responsabilidades de educação ambiental na bacia voltadas ao enquadramento;
- No contexto das ações de educação e mobilização planejadas pela CTECOM, recomenda-se que sejam incluídas discussões com cada uma das prefeituras e representantes de concessionárias de saneamento dos municípios da bacia, com maior foco para aqueles cujas sedes têm seus lançamentos de efluentes realizados em cursos de água da bacia. Nesse sentido, deve ser discutido e questionado aos atores em questão se têm disponíveis todas as informações,

recursos e subsídios necessários à execução de suas ações previstas para atendimento às classes de enquadramento. É importante aqui destacar que as ações propostas nesse enquadramento apresentam a necessidade de elaboração de projetos (conceitual, básico e executivo), licenciamentos ambientais, desmates, etc. Assim, para que essas ações sejam executadas de acordo com os prazos necessários e levem às melhoras esperadas para a qualidade das águas da bacia, o apoio dos representantes do CBH é fundamental no trabalho de mobilização e articulação;

- Assim como citado anteriormente para as concessionárias de saneamento, também é importante e recomendado prever um processo de mobilização e educação ambiental voltado aos outros setores usuários, mais especificamente àqueles cujos usos da água tenham lançamentos de efluentes nos corpos de água da bacia. Nesse sentido, aproveitando-se dos membros do CBH que sejam de setores industriais, de mineração, agrícolas ou outros que tenham lançamentos de efluentes, recomenda-se que seja também previsto um processo de mobilização e educação ambiental voltado à discussão e pactuação das ações necessárias com os representantes desses setores. Assim, poderão ser incrementados os benefícios esperados para a bacia;
- O instrumento enquadramento é um dos mais complexos de entendimento, assim como seu monitoramento e acompanhamento de suas ações e resultados para a bacia. Não à toa, é o instrumento que apresenta menor índice de implementação no país. Nesse sentido, recomenda-se que seja construído, em conjunto com a ANA, IGAM e CBHSF um curso de capacitação específico para o enquadramento, com explicação sobre suas finalidades, procedimentos de elaboração, ações possíveis de serem desenvolvidas e formas de acompanhamento dos resultados para a bacia. Esse curso deve ser elaborado de forma específica para diferentes públicos, como para o apoio à educação ambiental em escolas, capacitação de usuários para execução de suas atividades necessárias, e educação ambiental e capacitação para os membros do CBH e outras entidades que tenham interesse no acompanhamento contínuo da condição de qualidade das águas da bacia. Assim, diferentes atores da bacia poderão ter conhecimento mais profundo do instrumento e

entender o seu papel no processo para apoiar a execução de ações de mobilização e educação ambiental sobre o tema;

- Outra forma relevante de mobilização e educação ambiental sobre o tema pode ser por meio da utilização do sítio eletrônico do CBH Pará, mas também em articulação com o do CBH São Francisco. Nesse sentido, recomenda-se a construção de uma cartilha com um linguajar mais popular e objetivo sobre o instrumento enquadramento, as metas e ações previstas na bacia e sua disponibilização no sítio eletrônico do CBH Pará e CBH São Francisco, com vistas ao mais fácil acesso pela população. Essa cartilha pode ser também impressa em um número adequado de cópias e disponibilizada nas reuniões plenárias do CBH e suas câmaras técnicas, para acesso pela sociedade;
- Ainda no contexto da educação e capacitação dos membros do CBH, recomenda-se que seja feito convite e solicitação ao IGAM que apresente anualmente os resultados dos monitoramentos de qualidade das águas realizados na bacia e sua comparação com o histórico referente aos anos anteriores. As apresentações em questão devem ser direcionadas à comparação dos resultados do monitoramento daquele ano anterior com as metas de enquadramento, detalhando especificamente para os parâmetros estabelecidos como meta deste estudo. Assim, os membros do CBH poderão ver os resultados obtidos a cada ano e verificar necessidade de redirecionamento ou foco em suas ações desenvolvidas;
- Ainda nas reuniões plenárias do CBH, recomenda-se que também anualmente seja realizada uma apresentação de representantes da CTPP – Câmara Técnica de Planejamento e Projetos sobre o acompanhamento das atividades relacionadas ao enquadramento e verificação de seus resultados ao longo dos anos. Tal ação será também considerada no contexto do sistema de acompanhamento e monitoramento que será apresentado mais adiante neste documento.

5.4 RECOMENDAÇÕES A OUTROS AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS ENVOLVIDOS

Os subitens anteriores apresentaram recomendações aos órgãos gestores de recursos hídricos e ambientais, bem como ações educativas e de mobilização social.

Na sequência, nos próximos subitens, de acordo com o previsto nos normativos sobre enquadramento, são apresentadas recomendações e propostas ao CBH e aos poderes públicos sobre a necessidade de adequação de planos, programas e projetos. Este subitem trata especificamente de recomendações a outros agentes, sendo públicos ou privados, sendo concentrado nos entes que serão efetivamente responsáveis pela execução das intervenções e que não são considerados nos outros capítulos. Assim, são apresentadas, a seguir, algumas recomendações a esses atores que são fundamentais para que as ações sejam implementadas e que o enquadramento possa ser atingido na bacia:

- A primeira recomendação necessária tem relação direta com uma que também deverá ser apresentada para atuação do CBH e que trata da necessidade de internalização e pactuação das ações com cada ator responsável. Nesse sentido, a partir da aprovação do enquadramento, os atores responsáveis pelas ações deverão ser formalmente definidos e deverão ser proporcionadas reuniões, visando o acordo e a pactuação das datas de cumprimento de cada uma delas. Essa discussão deverá ser motivada pelo CBH, mais especificamente por sua CTPP com os representantes dos usuários;
- A partir da discussão e definição das responsabilidades, é fundamental discutir etapas para que cada intervenção se torne realidade. Nesse sentido, é importante lembrar que as intervenções em questão podem necessitar de licenciamentos ambientais, outorgas, elaboração de projetos, atualização de planos municipais de saneamento, obtenção de recursos, desapropriação de terras, etc. Assim, de uma forma geral, são destacadas, a seguir, algumas ações necessárias para que cada ação possa ser implementada, podendo ser identificadas outras quando da discussão sobre cada intervenção específica:
 - Elaboração / Atualização do PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico;
 - Elaboração de projeto conceitual, básico ou executivo;
 - Solicitação e obtenção de licenças ambientais (prévia, instalação e operação);
 - Solicitação e obtenção de outorga de lançamento de efluentes;

- Identificação da necessidade de desapropriação ou aquisição de terras e execução dos procedimentos necessários à sua efetivação;
 - Identificação de fontes e obtenção de recursos para implantação das intervenções.
- A partir da identificação das ações necessárias, deve ser construído, em comum acordo com os empreendedores, um cronograma que seja viável de ser cumprido, considerando todas as etapas e pré-requisitos. Nesse caso, importante lembrar que neste estudo foi apresentado um cronograma geral entre curto, médio e longo prazos, considerando a necessidade de entrada em operação dos sistemas. No entanto, deve ser feito junto aos empreendedores e outros atores participantes do processo, um cronograma detalhado, com a indicação de cada uma das etapas parciais e prazos possíveis de serem cumpridos. Entre esses atores, é fundamental incluir o poder público municipal e os órgãos gestores de recursos hídricos e meio ambiente, uma vez que a implementação das ações depende diretamente deles, principalmente em ações de desapropriação de terras, licenciamentos e outorgas. Além disso, é importante ter a participação de entidades responsáveis pelos financiamentos das intervenções, uma vez que sem elas pode se tornar inviável a execução e cumprimento das metas;
- Na sequência, com a definição e pactuação das etapas com todos os atores responsáveis, é fundamental que seja feita a formalização, sendo indicadas alternativas relacionadas a um acordo social ou instrumento de compromisso entre todos os participantes do processo. Entre esses participantes desse acordo social ou instrumento de compromisso, devem ser incluídos, além dos responsáveis pelas intervenções, prefeituras, os órgãos gestores de recursos hídricos e meio ambiente e o CBH, bem como, inclusive, entes responsáveis pela disponibilização de recursos e pelo financiamento das ações. Assim, o acordo ou instrumento a ser celebrado deve apresentar as responsabilidades de cada ator no processo, bem como os prazos necessários. Tais informações serão fundamentais no processo de acompanhamento e monitoramento da execução das ações do enquadramento, bem como da verificação

propriamente dita do cumprimento das metas de enquadramento aprovadas pelo CBH e CERH.

Ainda no contexto das recomendações, é importante destacar os empreendimentos privados relacionados, principalmente, a setores agrícola, industrial e minerário e que também dispõem de sistemas de lançamentos de efluentes em corpos de água da bacia ou que interferem na qualidade das águas em função da poluição difusa ocorrida de forma acentuada durante o período chuvoso. Apesar de não ter sido apresentado de forma direta um plano de investimentos ou programa específico para esses empreendimentos, são apresentadas algumas recomendações e comentários específicos sobre suas questões que se relacionam a metas e à necessidade de adequação de seus sistemas:

- Inicialmente, entende-se que a grande meta para tais empreendedores é exatamente que seus lançamentos de efluentes estejam adequados à classe de enquadramento de cada corpo receptor. Assim, considera-se que não há a necessidade de apresentação de uma meta específica para tais empreendimentos, uma vez que devem adequar seus sistemas de lançamentos de efluentes às respectivas classes dos corpos receptores. Dessa forma, enquanto ainda não estiverem sendo emitidas as outorgas para lançamentos de efluentes, recomenda-se que no contexto dos licenciamentos ambientais, tanto para novas licenças, quanto para renovações, os próprios empreendedores apresentem análises quanto à mistura de seus efluentes lançados nos corpos receptores e a manutenção da respectiva classe de enquadramento;
- Vale lembrar que todas as informações disponíveis de declarações de cargas poluidoras desses empreendimentos que são apresentadas junto aos órgãos do SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e que foram possíveis de ser obtidas, foram utilizadas nas análises desenvolvidas no presente estudo quanto à condição atual e para verificação do potencial de atingimento das classes propostas. Assim, apresenta-se mais uma recomendação de atenção e necessidade de que todos os empreendimentos que tenham cargas poluidoras lançadas nos corpos hídricos

da bacia efetivamente disponibilizem tais informações junto aos relatórios enviados periodicamente aos órgãos ambientais do estado. Nesse sentido, cabe ressaltar que, a partir do Decreto nº 47.866, de 19 de fevereiro de 2021, alterado em 30 de julho do mesmo ano pelo Decreto nº 48.243, a responsabilidade de recebimento de tais informações é do IGAM. Dessa forma, a fiscalização do IGAM pode ser realizada de forma remota e deve atentar para que todos os empreendimentos tenham suas informações recebidas e devidamente analisadas;

- Especificamente quanto às informações de cargas poluidoras que são apresentadas anualmente até 31 de março em formulário por meio de planilha Excel, recomenda-se que o IGAM preveja campos relacionados à classe de enquadramento do corpo de água receptor e à vazão de diluição necessária, que pode ser calculada diretamente por meio da equação de mistura utilizada e apresentada no presente estudo, a partir da vazão e concentração do efluente lançado. Assim, com base nessas informações, é possível verificar de forma objetiva o cumprimento da meta de cada empreendimento quanto à manutenção da classe de enquadramento;
- Com o recebimento das informações de cargas poluidoras, concentração e vazões de lançamento, é possível o IGAM iniciar a análise e emissão de outorgas de lançamento de efluentes para os empreendimentos em questão. Assim, considerando se tratar de um procedimento novo e a aprovação recente das metas de enquadramento, caso algum empreendimento apresente situação em que não atenda, atualmente, à respectiva classe do corpo receptor, recomenda-se a pactuação e formalização de metas em termos de prazos para o cumprimento pelo empreendedor;
- Outra recomendação para os empreendedores e que pode ser formalizada por meio de ato do IGAM trata da necessidade de monitoramento do corpo receptor quanto às condições de qualidade e verificação do atendimento à classe de enquadramento. Nesse sentido, os mesmos empreendedores que têm a demanda legal de envio anual das cargas poluidoras ao IGAM poderiam ter também regramento estabelecido para realização de monitoramento dos corpos de água receptores, estabelecendo-se os parâmetros mínimos,

frequência de coleta e análise, bem como a necessidade de encaminhamento ao IGAM junto com a mesma base da declaração de cargas poluidoras;

- Com base nas informações apresentadas nos subitens anteriores, é possível obter informações complementares sobre a qualidade das águas no estado, com uma série de pontos de análise em corpos de água receptores de efluentes, bem como a base de dados de lançamentos propriamente ditos. Assim, além de regularizar os usos por meio de outorgas, será possível verificar e estabelecer pactos e metas para os usuários cumprirem as metas de enquadramento e as informações poderão ser úteis para estudos futuros e possíveis revisões do enquadramento.

5.5 RECOMENDAÇÕES AOS PODERES PÚBLICOS FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL PARA ADEQUAÇÃO DE PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS

Conforme apresentado no Plano de Investimentos exposto no contexto desse documento, parte importante das ações previstas e que levarão à melhoria da qualidade das águas da bacia e atendimento às metas de enquadramento deverão ser executadas por agentes públicos municipais ou concessionárias de saneamento, cujos recursos para execução deverão advir de planos desenvolvidos em escalas municipal, estadual ou federal. É importante que sejam apresentadas algumas propostas em termos de planos e programas que deverão ser adequados para que permitam a disponibilização dos recursos em questão.

Nesse sentido, foram avaliados alguns dos planos e projetos considerados mais relevantes e que poderão dar subsídio a indicativos e a disponibilização de recursos para a execução das ações previstas no presente plano de investimentos. A seguir são apresentadas as propostas de aperfeiçoamentos dos planos em questão e a forma como deverão ser previstos:

- Planos Municipais de Saneamento Básico – PMSBs: conforme apresentado nos estudos desenvolvidos, foram avaliados todos os PMSBs para a verificação de ações e intervenções já planejadas e previstas, o que foi utilizado como base

para as propostas apresentadas neste estudo. Nesse sentido, propõe-se que seja apresentado aos municípios da bacia que quando forem executar a revisão de seus PMSBs, sejam feitas consultas às metas de enquadramento e desenvolvidas análises quanto à capacidade dos corpos hídricos da bacia de receber os efluentes tratados sem alterar as respectivas classes. Essas análises deverão ser realizadas no contexto dos estudos de revisão dos respectivos PMSBs, de forma a compatibilizar com as ações extras propostas neste estudo;

- Outro instrumento de planejamento referente ao setor saneamento e que envolve as ações de esgotamento sanitário trata-se do Atlas Esgotos desenvolvido pela ANA inicialmente em 2013 e cuja última atualização ocorreu em 2019. As informações de planejamento previstas no Atlas Esgotos também foram consultadas e utilizadas para a presente proposta. No entanto, em alguns casos, foi verificada a necessidade de ampliar sistemas previstos no Atlas de forma a compatibilizar o sistema de disposição de efluentes tratados com a classe de enquadramento. Dessa forma, a base de dados deste trabalho será disponibilizada e propõe-se que quando for realizada nova revisão do Atlas Esgotos pela ANA, que sejam também consideradas as propostas aqui apresentadas ou sistemas de tratamento similares de forma a atender às classes de enquadramento;
- Especificamente para o abastecimento de água, foram também utilizadas informações advindas de outro instrumento de planejamento, no caso o Atlas Águas, recém desenvolvido pela ANA. Nesse caso, as informações utilizadas são referentes às formas de tratamento de água para abastecimento humano. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA n° 357/2005 e a Deliberação Normativa Conjunta CERH/COPAM n° 01/2008 a forma de tratamento dos sistemas de abastecimento de água influencia a classe de enquadramento, sendo o tratamento simplificado para captações em corpos hídricos de classe 1 e convencional para captações em corpos de água de classe 2. Nesse caso, propõe-se que quando for desenvolvida a atualização do Atlas Esgotos, que seja utilizada a base de enquadramento que for aprovada pelo CBH e CERH para dar subsídio à

proposição de ampliação de sistemas de abastecimento atuais ou proposição de novos em função da classe de enquadramento;

- De abrangência estadual, ressalta-se o Plano Estadual de Saneamento Básico – PESB foi recentemente concluído, tendo seus documentos disponíveis considerados para a análise do presente estudo. De toda forma, considerando que este estudo de enquadramento evoluiu em diversas análises não consideradas no PESB, gerando informações mais detalhadas para a bacia e municípios de estudo, propõe-se que a base de dados gerada e as propostas aqui elaboradas para atendimento às classes de enquadramento sejam utilizadas como subsídio a um processo de atualização e compatibilização do PESB, quando for realizado;
- De abrangência nacional, ressalta-se o PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico, que é desenvolvido pelo governo federal, tratando do planejamento integrado do saneamento básico em seus quatro componentes (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta de lixo e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas). O PLANSAB foi elaborado para o horizonte temporal de 2014 a 2033, tendo sido aprovado formalmente em 2013, estando atualmente em revisão. De uma forma geral, consiste na construção de programas com ações indicadas e metas voltadas à universalização e melhoria de indicadores de saneamento para os próximos anos. Nesse sentido, sugere-se que em seu processo de revisão sejam incorporados indicativos e diretrizes voltados à execução de ações relacionadas ao atendimento das metas de enquadramento para as bacias hidrográficas;
- Um instrumento de planejamento governamental de grande relevância para dar subsídio à efetivação do enquadramento trata dos Planos Plurianuais – PPA estadual e federal, que estabelecem diretrizes, objetivos e metas da Administração Pública por meio de programas e ações com a disponibilização de recursos para execução. Nesse caso, a atualização dos PPAs é realizada no primeiro ano de cada governo federal ou estadual. Assim, a próxima atualização deverá ser realizada no ano de 2023 e, com isso, espera-se que a aprovação deste enquadramento pelo CBH e CERH seja realizada antes da

futura atualização. Assim, sugere-se o envio da relação de ações propostas neste enquadramento para que sejam consideradas no contexto da próxima revisão dos PPAs federal e estadual, o que poderá indicar a disponibilidade de recursos para as ações aqui previstas;

- Como já exposto anteriormente, o PDRH Pará foi aprovado em 2008, tendo sido composto de ações e programas voltados ao desenvolvimento do gerenciamento de recursos hídricos na bacia. Esse plano já possui cerca de 14 anos de execução e, portanto, já deveria ter sido motivo de revisão ou atualização de suas informações e ações. Nesse sentido, seguindo o que já foi apresentado para os órgãos gestores de recursos hídricos, propõe-se que sejam envidados esforços para que o processo de revisão e atualização do PDRH Pará seja realizado nos próximos anos de forma a compatibilizar suas ações para que deem suporte ao atingimento das classes de enquadramento dos corpos de água da bacia;
- Por fim, destaca-se o PRHSF, que foi desenvolvido com a previsão de ações voltadas ao aperfeiçoamento do processo de gerenciamento de recursos hídricos na bacia do rio São Francisco como um todo, tendo, inclusive, sido responsável pela disponibilização de recursos para o financiamento do presente estudo. A partir do PRHSF, foi desenvolvido o PAP – Plano de Aplicação Plurianual, aprovado pelo CBHSF com o indicativo de recursos a serem dispendidos para o horizonte temporal entre 2021 e 2025, atualmente em vigência. Nesse sentido, considerando que o PRHSF tem vigência até o ano de 2025, assim como o PAP em vigência, propõe-se que, quando de sua revisão, seja verificada a viabilidade de aplicação de recursos para o desenvolvimento de projetos (conceitual, básico ou executivo) para as ações propostas no plano de investimentos deste Programa de Efetivação do Enquadramento. Assim, poderão ser realizados avanços importantes voltados à implementação efetiva das ações e, conseqüentemente, o atendimento às metas de enquadramento.

5.6 SUBSÍDIOS TÉCNICOS E RECOMENDAÇÕES À ATUAÇÃO DO CBH

A aprovação do enquadramento de corpos de água em classes é responsabilidade legal do CBH e do respectivo Conselho de Recursos Hídricos. Dada a relevância desse instrumento para a bacia, a partir da aprovação do enquadramento, o CBH passa a ter outras possibilidades de temas para discussão e deliberação, de forma a apoiar o processo de articulação para a execução das ações, mas também acompanhar a sua implementação, o monitoramento e a verificação dos resultados e benefícios para a bacia. Para que isso seja feito da melhor forma possível, são apresentados, a seguir, alguns subsídios e recomendações que poderão ser utilizados pelo CBH em sua atuação, de forma coerente com as recomendações já apresentadas nos capítulos anteriores deste documento:

- A primeira recomendação apresentada trata da internalização dos resultados deste trabalho e do enquadramento aprovado. É fundamental que a sociedade atuante na bacia e com responsabilidade em ações que levem à melhoria da qualidade das águas seja informada e esclarecida quanto às metas de enquadramento e suas responsabilidades. Nesse sentido, em consonância com as recomendações de ações educativas já apresentadas anteriormente, sugere-se que seja desenvolvida uma cartilha sobre o enquadramento e as metas propostas e seja disponibilizada no sítio eletrônico do CBH, em suas reuniões e distribuída às prefeituras, concessionárias de saneamento, outros usuários de águas da bacia, bem como outros atores que tenham relevância no processo de melhoria da qualidade das águas. Além disso, é importante que sejam previstas e realizadas reuniões das CTs do CBH com convites a prefeituras, concessionárias de saneamento e outros usuários de águas da bacia para discussão e pactuação das responsabilidades e apoio necessário do CBH para que as ações se tornem realidade. Com essas discussões com os usuários, estes poderão indicar o apoio necessário em termos de articulação, mobilização ou capilaridade do CBH na bacia para tornar realidade as ações previstas;
- Conforme já apresentado anteriormente a partir da revisão do enquadramento, é fundamental motivar o início da implementação do

instrumento outorga para o lançamento de efluentes na bacia. Assim, considerando as responsabilidades legais do IGAM de análise e emissão de tais outorgas, recomenda-se que sejam realizadas reuniões entre representantes da CTOC – Câmara Técnica de Outorga e Cobrança do CBH com os técnicos daquele órgão gestor de recursos hídricos estadual, com vistas a discutir possíveis sub-bacias para o início do procedimento de outorga de lançamento de efluentes e verificação do apoio porventura necessário do CBH para a mobilização e chamada dos usuários à regularização de seus usos de águas;

- Outro instrumento de gestão de recursos hídricos que tem responsabilidades legais do CBH trata da cobrança pelo uso da água. Nesse sentido, de acordo com as recomendações já apresentadas para esse instrumento sugere-se que a CTOC do CBH Pará também paute a discussão da necessidade de revisão das expressões de cálculo da cobrança, considerando as classes de enquadramento aprovadas para os corpos de água da bacia;
- Ainda quanto aos instrumentos de gestão, é relevante lembrar o PDRH Pará, já citado anteriormente neste documento, e que foi aprovado em 2008 e para o qual considera-se relevante serem realizadas ações voltadas à sua revisão, principalmente em relação ao seu plano de ações, para a compatibilização de seus programas e ações com o plano de investimentos previsto neste enquadramento. Assim, tal revisão pode ser realizada com o apoio dos recursos da cobrança já realizada na bacia e, para isso, recomenda-se que o CBH paute tal necessidade em articulação junto à Agência Peixe Vivo;
- Considerando a atuação do CBH e de forma vinculada à cobrança e ao PDRH, importante indicar a discussão e verificação de necessidade de revisão do PAP – Plano de Aplicação Plurianual dos recursos advindos do CBH. Atualmente, o CBH Pará já dispõe de seu PAP que direciona a aplicação dos recursos recebidos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia. Assim, a partir dos indicativos de ações apresentadas neste estudo de enquadramento, o CBH pode verificar a disponibilidade e interesse de dispêndio de recursos para ações relacionadas à melhoria da qualidade das águas da bacia. Nesse sentido, é possível que os recursos não sejam

suficientes para a execução de obras, mas podem ser suficientes para a elaboração de projetos, estudos para obtenção de licenciamentos ambientais, para solicitação ou apoio à implementação e análise de outorgas, entre outros estudos relevantes para que as ações sejam efetivamente implementadas. Assim, com o apoio de recursos da cobrança para a elaboração de projetos e outros estudos relevantes, torna-se mais fácil a obtenção de financiamentos por meio de outras fontes de recursos governamentais nacionais ou internacionais para a execução propriamente dita das obras;

- Entre as atividades de responsabilidade do CBH, cabe destacar, ainda, o acompanhamento e monitoramento da execução das ações previstas no estudo de enquadramento, bem como seus resultados para a bacia. Nesse sentido, é fundamental que a CTPP se planeje para executar tal monitoramento com o apoio técnico do IGAM, que realiza o monitoramento da qualidade das águas na bacia. Dessa forma, é fundamental que o desempenho do enquadramento seja verificado por meio do acompanhamento da execução das ações propostas neste enquadramento, em conjunto com a análise de resultados efetivamente identificados para a bacia hidrográfica do rio Pará, principalmente no caminho para o cumprimento das metas intermediárias e progressivas para o enquadramento. Esses resultados para a bacia poderão ser verificados e avaliados a partir das análises de qualidade realizadas pela equipe técnica do IGAM, sendo fundamental seu apoio neste trabalho. Assim, ao longo do horizonte temporal deste enquadramento, será possível detectar possíveis desvios ao caminho de cumprir as metas e, caso necessário, identificar e indicar ações corretivas porventura necessárias;
- Ainda no contexto do acompanhamento do enquadramento e da condição de qualidade das águas na bacia, cabe lembrar dos parâmetros para esta proposta de enquadramento, que trataram do DBO, fósforo, nitrogênio e coliformes termotolerantes. Desde as análises diagnósticas do estudo, tais parâmetros foram considerados os mais relevantes para a verificação das condições de qualidade das águas no período de estiagem, em que se apresentaram em sua pior situação, principalmente devido ao lançamento de

cargas pontuais. De toda forma, é recomendável que o CBH acompanhe junto ao IGAM os resultados de monitoramentos de qualidade relacionados a outros parâmetros avaliados nas coletas e análises realizadas na bacia e, quando da revisão do enquadramento, avaliem a viabilidade de incremento nos parâmetros com a consideração de outros que também sejam verificados relevantes para a bacia. Trata-se de procedimento normal no enquadramento, sendo destacado, aqui, mais uma vez a questão do foco para a solução inicial de problemas relacionados a determinados parâmetros e, posteriormente, com a revisão, poderão ser previstos avanços tratando de outros parâmetros também destacados para a bacia.

5.7 PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

O acompanhamento da implementação das ações de um instrumento de planejamento de recursos hídricos é fundamental para que possam ser constatados os resultados esperados para a bacia. Além disso, ao verificar as ações executadas e cotejar às intervenções previstas, é possível identificar possíveis problemas e dificuldades encontrados e definir melhorias nos rumos do processo. De uma forma geral, é bastante conhecido e aplicado o processo de planejamento seguindo o modelo PDCA – Planejar, Fazer, Checar e Agir (do inglês *Plan, Do, Check, Act*), em que após a execução do planejamento, devem ser implementadas as ações, verificados seu desempenho e resultados e, a partir daí, devem ser realizadas melhorias retroalimentando o próprio planejamento. Nesse sentido, sugere-se que o monitoramento da execução das ações deste enquadramento seja realizado seguindo princípio semelhante, com seus resultados discutidos e utilizados para a revisão do enquadramento, caso necessário. Obviamente, o objetivo do enquadramento proposto é que todas as suas metas sejam cumpridas. No entanto, como qualquer processo de planejamento, o monitoramento de suas ações e resultados pode levar a possíveis melhorias na rota, caso sejam identificados problemas durante a sua implementação.

A ANA desenvolveu e disponibilizou recentemente o Manual para Avaliação da Implementação de Planos de Recursos Hídricos – PRHs (ANA, 2022) com a

apresentação de metodologia para avaliação desses instrumentos de planejamento. Para isso, avaliou uma série de planos e metodologias de monitoramento e, com base em sua experiência do processo, propôs um caminho para a execução do monitoramento, com diversas etapas. Nesse sentido, considerando que o documento em questão foi recém-elaborado e está disponível de forma aberta com toda a metodologia proposta e o Enquadramento também é um instrumento de planejamento, sugere-se a aplicação de uma adaptação da metodologia em questão, especificamente para o presente estudo, inclusive com uma forma de verificação de sua efetividade para o processo.

A Figura 5-37 apresenta o fluxograma proposto na metodologia em questão pela ANA que, apesar de ter sido desenvolvido para Planos de Recursos Hídricos, pode também ser utilizado para acompanhamento do instrumento Enquadramento, motivo do presente estudo. Dessa forma, na sequência será apresentada a adaptação proposta para o acompanhamento e avaliação do Enquadramento.

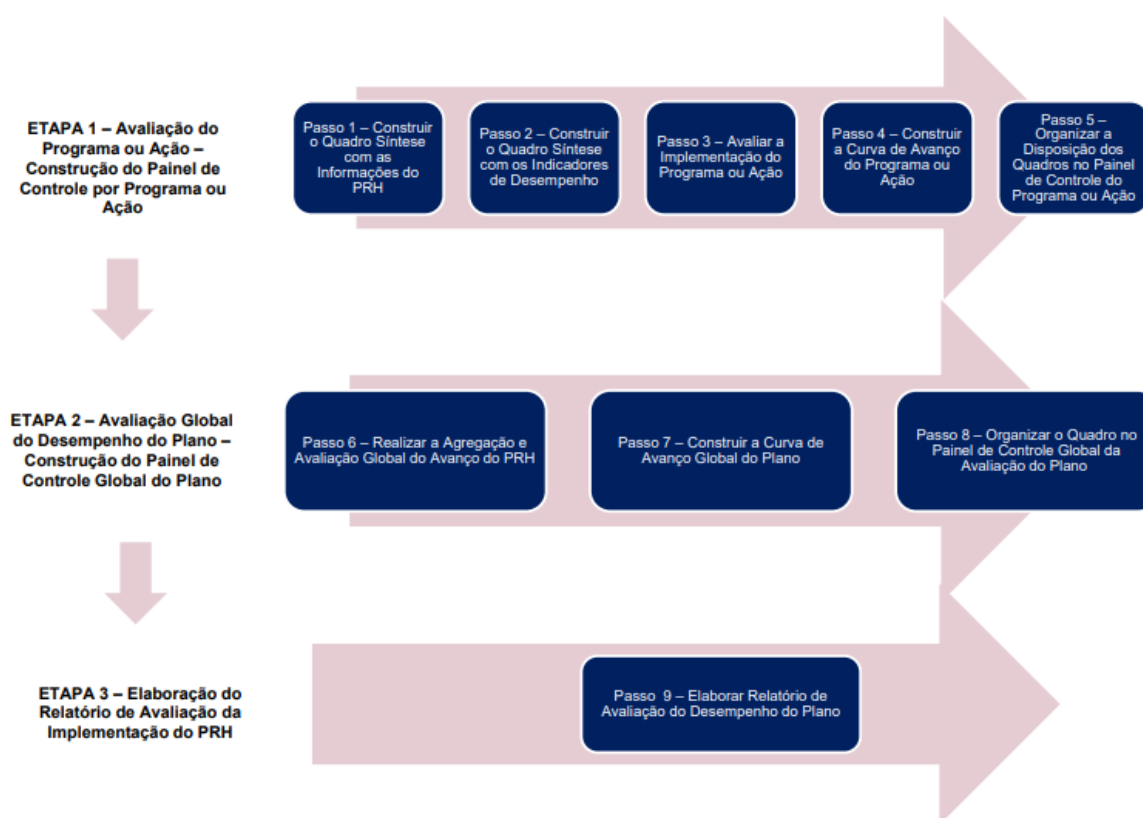


Figura 5-37 – Fluxograma de aplicação da metodologia de avaliação de PRHs.
Fonte: ANA (2022).

Nesse sentido, a seguir são apresentados alguns ajustes nos passos inicialmente propostos para os PRHs e que podem ser utilizados para o monitoramento do desempenho do Enquadramento. Os passos apresentados a seguir são adaptados para a avaliação das ações propostas do presente Enquadramento.

Passo 1 – Construir um quadro síntese com as informações do Enquadramento

Essa primeira etapa trata da avaliação das ações previstas para cada município, como proposto no Plano de Investimentos deste estudo, identificando as principais informações para cada ação:

- Município;
- Objetivos;
- Metas;
- Atividades previstas;
- Responsáveis;
- Horizonte temporal;
- Custo estimado.

Com base nas informações em questão, é importante elaborar esse quadro síntese com as informações para cada município.

Passo 2 – Construir o quadro síntese com os indicadores

Essa segunda etapa de aplicação da metodologia trata da construção de um quadro com a identificação das etapas necessárias ao cumprimento de cada ação. Para isso, como exposto anteriormente neste documento, para cada uma das ações por município, devem ser identificadas as etapas necessárias para que possam ser efetivamente implementadas, sendo apresentadas, a seguir, algumas possibilidades:

- Elaboração / Atualização do PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico;
- Elaboração de projeto conceitual, básico ou executivo;
- Solicitação e obtenção de licenças ambientais (prévia, instalação e operação);

- Solicitação e obtenção de outorga de lançamento de efluentes;
- Identificação da necessidade de desapropriação ou aquisição de terras e execução dos procedimentos necessários à sua efetivação;
- Identificação de fontes e obtenção de recursos para implantação das intervenções.

Assim, de acordo com o modelo proposto na metodologia de ANA (2022), devem ser identificadas as etapas necessárias e, para cada uma delas, deve ser construído um quadro seguindo o modelo do Quadro 5-38. Esse quadro só será possível construir quando for realizada a pactuação com cada responsável, de acordo com as recomendações apresentadas no subitem 5.4 deste documento. Nesse sentido, sugere-se que esse quadro esteja contido nos acordos de compromisso estabelecidos com os responsáveis pelas ações.

Quadro 5-38 – Modelo de quadro a ser montado para cada município.

Nota	Atividade / Etapa	Data Prevista
0,00	Nenhuma atividade executada	Mês/Ano
0,25	Marco parcial correspondente a 25% do esforço ou da meta do programa ou ação	Mês/Ano
0,50	Marco parcial correspondente a 50% do esforço ou da meta do programa ou ação	Mês/Ano
0,75	Marco parcial correspondente a 75% do esforço ou da meta do programa ou ação	Mês/Ano
1,00	Totalidade da meta ou objetivo cumprido	Mês/Ano

Fonte: adaptado de ANA (2022).

Passo 3 – Avaliar a implementação das ações referentes a cada município.

Essa terceira etapa trata da avaliação propriamente dita e será também realizada por município, devendo ser construído um quadro a cada período de análise, com as seguintes informações:

- Status de execução das ações;
- Nota de avaliação de acordo com o Quadro 5-38;
- Atividades executadas: apresenta um breve relato do que efetivamente foi executado no período

- Principais constatações: apresenta uma breve análise do que foi verificado até o momento;
- Recomendações: apresenta recomendações de ajustes nas ações ou melhorias no processo para que sejam obtidos resultados mais positivos para a bacia;
- Investimentos: apresenta os recursos gastos na execução das ações.

Sugere-se que o monitoramento em questão seja realizado com a frequência anual e pelos membros da CTPP.

Passo 4 – Construir a curva de avanço das ações por município

Nesta etapa da análise, deve ser construída uma curva de avanço previsto das ações de acordo com o cronograma pactuado com os atores responsáveis. Essa curva de avanço deverá ser elaborada quando de cada monitoramento e deve ser preenchida comparando o cronograma previsto de cada ação com o efetivamente executado a cada horizonte temporal. Assim, será possível identificar possíveis desvios e indicar ações porventura necessárias para melhoria na execução e nos resultados para a bacia.

Passo 5 – Disposição dos quadros em um Painel de Controle

Para apresentar os resultados da análise para a sociedade, é importante construir um painel de controle ou *dashboard*, de uma forma que seja possível em apenas uma tela visualizar tudo o que foi previsto para cada município e o que efetivamente foi executado no horizonte temporal em questão.

Passo 6 – Realizar a agregação e avaliação global do avanço das ações do Enquadramento

Nesta etapa de análise devem ser agregadas as notas obtidas na avaliação das ações executadas para cada município e, a partir dessa agregação, obter o resultado global do avanço das ações de enquadramento até aquele momento.

Passo 7 – Construir a curva de avanço global das ações do enquadramento

Seguindo o mesmo modelo do passo 4, deve ser construída uma curva de avanço previsto das ações do enquadramento e que deve ser comparada com a curva de avanço executado das ações. Assim, de uma forma global, poderá ser verificada a condição a cada horizonte temporal, para o qual sugere-se que seja anual.

Passo 8 – Organizar o Painel de Controle referente às ações do Enquadramento

Seguindo o mesmo princípio do passo 5, deve ser construído um modelo de painel de controle apresentando os resultados globais agregando as ações executadas em todos os municípios da bacia em um quadro único em que possa ser avaliado e discutido pela Câmara Técnica e apresentado junto ao CBH para identificação de possíveis melhorias nas ações em curso.

Passo 9 – Elaboração do relatório anual de análise

A partir dos resultados das etapas anteriores, sugere-se que seja construído um modelo de relatório com as principais informações agregadas em um documento único e padronizado, de forma sintetizada e com as principais constatações e resultados obtidos para a bacia no final daquele horizonte temporal de análise. Ao mesmo tempo, o relatório também deve apresentar as principais necessidades de ajustes nas ações, de acordo com possíveis problemas identificados quando da execução. Esse relatório deve ser elaborado pela Câmara Técnica e discutido pelo CBH, de forma a indicar possível maior apoio dos seus membros para que as ações sejam executadas ou caso seja verificada necessidade de ajuste em alguma ação ou no cronograma de implementação.

6. SÍNTESE DAS REUNIÕES, CONSULTAS E AUDIÊNCIAS PÚBLICAS

6.1 EVENTOS REALIZADOS

Foram realizados, ao longo da elaboração do presente estudo, quatro reuniões com o GAT (três delas em conjunto com a CTPP), três consultas públicas e uma audiência pública, para a CH SF2. Tais eventos contaram com a participação de órgãos como: CBHSF, CBH Pará, Agência Peixe Vivo, IGAM, além de representantes dos poderes

públicos locais (Prefeituras e Secretarias de Meio Ambiente, dentre outros), dos setores usuários (FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, FAEMG – Federação da Agricultura de Minas Gerais, COPASA, concessionárias de água e esgoto municipais, dentre outros) e do público em geral.

A mobilização foi realizada com a utilização de diversos meios de comunicação, citando-se alguns: Facebook, Instagram, Youtube, WhatsApp, e-mail direto, contato telefônico. Os relatórios de cada etapa de estudos foram disponibilizados em site específico do estudo, em sua versão preliminar no período anterior às consultas/audiências públicas e na versão final, após a realização dos eventos.

Os eventos foram realizados integralmente no modo virtual, com a utilização da plataforma Microsoft Teams, nas datas indicadas no Quadro 6-1 a seguir. As consultas públicas e a audiência pública foram gravadas e posteriormente disponibilizadas no canal do Youtube do estudo.

Quadro 6-1 – Eventos realizados ao longo do estudo, para a CH SF2.

Evento	Data	Nº de participantes	Assunto discutido
Reunião GAT	01/09/2021	11	Produto 2 – Diagnóstico SF2
Consulta pública	08/09/2021	34	Produto 2 - Diagnóstico SF2
Reunião GAT/CTPP	12/11/2021	23	Produto 3 - Prognóstico SF2
Consulta pública	30/11/2021	22	Produto 3- Prognóstico SF2
Reunião GAT/CTPP	16/02/2022	19	Produto 4 - Proposição de Metas SF2
Audiência pública	23/02/2022	60	Produto 4 - Proposição de Metas SF2
Reunião GAT/CTPP	26/05/2022	11	Produto 5 – Programa de Efetivação SF2
Consulta pública	07/06/2022	23	Produto 5 – Programa de Efetivação SF2
Reunião GAT/CTPP	21/07/2022	14	Produto 7 – Relatório Final SF2

6.2 SÍNTESE DOS COMENTÁRIOS

Conforme apresentado no subitem anterior, ao longo do desenvolvimento dos estudos, foram realizados diversos eventos objetivando a participação da sociedade interessada como consultas públicas, reuniões com Grupo de Acompanhamento, Câmara Técnica e com o próprio CBH. Nesses eventos, realizados de forma específica para todas as etapas, foram expostos os estudos técnicos desenvolvidos e foram realizadas discussões e apresentações de comentários, que foram considerados nas revisões pela equipe técnica de estudos. Além disso, todos os documentos elaborados foram disponibilizados durante todo o período de estudos em link na internet para acesso e comentários pelos interessados, tendo sido divulgados durante todos os eventos realizados.

Os comentários recebidos nos eventos realizados e por meio de acesso aos documentos pela internet foram respondidos ou atendidos e são apresentados na íntegra nos relatórios técnicos parciais referentes a cada etapa de estudo. Considerando este documento consolidado, a seguir são destacados alguns dos comentários realizados durante os eventos, lembrando que foram apresentados de forma detalhada nos respectivos relatórios:

- Foi verificada a necessidade de melhoria na base de dados existente para estudos futuros;
- Constatada necessidade de melhoria nos monitoramentos e dados de usuários;
- Necessidade de que as propostas de enquadramento considerem situações realistas, que possam ser efetivamente cumpridas;
- Necessidade de considerar duas alternativas de enquadramento, sendo uma mais realista e uma mantendo os corpos hídricos classe 1 e especial do enquadramento anterior, de acordo com o previsto na DN Conjunta CERH/COPAM nº06/2017;
- Atentar para a consideração das unidades de conservação de proteção integral e terras indígenas existentes na bacia;

- Importância das recomendações para os instrumentos de gestão, principalmente as outorgas, para dar subsídios para que seja iniciada a análise e emissão de outorgas na bacia;
- Prever ações para a revisão do enquadramento no futuro, principalmente relacionadas à melhoria da base de dados e com base no monitoramento dos resultados desse enquadramento;
- Prever um indicativo que a revisão do PDRH seja realizada em conjunto com a avaliação dos resultados e acompanhamento do enquadramento;
- Indicar recomendações para a participação efetiva do CBH no processo de acompanhamento das ações e de seus resultados para melhoria da qualidade das águas da bacia;
- Indicar recomendações para a participação dos atores da bacia no processo de acompanhamento do enquadramento;
- Ressaltar a importância de que a revisão do enquadramento possa considerar outros parâmetros, a partir do cumprimento desses primeiros considerados no presente estudo, como uma forma de avanço no acompanhamento das condições de qualidade das águas na bacia.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório trata do documento final com as propostas para o enquadramento dos corpos de água em classes para a bacia do rio Pará – CH SF2. Nesse sentido, apresenta a consolidação dos resultados de todas as etapas do estudo desenvolvido, envolvendo o Diagnóstico, Prognóstico, Proposta de Metas Relativas às Alternativas de Enquadramento e Programa de Efetivação do Enquadramento.

Assim, é apresentada a consolidação de todos os resultados obtidos ao longo do estudo, mas com determinado grau de síntese em alguns aspectos, principalmente no que se refere à apresentação de metodologias e expressões de cálculo, bem como detalhes de informações básicas utilizadas. Assim, o leitor interessado em detalhes de determinados itens que não estejam contemplados no presente documento pode ser direcionado aos documentos parciais desenvolvidos por ocasião deste estudo.

Os estudos foram desenvolvidos com as melhores informações obtidas, baseando-se em um levantamento extenso, bem como a consulta a entidades relevantes da bacia e que dispunham de informações relevantes. Nesse sentido, destaca-se aqui o extenso levantamento de dados e base utilizada, mas, ao mesmo tempo, cabe indicar melhorias possíveis em bases de monitoramento de qualidade das águas, principalmente dos afluentes aos rios principais da bacia, o que poderá indicar revisão do enquadramento em momento oportuno. Além disso, cabe também indicar necessidade de melhoria nas bases de dados de usos das águas em cada trecho de curso de água, principalmente no sentido de apresentar as finalidades preponderantes e mais restritivas em termos de qualidade das águas. Como exposto ao longo do documento, por vezes as bases de dados de outorgas apresentam usuários com diversas finalidades de usos, mas não se tem a informação sobre qual a principal ou as demandas específicas, de forma a definir as preponderantes.

Assim, lembra-se aqui da necessidade de monitoramento e acompanhamento dos resultados deste enquadramento, tanto no que se refere à verificação de execução das ações previstas quanto do cumprimento das metas de enquadramento. Esse monitoramento deve ser acompanhado pela CTPP/CBH e, de acordo com os resultados, devem ser previstas e indicadas revisões porventura necessárias no enquadramento ao longo do tempo.

Outro aspecto a ressaltar trata da necessidade de compatibilização com o PDRH Pará, principalmente no que se refere às ações desenvolvidas naquele estudo. Conforme análises realizadas, verificou-se que aquele plano foi aprovado em 2008, não tendo sido ainda revisado ou atualizado. Nesse sentido, considerando que uma série de ações previstas em um PDRH podem também levar a benefícios em termos de qualidade das águas e que ele deve ser articulado com o enquadramento da bacia, é fundamental que sejam desenvolvidas ações visando a sua revisão e que seja articulada com a previsão de ações para maior integração com o enquadramento e de forma a potencializar os resultados para a bacia.

Ainda no contexto de destaques, vale lembrar das recomendações e propostas apresentadas no Programa de Efetivação do Enquadramento, especialmente no que se refere à implementação da outorga de lançamento de efluentes. Esse instrumento

deverá ser fundamental para ter o conhecimento mais acurado dos lançamentos de efluentes realizados na bacia para todos os setores usuários e, com isso, poderá dar subsídio ao melhor conhecimento da condição dos afluentes da bacia, bem como uma revisão das ações propostas, incluindo indicações para os usuários de setores como o industrial, minerário e a agropecuária. Nesse sentido, cabe citar o papel do IGAM, com destaque importante na participação ao longo do desenvolvimento de todas as etapas deste estudo, mas que também deverá continuar com sua forte atuação na sequência da aprovação deste enquadramento.

Vale lembrar, como acordado com o GAT e CTPP, que este documento apresenta duas alternativas de propostas de enquadramento, sendo que a Alternativa 1 apresenta uma condição considerada mais viável para a bacia, com base nos seus usos preponderantes mais restritivos e a Alternativa 2 segue o previsto no artigo nº 14 da DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 06/2017 que dispõe que a revisão do enquadramento anterior não se aplica a corpos de água enquadrados em classes especial e 1. Nesse sentido, considerando que o enquadramento anterior estabelecido pela Deliberação COPAM nº 14/1994 apresentava uma série de trechos em classes 1 e especial, caso seja definida pela Alternativa 2, tais trechos não deverão ter suas classes alteradas. A apresentação de duas alternativas foi solicitada pela CTPP e GAT, considerando a discussão ora em curso no contexto do COPAM e CERH sobre uma possível retificação da DN Conjunta COPAM/CERH MG nº 06/2017. Assim, a deliberação sobre a alternativa a ser selecionada é do CBH Pará, mas depende de aprovação da retificação em questão, o que pode permitir a consideração da Alternativa 1, que trata de possibilidades mais viáveis para a bacia e efetivamente considerando o princípio básico do enquadramento em função dos usos preponderantes mais restritivos.

Por fim, fundamental lembrar o papel de suma importância do CBH Pará ao longo de todo o processo de discussão, mas deverá ter atuação muito forte a partir da aprovação do enquadramento, com uma série de ações relevantes e no apoio às discussões, mobilização e articulação para o cumprimento efetivo do enquadramento aprovado. Assim, ao longo do Programa de Efetivação do Enquadramento foram apresentadas algumas recomendações para o CBH, mas destaca-se aqui a

necessidade de acompanhamento bastante próximo das ações e intervenções que deverão ser realizadas, bem como do monitoramento de qualidade das águas e verificação do cumprimento das metas aqui propostas.

8. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969/1997: Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

AMORIM, L. F. Hydrodynamics and Water Quality Assessment Of Lakes By Thermal Behaviour And Modelling. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Águas: Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano. Brasília, 332 p. 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, 2017.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Recurso Online: Estações de Tratamento de Esgoto (2019) (planilha). Disponível em: < <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>>. Acesso em abril de 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017. Disponível em: < <https://metadados.snirh.gov.br> >. Acesso em maio de 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Caderno de Recursos Hídricos 6: Implementação do Enquadramento em Bacias Hidrográficas no Brasil; Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos – SNIRH: arquitetura computacional e sistêmica no Brasil. Brasília, DF, 2009. Disponível em:

<https://www.ana.gov.br/acoesadministrativas/cdoc/CatalogoPublicacoes_2009.asp>
. Acesso em junho de 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Evaporação Líquida de Reservatórios Artificiais. 2017. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>>. Acesso em: junho de 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Portal Hidroweb. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: maio de 2021.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibjNjc4OGYyYjQyYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: junho de 2021.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025. Resumo Executivo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Alagoas, 2016.

CHAPRA, S. C. Surface Water-Quality Modeling. [S.l.]: Waveland Press, 2008.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Informações recebidas por email e em reuniões realizadas com técnicos da COPASA em junho de 2022.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos do Brasil. Rio de Janeiro. Escala 1:2.500.000 SIG. 2007.

EMATER-MG – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Fossa Ecológica – TEVAP. Disponível em: <<https://www.fbb.org.br/images/Editais/COPASA/2019/Fossa%20S%C3%A9ptica%20TEVAP.pdf>>. Acesso em agosto de 2022.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Declaração de carga poluidora, ano base 2019. Disponível em: < <http://www.feam.br/-declaracao-de-carga-poluidora> >. Acesso em junho de 2021.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Belo Horizonte, 2012.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Belo Horizonte, 2018.

HARPER, H. H. Stormwater Chemistry and Water Quality: Estimating Pollutant Loadings and Evaluation of Best Management Practices for Water Quality Improvements. Environmental Research&Design, inc., 1998.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/. Acesso em: maio de 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de geomorfologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil, escala 1:250.000, Geomorfologia. Rio de Janeiro, 2019

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Utilização de fertilizantes por unidade de área (kg/ha.ano). Sistema de Recuperação Automática – Sidra. Rio de Janeiro, 2012.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Comitês e Unidades de Planejamento. Belo Horizonte: IGAM, 2010a. Disponível em:

<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/83?task=view>. Acesso em: maio de 2021.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/6020-outorga>>. Acesso em: junho de 2021.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil – NCB Período 1981 – 2010. 2019. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: maio de 2021.

Jl, Z.-G. Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

MAPBIOMAS. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>>. Acessado em 01 de abril de 2019.

MARTINS, J. R. S. Hidrodinâmica Aplicada à Modelagem de Qualidade das Águas Superficiais: Revisão de processos e métodos. Tese de livre docência. ed. São Paulo: USP, 2017.

OLIVEIRA, M. d., ROCHA, C. H., VELEZ, o. G., & SOUZA, L. d. (2018). Qualidade da água e índice de conformidade ao enquadramento da represa Dr. João Penido, Juiz de Fora (MG), Brasil. III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (pp. 1-8). Juiz de Fora: UFJF.

OMERNIK, J. M. Nonpoint source-stream nutrient level relationships: a nationwide study. U.S. EPA Report nº EPA-600/3-77-105. U. S. Environmental Protection Agency. Corvallis, Oregon, 1977.

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., AND MCMAHON, T. A.: Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633–1644, <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>, 2007.

ROSMAN, L. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1 ... Washington, DC, EPA/600/R-14/413 (NTIS EPA/600/R-14/413b), 2015.

SEMA – Secretaria de Estado e Meio Ambiente. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul – PERH-MS. Campo Grande, MS. Editora UEMS, 2010.

TESE – TECNOLOGIA EM SISTEMAS ESPACIAIS LTDA. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, 2008.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia. Ciência e Aplicação. UFRGS Editora. 943p. ISBN: ISBN: 978 - 85 - 7025 - 924 - 0. 2020.

TUCCI, C. E. M. Modelos hidrológicos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. 1. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

ANEXO I - ATA DA REUNIÃO DE DISCUSSÃO NO GAT E CÂMARA TÉCNICA

Enquadramento dos Corpos de Água Superficiais e Subterrâneas da
Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Trecho Alto São Francisco
Relatório Final do Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais da
Circunscrição Hidrográfica SF2 – Bacia do Rio Pará
Anexo I

ENGECORPS
1448-APV-06-RH-RT-0001

ANEXO II - MINUTA DE DELIBERAÇÃO DE ENQUADRAMENTO

Enquadramento dos Corpos de Água Superficiais e Subterrâneas da
Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Trecho Alto São Francisco
Relatório Final do Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais da
Circunscrição Hidrográfica SF2 – Bacia do Rio Pará
Anexo II

ENGECORPS
1448-APV-06-RH-RT-0001

CBH Pará – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Deliberação nº XX, de XX (dia) de XX (mês) de 2022.

Aprova o Enquadramento de
Corpos de Água Superficiais em
Classes, segundo os usos
preponderantes.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, no uso de suas atribuições,

Considerando a Lei Estadual nº 13.199/1999 que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e que estabelece o Enquadramento dos Corpos de Água em Classes como um de seus instrumentos;

Considerando que todos os procedimentos e o conteúdo dos estudos seguiram as diretrizes e procedimentos legais estabelecidos para enquadramento na Resolução do CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 91/2008 e a Deliberação Normativa Conjunta do CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos e COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais nº06/2017, bem como outros normativos correlatos ao tema;

Considerando a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005 e a DN – Deliberação Normativa Conjunta entre o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e do CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 01/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, dentre outros aspectos;

Considerando que foram realizadas discussões de todas as etapas do processo de elaboração dos estudos no âmbito de consultas públicas e da CTPP deste CBH, inclusive com a realização de audiência pública no âmbito da etapa de apresentação de Propostas de Metas Relativas às Alternativas de Enquadramento;

Considerando que compete aos Comitês de Bacias Hidrográficas o encaminhamento da proposta de enquadramento dos corpos de água em classes de qualidade ao CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos, para fins de homologação;

Considerando que o enquadramento, instrumento de planejamento e gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos, consiste no estabelecimento de meta de qualidade de água a ser alcançada ou mantida, ao longo do tempo, em um trecho de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes mais restritivos pretendidos;

Considerando o embasamento técnico e os resultados dos estudos desenvolvidos pela APV – Agência Peixe Vivo, IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas e CBH Pará;

Delibera:

Art. 1º Fica aprovado o Enquadramento dos Corpos de Água da bacia do rio Pará, da forma como exposto no Anexo I desta Deliberação:

Art. 2º - A aplicação de todos os instrumentos de gestão de recursos hídricos deve buscar o cumprimento das metas intermediárias progressivas e finais de enquadramento para os corpos de água da bacia.

Art. 3º - Esta Deliberação entra em vigor na data de sua publicação, revogando as Deliberações Normativas COPAM nºs 28 e 31/1998.

ANEXO I da Resolução

Alternativa 1

Rio Pará

Trecho 1: classe 2, desde sua nascente até a confluência com o córrego Samambaia, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe especial, desde a confluência com o córrego Samambaia até a confluência com o córrego Catucá, incluindo os seguintes afluentes:

- córrego Tingidor, em seus trechos de códigos 796825 e 2467087;
- afluentes sem nome com os seguintes códigos de trecho: 2738192, 843488, 3081579, 2549090, 635527, 3180737, 1174269, 3009495, 1248953, 84122, 747298, 1365120, 1492491, 796825, 845874, 2729922, 1764526, 1801091, 1861060, 1276107, 635471, 2145865, 2334765, 2587044, 1276108, 2372248, 164123, 1276105, 911205, 2106289, 217642, 2587039, 194485, 2151946, 2334780, 3086533, 2699568, 2607575, 2590365, 2569683, 782638, 2215282, 217643, 1941811, 1807924, 1504169, 1496299, 1484113, 1452939, 1388521, 1353770, 1240667, 1025180, 1018821, 1276103, 985867, 3176866, 194636, 2311918, 635528, 3081556, 1428189, 3057039, 2467087, 217602, 1276106, 2334779.

Demais afluentes ao Trecho 2: classe 2.

Trecho 3: classe especial, desde a confluência com o córrego Catucá até a confluência com o ribeirão Campo Grande, incluindo os seguintes afluentes:

- córrego Catucá, do seu trecho de código 1924227 até o trecho de 2434533, incluindo seus afluentes (inclusive o trecho de código 2434555);
- córrego Catucá, do seu trecho de código 1924161 até a confluência com o rio Pará, inclusive seus afluentes;

- afluentes sem nome com os seguintes códigos de trecho: 565312, 2448704, 1843752, 2747569, 2875654.

Demais afluentes ao Trecho 3: classe 2.

Trecho 4: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Campo Grande até a confluência com o ribeirão Boa Vista, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego Moganga, em seu trecho de código 3302446: classe especial;

- afluentes sem nome com os seguintes códigos de trecho: 720796, 3302478, 2005880 e 751531: classe especial.

Trecho 5: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Boa Vista até a confluência com o córrego Cachoeirinha, incluindo seus afluentes.

Trecho 6: classe 2, desde a confluência com o córrego Cachoeirinha até a confluência com o córrego São João, incluindo seus afluentes.

Trecho 7: classe 2, desde a confluência com o córrego São João até a confluência com o rio Itapecerica, incluindo seus afluentes.

Trecho 8: classe 2, desde a confluência com o rio Itapecerica até a confluência com o córrego Conquista, incluindo seus afluentes da sub-bacia do Médio rio Pará.

Trecho 9: classe 2, desde a confluência com o córrego Conquista até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão da Fartura ou Gama, em seus trechos de códigos 712486 e 2486584: classe 4.

Trecho 10: classe 2, desde a confluência com o rio São João até a confluência com o córrego Morro Agudo, incluindo seus afluentes da sub-bacia do Baixo rio Pará.

Trecho 11: classe 2, desde a confluência com o córrego Morro Agudo até a confluência com o rio Lambari, incluindo seus afluentes.

Trecho 12: classe 2, desde a confluência com o rio Lambari até a confluência com o ribeirão da Formiguinha, incluindo seus afluentes da sub-bacia do Baixo rio Pará e do rio do Peixe. Exceto o seguinte afluente:

- córrego Pontinha, em seus trechos de códigos 2732800 e 2448719: classe 3.

Trecho 13: classe 1, desde a confluência com o ribeirão da Formiguinha até a confluência com o córrego Baianca, incluindo os seguintes afluentes:

- córrego da Caetana, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;

- córrego da Pindaíba, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;

- córrego Criciúma, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;

- córrego do Buriti Fundo, em seus trechos de códigos 780959, 1970441, 895831 e 2700187;

- ribeirão do Pari, em seus trechos de códigos 3023148, 2557221, 2080296, 1964112, 1598163, 979385, 977202, 760751, 540394;

- afluentes sem nome com os seguintes códigos de trecho: 309554, 1522942, 895830, 1017739, 3254772, 1846231, 3224334, 1846147, 690769, 2877073, 1729671, 1305589, 1121068, 1185601, 2508420, 1815227, 2801051, 2084846, 3166516, 2965245, 1918885, 1186746, 2969926, 3146135, 2985249, 2946111, 778990, 2359375, 1179654, 1564661, 1593509, 1929713, 480683.

Demais afluentes ao Trecho 13: classe 2.

Trecho 14: classe 2, desde a confluência com o córrego Baianca até a confluência com o córrego Bom Sucesso, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- córrego Baianca, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 15: classe 2, desde a confluência com o córrego Bom Sucesso até a confluência com o rio do Picão, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego Bom Sucesso em seus trechos de códigos 2886885, 2886821, 99858, 2886886, 2886914 e 783485: classe 1;

- afluentes sem nome, cujos códigos de trecho são: 1776423, 2886791, 1903115, 2907418 e 2738799: classe 1.

Trecho 16: classe 2, desde a confluência com o rio do Picão até a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 2962481), incluindo seus afluentes da sub-bacia do Baixo rio Pará.

Trecho 17: classe 2, desde a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 2962481) até a confluência com o rio São Francisco, incluindo seus afluentes.

Rio Itapecerica

Trecho 1: classe 2, desde sua nascente até a confluência com o córrego do Barreiro, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 2, desde a confluência com o córrego do Barreiro até a confluência com o ribeirão Vermelho, incluindo seus afluentes.

Trecho 3: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Vermelho até a confluência com o ribeirão Santo Antônio, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- ribeirão Vermelho, em seus trechos de códigos 1672239 e 3136193: classe 1;

- afluentes sem nome de código de trecho 61210 e 1277024: classe 1.

Trecho 4: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Santo Antônio até a confluência com o córrego dos Magnos, incluindo seus afluentes.

Trecho 5: classe 2, desde a confluência com o córrego dos Magnos até a confluência com o ribeirão Partifário ou da Malhada, incluindo seus afluentes.

Trecho 6: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Partifário ou da Malhada até a confluência com o ribeirão Boa Vista, incluindo seus afluentes da sub-bacia do rio Itapecerica.

Trecho 7: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Boa Vista até a confluência com o córrego do Paiol, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- ribeirão do Cláudio, em seus trechos de códigos 1017628, 2723670, 2162620, 1904558, 1070391, 1334609, 2067719, 2552836: classe 4.

- ribeirão do Cláudio, em seus trechos de códigos 1624479, 2241470, 1952924, 849217, 2776636, 2794906, 2285025, 965982, 2791855, 1330095, 2712630, 1378348, 1947912, 2639793, 2747206: classe 3.

Trecho 8: classe 2, desde a confluência com o córrego do Paiol até a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 1305441), incluindo seus afluentes.

Trecho 9: classe 2, desde a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 1305441) até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Rio São João

Trecho 1: classe 2, desde a sua nascente até a confluência com o córrego do Aterrado, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 2, desde a confluência com o córrego do Aterrado até a confluência com o córrego do Feixe, incluindo seus afluentes.

Trecho 3: classe 2, desde a confluência com o córrego do Feixe até a confluência com o córrego Fundão, incluindo seus afluentes.

Trecho 4: classe 2, desde a confluência com o córrego Fundão até a confluência com ribeirão dos Campos ou dos Lopes, incluindo seus afluentes.

Trecho 5: classe 2, desde a confluência com o ribeirão dos Campos ou dos Lopes até a confluência com o ribeirão Calambau, incluindo seus afluentes.

Trecho 6: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Calambau até a confluência com o ribeirão dos Coelhos ou dos Machados, incluindo seus afluentes.

Trecho 7: classe 2, desde a confluência com o ribeirão dos Coelhos ou dos Machados até a confluência com o córrego do Cedro, incluindo seus afluentes.

Trecho 8: classe 2, desde a confluência com o córrego do Cedro até a confluência com o córrego Vargem do Santiago, incluindo seus afluentes das sub-bacias do rio São João e do ribeirão Paciência. Exceto os seguintes trechos:

- ribeirão Paciência, em seus trechos de códigos 2666664, 1683744, 2280522, 1308440, 966772, 2681124: classe 3;

- ribeirão da Onça, em seus trechos de códigos 1310398, 2692399, 689920: classe 3.

Trecho 9: classe 2, desde a confluência com o córrego Vargem do Santiago até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Rio Lambari

Trecho 1: classe 2, desde sua nascente até a confluência com o córrego do Olho-d'água, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 2, desde a confluência com o córrego do Olho-d'água até a confluência com o córrego do Burgalhão, incluindo seus afluentes.

Trecho 3: classe 2, desde a confluência com o córrego do Burgalhão até a confluência com o córrego Moro Grande ou da Olaria, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- ribeirão Guandu, em seus trechos de códigos 2685526, 1336377, 608929: classe 4;

- ribeirão Diamante, em seus trechos de códigos 642748, 438880, 2047486: classe 4.

Trecho 4: classe 2, desde a confluência com o córrego Moro Grande ou da Olaria até a confluência com o córrego Paramirim, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- córrego Moro Grande ou da Olaria, desde sua nascente até a confluência com o rio Lambari, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 5: classe 2, desde a confluência com o córrego Paramirim até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Rio do Picão

Trecho 1: classe 2, desde a sua nascente até a confluência com o córrego Chicão, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 2, desde a confluência com o córrego Chicão até a confluência com o córrego Raposo, incluindo seus afluentes.

Trecho 3: classe 3, desde a confluência com o córrego Raposo até a confluência com o córrego Buriti do Jorge. Afluentes ao Trecho 3:

- córrego da Chácara, em seus trechos de códigos 2750250, 1033050, 299241, 93119, 2765613, 727806, 2779637: classe 4;

- córrego Raposo, em seus trechos de códigos 1307078, 2207130, 1643814, 2163660: classe 4

- demais afluentes ao Trecho 3: classe 2.

Trecho 4: classe 3, desde a confluência com o córrego Buriti do Jorge até a confluência com o córrego do Rasgão. Afluentes ao Trecho 4:

- todos os afluentes ao Trecho 4: classe 2.

Trecho 5: classe 2, desde a confluência com o córrego do Rasgão até a confluência com córrego sem nome (código de trecho deste córrego na confluência: 2639046), incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego do Pulador, em seu trecho de código 1571015: classe 4;

- córrego sem nome, em seu trecho de código 1080791: classe 3.

Trecho 6: classe 2, desde a confluência com córrego sem nome (código de trecho deste córrego na confluência: 2639046) até seu trecho de código 2095524, incluindo seus afluentes.

Trecho 7: classe 2, desde seu trecho de código 1762515 até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Alternativa 2

Rio Pará

Trecho 1: classe 1, desde sua nascente até a confluência com o córrego Samambaia, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego Boa Vista, desde sua nascente até a confluência com o córrego Cajuru, incluindo seus afluentes: classe especial;

- córrego Jacarandira e seus afluentes, em seus trechos de códigos: 105921, 105927, 105975, 105976, 105982, 645695, 807423, 1040644, 1148306, 1211776, 1269832, 1269897, 1269911, 1279574, 1279575, 1279584, 1279585, 1279586, 1279594, 1717890, 1894735, 1915555, 2097920, 2100316, 2105143, 2520958, 2521015, 2521065, 2753658, 2869051: classe especial.

Trecho 2: classe especial, desde a confluência com o córrego Samambaia até a confluência com o córrego Catucá, incluindo os seguintes afluentes:

- córrego da Lagoa, desde sua nascente até a confluência com o ribeirão da Cachoeirinha ou do Açude;

- ribeirão Paracatu, desde sua nascente até o trecho de código 1131966, incluindo seus afluentes;

- córrego das Perobas, desde sua nascente até a confluência com o ribeirão Paracatu, incluindo seus afluentes;
- córrego da Laje e córrego Canoeiro, desde suas nascentes até a confluência dos dois, incluindo seus afluentes;
- córrego Tingidor entre os trechos de códigos 796825 e 2467087, incluindo seus afluentes;
- afluentes sem nome com seguintes códigos de trecho: 2738192, 843488, 3081579, 2549090, 635527, 3180737, 1174269, 3009495, 1248953, 84122, 747298, 1365120, 1492491, 796825, 845874, 2729922, 1764526, 1801091, 1861060, 1276107, 635471, 2145865, 2334765, 2587044, 1276108, 2372248, 164123, 1276105, 911205, 2106289, 217642, 2587039, 194485, 2151946, 2334780, 3086533, 2699568, 2607575, 2590365, 2569683, 782638, 2215282, 217643, 1941811, 1807924, 1504169, 1496299, 1484113, 1452939, 1388521, 1353770, 1240667, 1025180, 1018821, 1276103, 985867, 3176866, 194636, 2311918, 635528, 3081556, 1428189, 3057039, 2467087, 217602, 1276106, 2334779.

Demais afluentes ao Trecho 2:

- ribeirão Japão Grande, desde o trecho de código 1732818 até a confluência com o ribeirão do Paiol ou Lava-pés, incluindo seus afluentes: classe 2;
- ribeirão do Paiol ou Lava-pés, desde sua nascente até a confluência com o córrego Tingidor, incluindo seus afluentes: classe 2;
- ribeirão Paiol ou Lava-pés, desde a confluência com o córrego Tingidor até a confluência com o rio Pará: classe 2;
- córrego Tingidor, desde sua nascente até o trecho de código 2030690, incluindo seus afluentes: classe 2;
- córrego Tingidor em seu trecho de código 1791924: classe 2;
- afluentes sem nome com códigos 235886 e 513464: classe 2;

- demais afluentes ao Trecho 2: classe 1.

Trecho 3: classe especial, desde a confluência com o córrego Catucá até a confluência com o ribeirão Campo Grande, incluindo os seguintes afluentes:

- córrego Catucá, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;

- os afluentes sem nome com os seguintes códigos de trecho: 2875654, 2747569, 1843752, 2448704 e 565312.

Demais afluentes ao Trecho 3: classe 1.

Trecho 4: classe 1, desde a confluência com o ribeirão Campo Grande até a confluência com o ribeirão Boa Vista, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego Moganga, em seu trecho de código 3302446: classe especial;

- os afluentes sem nome com os seguintes códigos: 720796, 3302478, 2005880 e 751531: classe especial.

Trecho 5: classe 1, desde a confluência com o ribeirão Boa Vista até a confluência com o córrego Cachoeirinha, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão do Empanturrado e seus afluentes, do trecho de código 3011728 até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes, (inclusive o córrego sem nome de código 2888334): classe 2.

Trecho 6: classe 1, desde a confluência com o córrego Cachoeirinha até a confluência com o córrego São João, incluindo seus afluentes.

Trecho 7: classe 1, desde a confluência com o córrego São João até a confluência com o rio Itapeçerica, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- afluente sem nome com código de trecho 1389527: classe 2.

Trecho 8: classe 2, desde a confluência com o rio Itapecerica até a confluência com o córrego Conquista, incluindo seus afluentes da sub-bacia do Médio rio Pará. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão dos Morais, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 9: classe 2, desde a confluência com o córrego Conquista até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão da Fatura ou Gama, em seus trechos de códigos 712486 e 2486584: classe 4.

Trecho 10: classe 2, desde a confluência com o rio São João até a confluência com o córrego Morro Agudo, incluindo seus afluentes da sub-bacia do Baixo rio Pará.

Trecho 11: classe 2, desde a confluência com o córrego Morro Agudo até a confluência com o rio Lambari, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão das Areias, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 12: classe 2, desde a confluência com o rio Lambari até a confluência com o ribeirão da Formiguinha, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- rio do Peixe, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 13: classe 1, desde a confluência com o ribeirão da Formiguinha até a confluência com o córrego Baianca, incluindo os seguintes afluentes:

- ribeirão da Formiguinha, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;

- córrego da Caetana, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;

- córrego da Pindaíba, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;
- córrego Criciúma, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes;
- córrego do Buriti Fundo, em seus trechos de códigos 780959, 1970441, 895831 e 2700187;
- ribeirão do Pari, em seus trechos de códigos 3023148, 2557221, 2080296, 1964112, 1598163, 979385, 977202, 760751, 540394;
- os afluentes sem nome com os seguintes códigos: 309554, 3139508, 1522942, 3199469, 895830, 3139511, 1017739, 3254772, 1846231, 3224334, 1846147, 690769, 2877073, 2007682, 1729671, 1305589, 1121068, 1185601, 1735421, 992877, 2508420, 1815227, 2801051, 2084846, 3166516, 2965245, 1237377, 1918885, 1186746, 2969926, 3146135, 2985249, 2946111, 778990, 2359375, 1179654, 1564661, 1593509, 1929713, 1568731, 480683.

Demais afluentes ao Trecho 13: classe 2.

Trecho 14: classe 2, desde a confluência com o córrego Baianca até a confluência com o córrego Bom Sucesso, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- córrego Baianca, desde sua nascente até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 15: classe 2, desde a confluência com o córrego Bom Sucesso até a confluência com o rio do Picão, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego Bom Sucesso, em seus trechos de códigos 2886885, 2886821, 99858, 2886886, 2886914 e 783485: classe 1;
- afluentes sem nome, cujos códigos são: 992877, 1776423, 2886791, 1903115, 2907418 e 2738799: classe 1.

Trecho 16: classe 2, desde a confluência com o rio do Picão até a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 2962481), incluindo seus afluentes da sub-bacia do Baixo rio Pará.

Trecho 17: classe 2, desde a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 2962481) até a confluência com o rio São Francisco, incluindo seus afluentes.

Rio Itapecerica

Trecho 1: classe especial, desde sua nascente até a confluência com o córrego do Barreiro, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 1, desde a confluência com o córrego do Barreiro até a confluência com o ribeirão Vermelho, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- córrego do Barreiro, desde sua nascente até a confluência com o ribeirão da Gama, incluindo seus afluentes: classe especial.

Trecho 3: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Vermelho até a confluência com o ribeirão Santo Antônio, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão Lameus, desde sua nascente até a confluência com o rio Itapecerica (ou ribeirão Vermelho), incluindo seus afluentes: classe 1;

- ribeirão Vermelho, desde a sua nascente até a confluência com o córrego Itapecerica, incluindo seus afluentes: classe especial;

- ribeirão Vermelho, em seus trechos de código 1672239 e 3136193: classe 1;

- afluentes sem nome com códigos de trecho 1277024 e 61210: classe 1.

Trecho 4: classe 1, desde a confluência com o ribeirão Santo Antônio até a confluência com o córrego dos Magnos, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- córrego da Cachoeira, desde sua nascente até a confluência com o córrego da Lagoa: classe especial;

- córrego da Lagoa, desde sua nascente até a confluência com o córrego da Cachoeira, incluindo seus afluentes: classe especial;

- afluentes sem nome com os códigos de trecho 2931758, 2931757 e 2931756: classe especial.

Trecho 5: classe 1, desde a confluência com o córrego dos Magnos até a confluência com o ribeirão Partifário ou da Malhada, incluindo seus afluentes.

Trecho 6: classe 1, desde a confluência com o ribeirão Partifário ou da Malhada até a confluência com o ribeirão Boa Vista, incluindo seus afluentes da sub-bacia do rio Itapecerica. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego ou ribeirão São Pedro, desde a união dos córregos Baldo e Bambuí (no trecho de código 2535432) até a confluência com o rio Itapecerica (no trecho de código 2597176), incluindo seus afluentes dentro deste trecho: classe 2;

- córrego Serra Negra, desde sua nascente até a confluência com o córrego Cocoruto, incluindo seus afluentes: classe 2;

- córrego Serra Negra, do trecho de código 1592751 até a confluência com o ribeirão do Cacoco, incluindo seus afluentes: classe 2;

- córrego Serra Negra, em seus trechos de códigos 1679799 e 3079311: classe 2;

- córrego do Cacoco, do seu trecho de código 3075556 até a confluência com o rio Itapecerica, incluindo seus afluentes: classe 2.

Trecho 7: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Boa Vista até a confluência com o córrego do Paiol, incluindo os seguintes afluentes:

- afluentes ao Trecho 7 dentro da sub-bacia do rio Itapecerica;

- na sub-bacia do ribeirão Boa Vista: ribeirão Bom Jesus, desde a confluência com o córrego Palmeira até a confluência com o ribeirão Boa Vista, incluindo seus afluentes;

- na sub-bacia do ribeirão Boa Vista: ribeirão Boa Vista, desde a confluência com o córrego da Batalha até a confluência com o ribeirão do Cláudio, incluindo seus afluentes;

- na sub-bacia do ribeirão Boa Vista: ribeirão Lava-pés, desde sua nascente até a confluência com o ribeirão do Cláudio, incluindo seus afluentes;

Demais afluentes dentro da sub-bacia do ribeirão Boa Vista: classe 1.

Trecho 8: classe 1, desde a confluência com o córrego do Paiol até a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 1305441).

- todos os afluentes ao Trecho 8: classe 2;

Trecho 9: classe 1, desde a confluência com córrego sem nome (código de trecho: 1305441) até a confluência com o rio Pará.

- afluentes ao Trecho 9: classe 2.

Rio São João

Trecho 1: classe 1, desde a sua nascente até a confluência com o córrego do Aterrado, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 1, desde a confluência com o córrego do Aterrado até a confluência com o córrego do Feixe, incluindo seus afluentes.

Trecho 3: classe 1, desde a confluência com o córrego do Feixe até a confluência com o córrego Fundão, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- córrego Morro do Engenho, desde sua nascente até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes: classe 2;

- córrego São Geraldo, desde sua nascente até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes: classe 2;

- grotta da Canoa, desde sua nascente até a confluência com o rio São João, inclusive seus afluentes: classe 2;

- afluentes sem nome com os seguintes códigos de trecho: 1415334, 1462073, 2547830, 703554, 226271, 482099, 226270, 2259620, 226221, 3048102, 571990, 3048103, 1088199, 1885921, 1462072, 571991, 341144, 1415335, 529726, 226251, 2966152, 2859276, 897930, 1859833, 226269, 1687443, 2047628, 2166039: classe 2.

Trecho 4: classe 2, desde a confluência com o córrego Fundão até a confluência com ribeirão dos Campos ou dos Lopes, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- córrego Fundão, desde sua nascente até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 5: classe 2, desde a confluência com o ribeirão dos Campos ou dos Lopes até a confluência com o ribeirão Calambau, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão dos Campos ou dos Lopes, desde sua nascente até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 6: classe 2, desde a confluência com o ribeirão Calambau até a confluência com o ribeirão dos Coelhoos ou dos Machados, incluindo seus afluentes.

Trecho 7: classe 2, desde a confluência com o ribeirão dos Coelhoos ou dos Machados até a confluência com o córrego do Cedro, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- ribeirão dos Coelhoos ou dos Machados, desde sua nascente até a confluência com o rio São João, incluindo seus afluentes: classe 1.

Trecho 8: classe 2, desde a confluência com o córrego do Cedro até a confluência com o córrego Vargem do Santiago, incluindo seus afluentes das sub-bacias do rio São João e do ribeirão Paciência. Exceto os seguintes trechos:

- córregos sem nome, com códigos de trecho 2318647, 80384, 80385, 905202, 3264884, 1134811 e 1021188: classe especial;
- córrego da Laje, desde sua nascente até a confluência com o ribeirão Bom Sucesso, incluindo seus afluentes: classe 1;
- ribeirão Bom Sucesso, desde sua nascente até o trecho de código 1222263, incluindo seus afluentes: classe 1;
- ribeirão Paciência, desde sua nascente até a confluência com o córrego do Cedro, incluindo seus afluentes: classe 1;
- ribeirão da Paciência, em seus trechos de códigos 2681124, 966772, 1308440, 2280522, 1683744 e 2666664: classe 3;
- ribeirão da Onça, em seus trechos de códigos 1310398, 2692399, 689920: Classe 3.

Trecho 9: classe 2, desde a confluência com o córrego Vargem do Santiago até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Rio Lambari

Trecho 1: classe 1, desde sua nascente até a confluência com o córrego do Olho-d'água, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- córrego Água Comprida, desde sua nascente até a confluência com o rio Lambari, incluindo seus afluentes: classe especial.

Trecho 2: classe 1, desde a confluência com o córrego do Olho-d'água até a confluência com o córrego do Burgalhão, incluindo seus afluentes.

Trecho 3: classe 1, desde a confluência com o córrego do Burgalhão até a confluência com o córrego Moro Grande ou da Olaria, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes afluentes:

- rio Indaiá, desde sua nascente até a confluência com o córrego da Mata do Pereira, incluindo seus afluentes: classe especial;
- rio Indaiá, desde sua nascente até a confluência com o córrego da Mata do Pereira, incluindo seus afluentes: classe especial;
- córrego da Mata do Pereira, desde sua nascente até a confluência com o rio Indaiá, incluindo seus afluentes: classe especial;
- córrego do Diamante e córrego Mata do Cipó, desde suas nascentes até a confluência dos dois, incluindo seus afluentes: classe especial;
- córrego Samambaia e córrego Buriti, desde suas nascentes até a confluência dos dois, incluindo seus afluentes: classe especial;
- rio Indaiá, da confluência com o ribeirão Betânia até a confluência com o ribeirão Cachoeira, incluindo seus afluentes: classe 2;
- ribeirão Cachoeira, do trecho de código 509748 até a confluência com o rio Indaiá, incluindo seus afluentes (inclusive o afluente de código de trecho 298744): classe 2;
- rio Indaiá, da confluência com o ribeirão Cachoeira até a confluência com o rio Lambari, incluindo seus afluentes: classe 2;
- córrego Boa Vista, desde sua nascente até a confluência com o ribeirão Guandu, incluindo seus afluentes: classe 2.

Trecho 4: classe 1, desde a confluência com o córrego Moro Grande ou da Olaria até a confluência com o córrego Paramirim, incluindo seus afluentes. Exceto os seguintes trechos:

- ribeirão Capivari, desde suas nascentes até os trechos de códigos 2275010 e 2971105, incluindo seus afluentes: classe especial;

- ribeirão do Perdigão, desde o trecho de código 1579260 (após a confluência com o córrego do Vieira) até a confluência com o rio Lambari, incluindo seus afluentes: classe 2.

Trecho 5: classe 1, desde a confluência com o córrego Paramirim até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Rio do Picão

Trecho 1: classe especial, desde a sua nascente até a confluência com o córrego Chicão, incluindo seus afluentes.

Trecho 2: classe 1, desde a confluência com o córrego Chicão até a confluência com o córrego Raposo, incluindo seus afluentes. Exceto o seguinte afluente:

- córrego Chicão, desde sua nascente até a confluência com o rio Picão, incluindo seus afluentes: classe especial.

Trecho 3: classe 1, desde a confluência com o córrego Raposo até a confluência com o córrego Buriti do Jorge, incluindo seus afluentes.

Trecho 4: classe 1, desde a confluência com o córrego Buriti do Jorge até a confluência com o córrego do Rasgão, incluindo seus afluentes.

Trecho 5: classe 1, desde a confluência com o córrego do Rasgão até a confluência com córrego sem nome (código de trecho deste córrego na confluência: 2639046), incluindo seus afluentes.

Trecho 6: classe 1, desde a confluência com córrego sem nome (código de trecho deste córrego na confluência: 2639046) até seu trecho de código 2095524, incluindo seus afluentes.

Trecho 7: classe 1, desde seu trecho de código 1762515 até a confluência com o rio Pará, incluindo seus afluentes.

Quadro 1 – Meta de enquadramento proposta para os rios principais da CH SF2 – Alternativa 1.

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Ponto inicial		Ponto final		Código do trecho (cotrecho) da Base Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)		Meta Final de Enquadramento Alternativa 1
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Inicial	Final	
Rio Pará	1	para_cabeceira	-20,688	-44,255	-20,629	-44,435	2241425	2442010	2
	2	alto_para2	-20,629	-44,435	-20,420	-44,614	2798150	3086533	Classe especial
	3	alto_para3	-20,420	-44,614	-20,406	-44,628	1725704	3126055	Classe especial
	4	alto_para4	-20,406	-44,628	-20,370	-44,644	829959	770740	2
	5	alto_para5	-20,370	-44,644	-20,165	-44,808	2665730	772353	2
	6	alto_para6	-20,165	-44,808	-20,106	-44,820	2866964	2844074	2
	7	alto_para7	-20,106	-44,820	-20,091	-44,861	798287	1211183	2
	8	medio_para1	-20,091	-44,861	-19,907	-44,870	987715	2791728	2
	9	medio_para2	-19,907	-44,870	-19,718	-44,903	2459511	2449151	2
	10	medio_para3	-19,718	-44,903	-19,695	-44,929	3106020	2729077	2
	11	medio_para4	-19,695	-44,929	-19,531	-45,004	2552339	2721469	2
	12	baixo_para1_a	-19,531	-45,004	-19,372	-45,063	44538	1986208	2
	13	baixo_para1_b	-19,372	-45,063	-19,300	-45,080	1946247	1227950	1
	14	baixo_para1_c	-19,300	-45,080	-19,290	-45,104	2407361	1015305	2
	15	baixo_para2	-19,290	-45,104	-19,280	-45,131	1227873	2286127	2
	16	baixo_para3	-19,280	-45,131	-19,257	-45,125	1928804	585212	2

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Ponto inicial		Ponto final		Código do trecho (cotrecho) da Base Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)		Meta Final de Enquadramento Alternativa 1
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Inicial	Final	
	17	foz	-19,257	-45,125	-19,211	-45,139	1955723	958519	2
Rio Itapecerica	1	itapecerica_cabeceira_a	-20,507	-45,202	-20,505	-45,153	2162062	2001601	2
	2	itapecerica_cabeceira_b	-20,505	-45,153	-20,471	-45,036	2005574	835909	2
	3	itapecerica_cabeceira_c	-20,471	-45,036	-20,415	-44,986	1677782	172620	2
	4	itapecerica_cabeceira_d	-20,415	-44,986	-20,394	-44,971	2613195	1115933	2
	5	itapecerica_2	-20,394	-44,971	-20,318	-44,956	1887893	2688395	2
	6	itapecerica_3	-20,318	-44,956	-20,221	-44,913	1115786	2439730	2
	7	itapecerica_4	-20,221	-44,913	-20,193	-44,893	1913276	2722966	2
	8	itapecerica_5	-20,193	-44,893	-20,124	-44,882	1573429	2678182	2
	9	itapecerica_6	-20,124	-44,882	-20,091	-44,861	1571733	2689196	2
Rio São João	1	sao_joao_cabeceira	-20,343	-44,442	-20,244	-44,517	861754	584151	2
	2	sao_joao2	-20,244	-44,517	-20,127	-44,519	789654	3099553	2
	3	sao_joao3	-20,127	-44,519	-20,068	-44,579	519622	2710015	2
	4	sao_joao4	-20,068	-44,579	-20,065	-44,607	592539	2869029	2
	5	sao_joao5	-20,065	-44,607	-20,031	-44,649	759345	1950287	2
	6	sao_joao6	-20,031	-44,649	-19,997	-44,689	1653202	586467	2
	7	sao_joao7	-19,997	-44,689	-19,929	-44,759	1182487	2155921	2
	8	sao_joao8	-19,929	-44,759	-19,731	-44,852	2646311	1316912	2

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Ponto inicial		Ponto final		Código do trecho (cotrecho) da Base Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)		Meta Final de Enquadramento Alternativa 1
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Inicial	Final	
	9	sao_joao9	-19,731	-44,852	-19,718	-44,903	973439	1584791	2
Rio Lambari	1	lambari_cabeceira	-20,440	-45,318	-20,291	-45,144	225260	2532631	2
	2	lambari1	-20,291	-45,144	-20,263	-45,148	1343636	3046403	2
	3	lambari2	-20,263	-45,148	-19,947	-45,151	2275040	772482	2
	4	lambari3	-19,947	-45,151	-19,534	-45,030	567149	1570219	2
	5	lambari4	-19,534	-45,030	-19,531	-45,004	2719169	3144715	2
Rio Picão	1	picao1_a	-19,721	-45,386	-19,700	-45,339	1013622	3128603	2
	2	picao1_b	-19,700	-45,339	-19,645	-45,294	695739	1044323	2
	3	picao1_c	-19,645	-45,294	-19,589	-45,301	735599	1328618	3
	4	picao2	-19,589	-45,301	-19,572	-45,280	742205	602790	3
	5	picao3	-19,572	-45,280	-19,331	-45,226	2729542	2753406	2
	6	picao4	-19,331	-45,226	-19,297	-45,148	1993094	2095524	2
	7	picao5	-19,297	-45,148	-19,280	-45,131	1762515	1704161	2

Quadro 2 – Meta de Enquadramento Proposta para os rios principais da CH SF2 – Alternativa 2.

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Ponto inicial		Ponto final		Código do trecho (cotrecho) da Base Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)		Meta Final de Enquadramento Alternativa 2
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Inicial	Final	
Rio Pará	1	para_cabeceira	-20,688	-44,255	-20,629	-44,435	2241425	2442010	1
	2	alto_para2	-20,629	-44,435	-20,420	-44,614	2798150	3086533	Classe especial
	3	alto_para3	-20,420	-44,614	-20,406	-44,628	1725704	3126055	Classe especial
	4	alto_para4	-20,406	-44,628	-20,370	-44,644	829959	770740	1
	5	alto_para5	-20,370	-44,644	-20,165	-44,808	2665730	772353	1
	6	alto_para6	-20,165	-44,808	-20,106	-44,820	2866964	2844074	1
	7	alto_para7	-20,106	-44,820	-20,091	-44,861	798287	1211183	1
	8	medio_para1	-20,091	-44,861	-19,907	-44,870	987715	2791728	2
	9	medio_para2	-19,907	-44,870	-19,718	-44,903	2459511	2449151	2
	10	medio_para3	-19,718	-44,903	-19,695	-44,929	3106020	2729077	2
	11	medio_para4	-19,695	-44,929	-19,531	-45,004	2552339	2721469	2
	12	baixo_para1_a	-19,531	-45,004	-19,372	-45,063	44538	1986208	2
	13	baixo_para1_b	-19,372	-45,063	-19,300	-45,080	1946247	1227950	1
	14	baixo_para1_c	-19,300	-45,080	-19,290	-45,104	2407361	1015305	2
	15	baixo_para2	-19,290	-45,104	-19,280	-45,131	1227873	2286127	2
	16	baixo_para3	-19,280	-45,131	-19,257	-45,125	1928804	585212	2

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Ponto inicial		Ponto final		Código do trecho (cotrecho) da Base Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)		Meta Final de Enquadramento Alternativa 2
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Inicial	Final	
	17	foz	-19,257	-45,125	-19,211	-45,139	1955723	958519	2
Rio Itapecerica	1	itapecerica_cabeceira_a	-20,507	-45,202	-20,505	-45,153	2162062	2001601	Classe especial
	2	itapecerica_cabeceira_b	-20,505	-45,153	-20,471	-45,036	2005574	835909	1
	3	itapecerica_cabeceira_c	-20,471	-45,036	-20,415	-44,986	1677782	172620	2
	4	itapecerica_cabeceira_d	-20,415	-44,986	-20,394	-44,971	2613195	1115933	1
	5	itapecerica_2	-20,394	-44,971	-20,318	-44,956	1887893	2688395	1
	6	itapecerica_3	-20,318	-44,956	-20,221	-44,913	1115786	2439730	1
	7	itapecerica_4	-20,221	-44,913	-20,193	-44,893	1913276	2722966	2
	8	itapecerica_5	-20,193	-44,893	-20,124	-44,882	1573429	2678182	1
	9	itapecerica_6	-20,124	-44,882	-20,091	-44,861	1571733	2689196	1
Rio São João	1	sao_joao_cabeceira	-20,343	-44,442	-20,244	-44,517	861754	584151	1
	2	sao_joao2	-20,244	-44,517	-20,127	-44,519	789654	3099553	1
	3	sao_joao3	-20,127	-44,519	-20,068	-44,579	519622	2710015	1
	4	sao_joao4	-20,068	-44,579	-20,065	-44,607	592539	2869029	2
	5	sao_joao5	-20,065	-44,607	-20,031	-44,649	759345	1950287	2
	6	sao_joao6	-20,031	-44,649	-19,997	-44,689	1653202	586467	2
	7	sao_joao7	-19,997	-44,689	-19,929	-44,759	1182487	2155921	2
	8	sao_joao8	-19,929	-44,759	-19,731	-44,852	2646311	1316912	2

Curso d'Água	Trechos	Nome Trecho	Ponto inicial		Ponto final		Código do trecho (cotrecho) da Base Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)		Meta Final de Enquadramento Alternativa 2
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Inicial	Final	
	9	sao_joao9	-19,731	-44,852	-19,718	-44,903	973439	1584791	2
Rio Lambari	1	lambari_cabeceira	-20,440	-45,318	-20,291	-45,144	225260	2532631	1
	2	lambari1	-20,291	-45,144	-20,263	-45,148	1343636	3046403	1
	3	lambari2	-20,263	-45,148	-19,947	-45,151	2275040	772482	1
	4	lambari3	-19,947	-45,151	-19,534	-45,030	567149	1570219	1
	5	lambari4	-19,534	-45,030	-19,531	-45,004	2719169	3144715	1
Rio Picão	1	picao1_a	-19,721	-45,386	-19,700	-45,339	1013622	3128603	Classe especial
	2	picao1_b	-19,700	-45,339	-19,645	-45,294	695739	1044323	1
	3	Picao1_c	-19,645	-45,294	-19,589	-45,301	735599	1328618	1
	4	picao2	-19,589	-45,301	-19,572	-45,280	742205	602790	1
	5	picao3	-19,572	-45,280	-19,331	-45,226	2729542	2753406	1
	6	picao4	-19,331	-45,226	-19,297	-45,148	1993094	2095524	1
	7	picao5	-19,297	-45,148	-19,280	-45,131	1762515	1704161	1

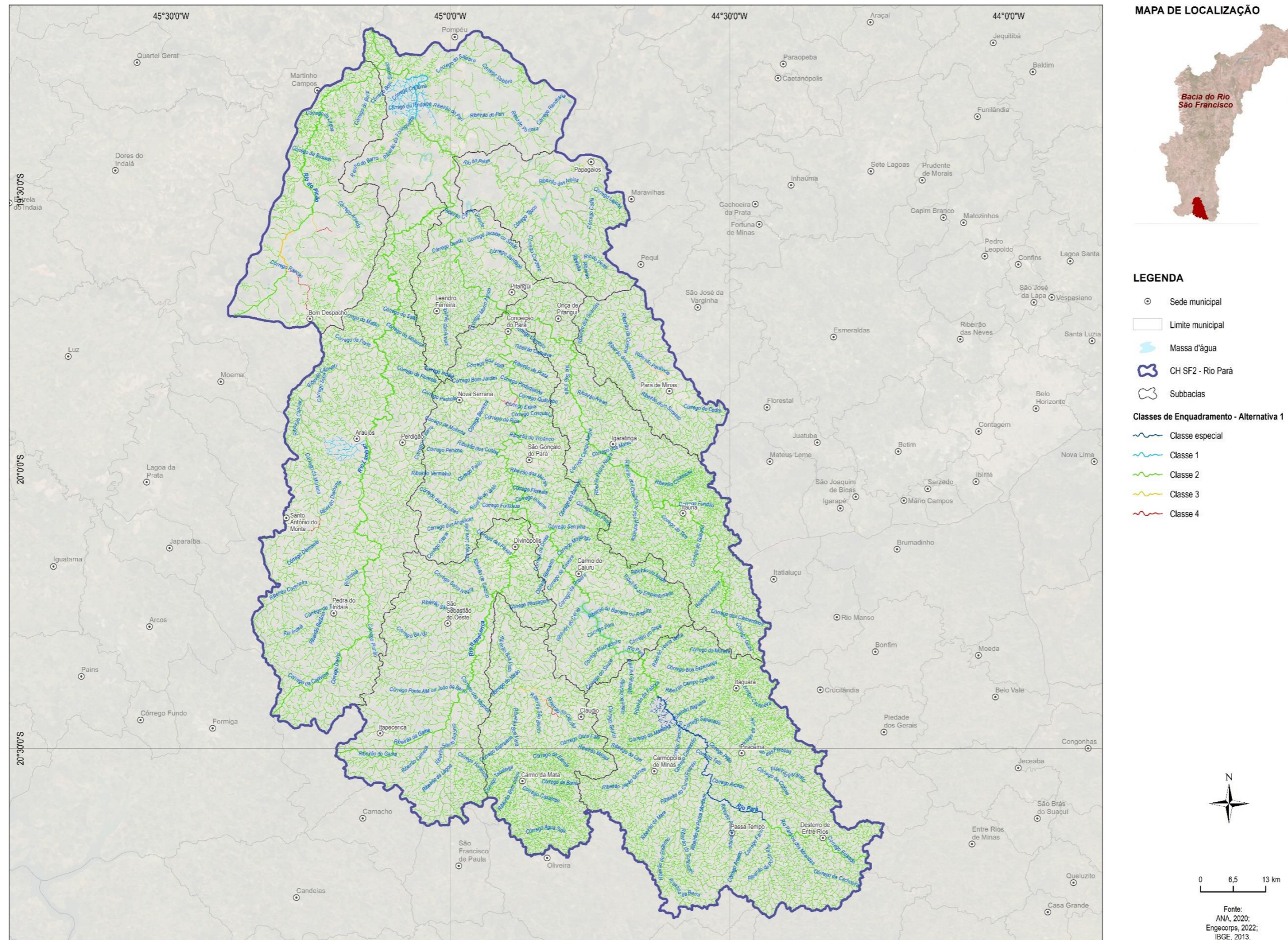


Figura 1 – Meta de enquadramento proposta para os rios da CH SF2 – Alternativa 1.

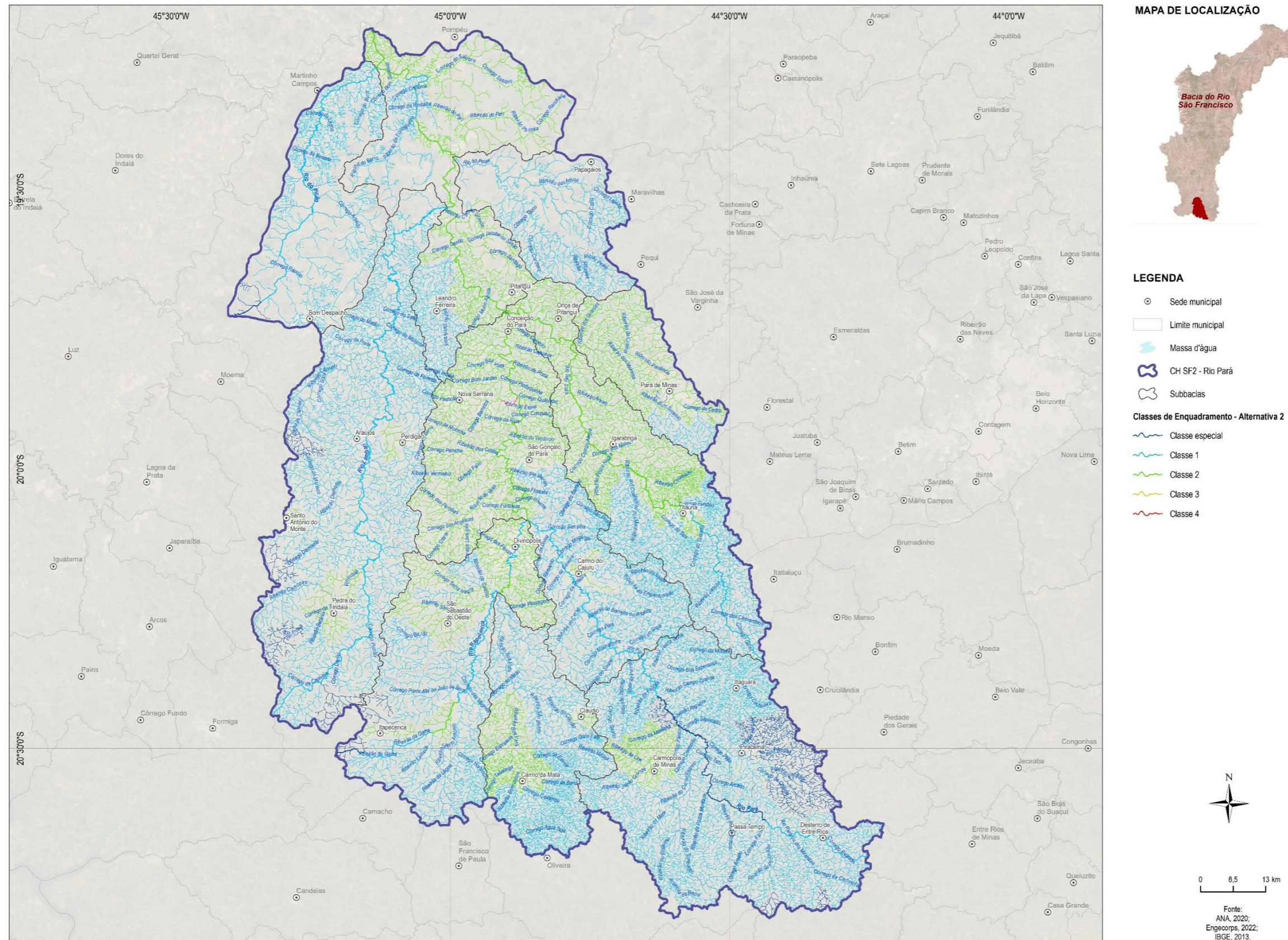


Figura 2 – Meta de enquadramento proposta para os rios da CH SF2 – Alternativa 2.