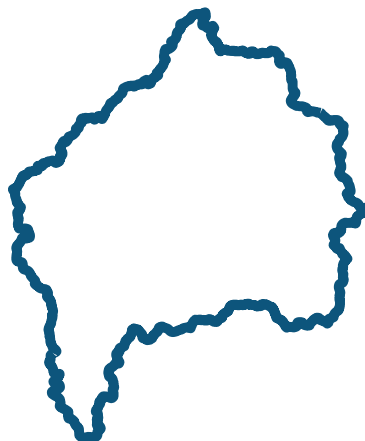


PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA TRÊS MARIAS



R5- RELATÓRIO FINAL FASE A - DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO E CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO

**VOLUME III - ANÁLISE RETROSPECTIVA, AVALIAÇÃO DA
CONJUNTURA E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS**

**CONTRATO Nº001/2013
CONVÊNIO SEMAD/IGAM Nº1371010401210**



Fonte: Acervo Gama Engenharia

**COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS
CBH - SF4**

**PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA TRÊS MARIAS**

**R5 - RELATÓRIO FINAL
FASE A- DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO
E CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO**

**VOLUME III - ANÁLISE RETROSPECTIVA, AVALIAÇÃO DA
CONJUNTURA E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS**

**CONTRATO N°001/2013
CONVÊNIO SEMAD/IGAM N°1371010401210**

**GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS LTDA.
MACEIÓ/AL - JULHO/2015**

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

GOVERNADOR

Fernando Damata Pimentel

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD

SECRETÁRIO

Luiz Sávio de Souza Cruz

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM

DIRETORA GERAL

Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

CHEFE DE GABINETE

Moacir Moreira da Assunção

DIRETORIA DE GESTÃO DAS ÁGUAS E APOIO AOS COMITÊS DE BACIA

DIRETOR

Breno Esteves Lasmar

DIRETORIA DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E MONITORAMENTO DAS ÁGUAS

DIRETOR

Marley Caetano de Mendonça

GERÊNCIA DE PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS E ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA

GERENTE

Nádia Antônia Pinheiro Santos (até outubro de 2014)

Robson Rodrigues dos Santos

EQUIPE TÉCNICA – IGAM

COORDENAÇÃO TÉCNICA E ACOMPANHAMENTO

Allan de Oliveira Mota – GPRHE

Analista Ambiental – Biólogo

Gestor do Convênio SEMAD/IGAM N°1371010401210

COLABORADORES TÉCNICOS

Polyanna Custódio Duarte – Biólogo - GPRHE

Robson Rodrigues dos Santos – Geógrafo - GPRHE

Túlio Bahia Alves – Sociólogo - GPRHE

Laura Bertolino de Souza Lima – Geógrafa - GPRHE

Janis Lawren da Costa Santos – Estagiária Eng. Ambiental - GPRHE

Anna Marina do Couto Santos – Engenheira Civil – GPRHE

Sonia de Souza Ferreira – Geógrafa - GECOB

DIRETORIA DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS

PRESIDENTE

Silvia Freedman Ruas Durães – Instituto Opará Cultura, Meio Ambiente e Cidadania

VICE PRESIDENTE

Eduardo Luis Rigotto – Abes – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

1º SECRETÁRIO

Magno Gomes da Rocha – EMATER– Empresa de assistência Técnica e Extensão Rural/MG

2º SECRETÁRIO

Itair Fernandes de Oliveira Junior – Prefeitura Municipal de Tiros

GT DE PLANOS

Cássia Magali Nacif Gonçalves – Prefeitura Municipal de Três Marias

Magno Gomes da Rocha – EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

Allan de Oliveira Mota – IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Silvia Freedman Ruas Duraes – Instituto Opará, Cultura, Meio Ambiente e Cidadania

Raquel Pereira de Sousa – COMLAGO - Consórcio dos Municípios do Lago de Três Marias

Altino Rodrigues Neto – APLIM – Associação de Proprietários de Lotes da Ilha do Mangabal

GAMA ENGENHARIA

DIRETOR GERAL

Alex Gama de Santana

DIRETORA FINANCEIRA

Valbia Suely Moraes Monteiro Gama

DIRETOR TÉCNICO

Luis Gustavo de Moura Reis

EQUIPE TÉCNICA

COORDENADOR TÉCNICO

Alex Gama de Santana

GERENTE DO PROJETO

Luis Gustavo de Moura Reis

ESPECIALISTA EM RECURSOS HÍDRICOS

Luis Gustavo de Moura Reis/Denis Duda Costa

ESPECIALISTA EM HIDROGEOLOGIA

Olga Venimar

ESP. EM INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SENSORIAMENTO REMOTO

Thyago Anthony Soares Lima

ESP. EM PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Antonio Eduardo Leão Lanna

ESPECIALISTA EM IRRIGAÇÃO

Altamirano Vaz Lordello Neto

ESPECIALISTA EM LIMNOLOGIA

Carlos Ruberto Fragoso

Volume III – ANÁLISE RETROSPECTIVA, AVALIAÇÃO DA CONJUNTURA E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	i

Índice

1. ANÁLISE RETROSPECTIVA, AVALIAÇÃO DA CONJUNTURA E IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS.....	1
1.1. Análise retrospectiva para construção do cenário tendencial.....	4
1.2. Análise de informações cadastrais na bacia SF04: cadastro de usuários e outorgas ...	4
1.2.1. Análise do Cadastro de Usuários de Águas Superficiais Outorgados pelo IGAM .	5
1.2.2. Análise do Cadastro de Usuários de Águas Subterrâneas Outorgados pelo IGAM	14
1.3. Projeções Populacionais	20
1.3.1. Projeções Demográficas	21
1.3.2. Projeções pecuária	25
1.3.3. Premissas adotadas para projeções populacionais urbana, rural e pecuária	29
2. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS NO CENÁRIO TENDENCIAL	46
2.1. Demandas Abastecimento Humano	46
2.2. Demandas Pecuária	49
2.3. Demandas Agricultura Irrigada	52
2.3.1. Definição das áreas irrigadas.....	52
2.3.2. Evapotranspiração de referência (Eto).....	53
2.3.3. Precipitação provável ou dependente	54
2.3.4. Precipitação efetiva	55
2.3.5. Eficiência de Irrigação.....	55

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página ii
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.3.6.	Coeficientes de Cultivo (kc)	58
2.3.7.	Coeficientes de Sombreamento (ks)	59
2.3.8.	Balanco hídrico das culturas nos municípios	60
2.3.9.	Culturas Anuais	62
2.3.10.	Culturas Permanentes	66
2.4.	Demandas Industriais	70
2.5.	Geração de Energia	72
2.6.	Turismo	75
3.	DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS CARGAS POLUIDORAS NO CENÁRIO TENDENCIAL	76
3.1.	Cargas Urbanas e Rurais	77
3.1.1.	Cargas Remanescentes	80
3.2.	Carga Pecuária	93
3.2.1.	Carga Pecuária Remanescente – Rebanho Confinado e não-confinado	100
3.3.	Cargas Industriais	107
4.	BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO	109
4.1.	MODELAGEM DOS BALANÇOS HÍDRICOS EM QUANTIDADE E EM QUALIDADE	109
4.1.1.	Descrição do Módulo quantitativo	110
4.1.2.	Descrição do Módulo Qualitativo	113
4.1.3.	Balanco Hídrico Quantitativo na cena atual	122
4.1.1.	Balanco Hídrico Qualitativo na cena atual	140
4.1.1.	Balanco Hídrico Quantitativo no cenário tendencial	192

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página iii
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

4.1.1. Balanço Hídrico Qualitativo no cenário tendencial	216
5. BALANÇO HIDROENERGÉTICO: IMPACTO DAS DEMANDAS CONSUNTIVAS SOBRE A GERAÇÃO DE ENERGIA EM PCHS.....	270
5.1. Unidades hidrelétricas na bacia SF04.....	272
5.2. Impactos na geração de Energia	274
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	277

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	iv

Quadros

QUADRO 1.1 – NÚMEROS TOTAIS DE OUTORGAS POR USO E VAZÃO OUTORGADA PELO IGAM.	6
QUADRO 1.2 – EVOLUÇÃO DOS USOS OUTORGADOS PELO IGAM NA UNIDADE DE GESTÃO SF4.	8
QUADRO 1.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS DO IGAM PARA ÁGUA SUPERFICIAL POR MUNICÍPIO.	10
QUADRO 1.4 – DISTRIBUIÇÃO DAS VAZÕES OUTORGADAS DO IGAM PARA ÁGUA SUPERFICIAL POR CONSUMO E PARA CADA MUNICÍPIO.	12
QUADRO 1.5 – DISTRIBUIÇÃO EM NÚMERO DE OUTORGAS DO IGAM PARA ÁGUA SUPERFICIAL POR CONSUMO E PARA CADA MUNICÍPIO.	13
QUADRO 1.6 – NÚMERO DE OUTORGAS EMITIDAS PELO IGAM.	16
QUADRO 1.7 – DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS SUBTERRÂNEAS POR USO E VAZÃO OUTORGADA.	17
QUADRO 1.8 – DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS DO IGAM PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO.	18
QUADRO 1.9 – PROJEÇÕES POPULACIONAIS URBANAS E TAXAS DE CRESCIMENTO PARA OS MUNICÍPIOS INSERIDOS TOTAL E PARCIALMENTE NA SF4.	22
QUADRO 1.10 – PROJEÇÕES POPULACIONAIS URBANAS PARA OS MUNICÍPIOS INSERIDOS TOTAL OU PARCIALMENTE NA SF4, ADERIDAS EXTRAPOLADAS A PARTIR DAS PROJEÇÕES DA ATLAS BRASIL, ANA (2010).	23
QUADRO 1.11 – TAXA DE CRESCIMENTO POPULAÇÃO RURAL NA SF4.....	24
QUADRO 1.12 – TAXA DE CRESCIMENTO POPULAÇÃO ANIMAL. (CONTINUA)	26
QUADRO 1.13 – PERCENTUAL DA POPULAÇÃO URBANA NA SF4	30
QUADRO 1.14 - PERCENTUAL DA POPULAÇÃO URBANA NA SF4.....	31
QUADRO 1.15 – POPULAÇÃO ANIMAL – CONFINADO E NÃO CONFINADO, SEGUNDO IGBE, 2012 (CONTINUA).	33
QUADRO 1.16 – PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA NA BACIA SF-04 PARA O CENÁRIO TENDENCIAL (CONTINUA).	36

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página v
------------------------------	---	-------------------------------	-------------

QUADRO 1.17 – PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL NA BACIA SF-04 PARA O CENÁRIO TENDENCIAL (CONTINUA).	38
QUADRO 1.18 – PROJEÇÃO DO REBANHO ANIMAL NA BACIA SF-04 PARA O CENÁRIO TENDENCIAL (CONTINUA).	40
QUADRO 1.19 – PROJEÇÃO DE REBANHOS BOVINOS, DISTRIBUÍDOS ENTRE CONFINADOS E NÃO CONFINADOS (CONTINUA).	43
QUADRO 1.20 – PROJEÇÃO PARA POPULAÇÃO DE CONFINADOS E NÃO CONFINADOS - SUÍNOS	45
QUADRO 2.1 – CAPTAÇÃO <i>PER CAPITA</i> DE ÁGUA PARA DISTRIBUIÇÃO URBANA E RURAL.	47
QUADRO 2.2 – DEMANDA HUMANA <i>PER CAPITA</i> UTILIZADA PARA ESTIMATIVA DE DEMANDA POR MUNICÍPIO.	47
QUADRO 2.3 – DEMANDA DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO HUMANO NA BACIA	48
QUADRO 2.4 – CAPTAÇÃO <i>PER CAPITA</i> DE ÁGUA PARA DISTRIBUIÇÃO PECUÁRIA.	49
QUADRO 2.5 – DEMANDA DIÁRIA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA POR ANIMAL.....	49
QUADRO 2.6 – ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL (M ³ /H)	51
QUADRO 2.7 – PARÂMETROS CLIMÁTICOS UTILIZADOS NOS CÁLCULOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA IRRIGAÇÃO.	56
QUADRO 2.8 – EFICIÊNCIA MÍNIMA A SER CONSIDERADA PARA OS MÉTODOS / SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....	57
QUADRO 2.9 -COEFICIENTES DE CULTIVO Kc.....	58
QUADRO 2.10 - COEFICIENTE DE SOMBREAMENTO Ks.....	59
QUADRO 2.11 - ÁREA COLHIDA DAS PRINCIPAIS CULTURAS ANUAIS NO MUNICÍPIOS PERTENCENTES A UNIDADE DE GESTÃO SF4.....	63
QUADRO 2.12 - BALANÇO HÍDRICO PARA ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO LÍQUIDA.....	64
QUADRO 2.13 - PLANILHA DE CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA PARA IRRIGAÇÃO DE MILHO NO MUNICÍPIO DE ABAETÉ.....	65

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página vi
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

QUADRO 2.14 – ÁREA COLHIDA DE CAFÉ (CULTURA PERMANENTE) EM 2012, NOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES A UNIDADE DE GESTÃO SF4.....	66
QUADRO 2.15 – BALANÇO HÍDRICO PARA ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO LÍQUIDA.....	67
QUADRO 2.16 – PLANILHA DE CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA PARA IRRIGAÇÃO DE CAFÉ EM VARJÃO DE MINAS.	68
QUADRO 2.17.- BALANÇO HÍDRICO PARA ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO LÍQUIDA, VAZÃO TOTAL DEMANDADA POR MUNICÍPIO	69
QUADRO 2.18 - DEMANDA DE ÁGUA SUPERFICIAL PARA USO INDUSTRIAL E MINERÁRIO.....	70
QUADRO 2.19 – DEMANDA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA USO INDUSTRIAL.....	71
QUADRO 2.20 - DEMANDA MÉDIA MENSAL DE ÁGUA PARA USO INDUSTRIAL	71
QUADRO 2.21 - DEMANDA MÉDIA DE CAPTAÇÃO MENSAL (M ³ /H) PARA USO INDUSTRIAL TOTAL (SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA) NA BACIA SF-04, PARA O CENÁRIO TENDENCIAL, PROJETADAS A PARTIR DO CADASTRO DE OUTORGAS DO IGAM E CNARH.....	72
QUADRO 2.22 - APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS IDENTIFICADOS.....	73
QUADRO 3.1 – VALORES DE CARGAS POLUIDORAS <i>PER CAPITA</i> ADOTADOS PARA CADA PARÂMETRO DE QUALIDADE DE ÁGUA	77
QUADRO 3.2 - CARGAS BRUTAS URBANAS NAS CENAS ATUAL (2015) E TENDENCIAL (2020, 2025 E 2035).78	
QUADRO 3.3- CARGAS BRUTAS DE ORIGEM RURAL NAS CENAS ATUAL (2015) E TENDENCIAL (2020, 2025 E 2035).....	79
QUADRO 3.4 - NÍVEIS DE COBERTURA ATUAIS E FUTUROS PARA O CENÁRIO TENDENCIAL DO PDRH, SF04 (CONTINUA).....	80
QUADRO 3.5 – METAS PARA SANEAMENTO BÁSICO NAS MACRORREGIÕES E NO PAÍS (EM %).....	83
QUADRO 3.6 - EFICIÊNCIAS ADOTADAS	84
QUADRO 3.7 – CARGAS BRUTAS – DBO.....	85

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página vii
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

QUADRO 3.8 – CARGA BRUTA FÓSFORO.....	86
QUADRO 3.9 – CARGA BRUTA– NITROGÊNIO	87
QUADRO 3.10 – CARGA BRUTAS COLIFORMES	88
QUADRO 3.11 – CARGA BRUTA VERSUS CARGA REMANESCENTE - DBO.....	89
QUADRO 3.12 - CARGA BRUTA VERSUS CARGA REMANESCENTE - FÓSFORO.....	90
QUADRO 3.13 - CARGA BRUTA VERSUS CARGA REMANESCENTE - NITROGÊNIO.....	91
QUADRO 3.14 - CARGA BRUTA VERSUS CARGA REMANESCENTE - COLIFORMES.....	92
QUADRO 3.15 - ESTIMATIVA DOS VALORES <i>PER CAPITA</i> DAS CARGAS PARA AS VARIÁVEIS DE INTERESSE DAS CARGAS POLUIDORAS GERADAS PELAS ATIVIDADES DE PECUÁRIA	93
QUADRO 3.16 – CARGAS BRUTA PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – BOVINO E BUBALINOS.....	94
QUADRO 3.17 - CARGAS BRUTA PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – EQUINO, ASININO, MUARES.....	95
QUADRO 3.18 - CARGAS BRUTA PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – CAPRINO E OVINOS.....	96
QUADRO 3.19 - CARGAS BRUTA PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – SUÍNOS	97
QUADRO 3.20 - CARGAS BRUTA PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – AVES.....	98
QUADRO 3.21 - CARGAS BRUTA PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – TOTAL.....	99
QUADRO 3.22 – CARGAS REMANESCENTES PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – BOVINO E BUBALINOS	101
QUADRO 3.23 - CARGAS REMANESCENTES PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – EQUINOS, ASININOS, MUARES	102
QUADRO 3.24 - CARGAS REMANESCENTES PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA – CAPRINOS E OVINOS.	103
QUADRO 3.25 - CARGAS REMANESCENTES PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA - SUÍNOS	104
QUADRO 3.26 - CARGAS REMANESCENTES PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA- AVES.....	105

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página viii
------------------------------	---	-------------------------------	----------------

QUADRO 3.27 - CARGAS REMANESCENTES TOTAIS PARA A ATIVIDADE DE PECUÁRIA NAS CENAS ATUAL (2015) E TENDENCIAL (2020, 2025 E 2035).....	106
QUADRO 3.28 - CARGAS BRUTAS E REMANESCENTES DE DBO, REFERENTE A POLUIÇÃO INDUSTRIAL, GERADA NA BACIA DO SF4 NO CENÁRIO TENDENCIAL.	108
QUADRO 4.1 – DESCRIÇÃO E COORDENADAS DOS PONTOS DE CONTROLE UTILIZADOS.	112
QUADRO 4.2 – DISPONIBILIDADE E DEMANDAS CONSULTIVAS NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA ATUAL.	139
QUADRO 4.3 - FATORES DE REDUÇÃO DE CARGA ORGÂNICA (DBO5).	141
QUADRO 4.4 – FRAÇÕES DE FORMAS CONSTITUINTES NO FÓSFORO E NITROGÊNIO TOTAL.	141
QUADRO 4.5 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA Q _{90%} . (CONTINUA)	186
QUADRO 4.6 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA Q _{95%} . (CONTINUA)	188
QUADRO 4.7 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA Q _{7,10} . (CONTINUA).....	190
QUADRO 4.8 – DISPONIBILIDADE E DEMANDAS CONSULTIVAS NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2020.	199
QUADRO 4.9 – DISPONIBILIDADE E DEMANDAS CONSULTIVAS NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2025.	207
QUADRO 4.10 – DISPONIBILIDADE E DEMANDAS CONSULTIVAS NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2035.	215
QUADRO 4.11 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA Q _{90%} . (CONTINUA)	223
QUADRO 4.12 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA Q _{95%} . (CONTINUA)	225

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	ix

QUADRO 4.13 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{7,10}$. (CONTINUA)	227
QUADRO 4.14 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{90\%}$. (CONTINUA)	236
QUADRO 4.15 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{95\%}$. (CONTINUA)	238
QUADRO 4.16 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{7,10}$. (CONTINUA)	240
QUADRO 4.17 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{90\%}$. (CONTINUA)	249
QUADRO 4.18 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{95\%}$. (CONTINUA)	251
QUADRO 4.19 – VALORES DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTROLE PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{7,10}$. (CONTINUA)	253
QUADRO 4.20 – VALORES DE DBO NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: AZUL – CLASSE 1; VERDE – CLASSE 2; AMARELO – CLASSE 3; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA)	256
QUADRO 4.21 – VALORES DE OD NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: CIANO – CLASSE ESPECIAL; AZUL – CLASSE 1; VERDE – CLASSE 2; AMARELO – CLASSE 3; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA)	258
QUADRO 4.22 – VALORES DE NH_3 NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: AZUL – CLASSE 1; AMARELO – CLASSE 3; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA)	260
QUADRO 4.23 – VALORES DE NO_2 NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: AZUL – CLASSE 1; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA)	262
QUADRO 4.24 – VALORES DE NO_3 NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: AZUL – CLASSE 1; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA)	264

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	x

QUADRO 4.25 – VALORES DE FÓSFORO TOTAL NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: AZUL – CLASSE 1; AMARELO – CLASSE 3; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA).....	266
QUADRO 4.26 – VALORES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NOS PONTOS DE CONTROLE PARA TODAS AS CENAS E VAZÕES SIMULADAS. CORES: AZUL – CLASSE 1; VERDE – CLASSE 2; AMARELO – CLASSE 3; VERMELHO – CLASSE 4. (CONTINUA)	268
QUADRO 5.1. RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS USINAS SIMULADAS NA UNIDADE DE GESTÃO SF4.	272
QUADRO 5.2. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA UTILIZADA PARA DETERMINAR AS SÉRIES HIDROLÓGICAS NAS USINAS.	273
QUADRO 5.3 - PERDA DE POTÊNCIA MÉDIA POR CENTRAL HIDRELÉTRICA PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS FUTUROS.....	275
QUADRO 5.4 - PERDA MONETÁRIA MÉDIA ANUAL POR CENTRAL HIDRELÉTRICA PARA OS CENÁRIOS FUTUROS	276
QUADRO 5.5 - PERDA DE POTÊNCIA MÉDIA POR CENTRAL HIDRELÉTRICA PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS FUTUROS.....	276

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xi

Índice de Figuras

FIGURA 1.1 – REUNIÕES SETORIAIS - BACIA SF4, REALIZADAS DE 04 A 07/08/2014 – PUBLICAÇÃO DO JORNAL BURITI.....	2
FIGURA 1.2 – AUDIÊNCIA PÚBLICA REALIZADA EM 08/08/2014 – PUBLICAÇÃO DO JORNAL BURITI (WWW.JORNALBURITI.COM.BR).....	3
FIGURA 1.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS EMITIDAS PELO IGAM NA UNIDADE DE GESTÃO SF4	7
FIGURA 1.4 – NÚMERO DE OUTORGAS DO IGAM POR USO DE ÁGUA SUPERFICIAL NA UPGRH SF4.	6
FIGURA 1.5 –VAZÃO OUTORGADA PELO IGAM POR USO DE ÁGUA SUPERFICIAL DA UNIDADE DE GESTÃO SF4.8	
FIGURA 1.6 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÚMERO DE OUTORGAS EMITIDAS PELO IGAM.	9
FIGURA 1.7 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DA VAZÃO OUTORGADA PELO IGAM NA UNIDADE DE GESTÃO SF4.....	9
FIGURA 1.8 – NÚMERO DE OUTORGAS DO IGAM PARA ÁGUA SUPERFICIAL POR MUNICÍPIO.	11
FIGURA 1.9 –VAZÃO OUTORGADA PELO IGAM PARA ÁGUA SUPERFICIAL POR MUNICÍPIO.	11
FIGURA 1.10 –DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA UNIDADE DE GESTÃO SF4.....	15
FIGURA 1.12 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DA VAZÃO SUBTERRÂNEAS OUTORGADA PELO IGAM NA UNIDADE DE GESTÃO SF4.	17
FIGURA 1.13 – NÚMERO DE OUTORGAS DO IGAM DE ACORDO COM O USO NA UPGRH SF4.	17
FIGURA 1.14 – VAZÃO OUTORGADA PELO IGAM NA UPGRH SF4 POR TIPO DE USO.	18
FIGURA 1.15 – NÚMERO DE OUTORGAS DO IGAM PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO.....	19
FIGURA 1.16 – VAZÃO OUTORGADA PELO IGAM PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO.....	19
FIGURA 2.1 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS DA BASE DE DADOS DO IGAM, E IDENTIFICADAS PELO SENSORIAMENTO REMOTO DENTRO DA UNIDADE DE GESTÃO SF4.....	53
FIGURA 2.2 - APTIDÃO DE IRRIGAÇÃO DENTRO DO MUNICÍPIO DE TIROS, COM DESTAQUE NA ALTA APTIDÃO DE IRRIGAÇÃO NA SB1.	61

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xii

FIGURA 2.3 – LOCALIZAÇÃO DAS USINAS EXISTENTES E INVENTARIADAS DENTRO DA UNIDADE DE GESTÃO SF4. 74

FIGURA 3.1 - CAPACIDADE INSTALADA LICENCIADA, PARA ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA POR SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (FEAM, 2012) 82

FIGURA 4.1 – PONTOS DE CONTROLE PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA. 111

FIGURA 4.2 – ESTRUTURA DO MÓDULO DE QUALIDADE DA ÁGUA 114

FIGURA 4.3 – ESTIMATIVA DO DECAIMENTO E SEDIMENTAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA (K_1+K_3) EM TODOS OS TRECHOS DE RIO DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA SF4, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO VAZÃO DE REFERÊNCIA. 119

FIGURA 4.4 – ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE REAERAÇÃO, K_2 , EM TODOS OS TRECHOS DE RIO DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA SF4. 120

FIGURA 4.5 – ESTIMATIVA DA TAXA DE MORTALIDADE DE COLIFORMES, K_M , EM TODOS OS TRECHOS DE RIO DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA SF4, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO VAZÃO DE REFERÊNCIA. 121

FIGURA 4.6 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA. 125

FIGURA 4.7 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA. 126

FIGURA 4.8 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA. 127

FIGURA 4.9 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA. 128

FIGURA 4.10 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA. 129

FIGURA 4.11 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA. 130

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xiii

FIGURA 4.12 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIO ABAETÉ.	131
FIGURA 4.13 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIO BORRACHUDO.	131
FIGURA 4.14 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIO INDAIÁ.	132
FIGURA 4.15 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO SUCURIÚ.	132
FIGURA 4.16 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO DA EXTREMA.	133
FIGURA 4.17 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO SÃO VICENTE.	133
FIGURA 4.18 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO MARMELADA.	134
FIGURA 4.19 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO CANA-BRAVA.	134
FIGURA 4.20 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIACHO DO BAGRE.	135
FIGURA 4.21 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIACHO FUNDO.	135
FIGURA 4.22 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO DO PEIXE.	136
FIGURA 4.23 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO DA EXTREMA GRANDE.	136
FIGURA 4.24 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO CÓRREGO DO BARRÃO.	137

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xiv

FIGURA 4.25 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO DO BOI..... 137

FIGURA 4.26 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO CÔRREGO DO ESPÍRITO SANTO. 138

FIGURA 4.27 – PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS TOTAIS POR USO CONSULTIVO NO CÔRREGO FORQUILHA. 138

FIGURA 4.28 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 143

FIGURA 4.29 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE OD, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 144

FIGURA 4.30 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NH_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 145

FIGURA 4.31 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_2 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 146

FIGURA 4.32 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 147

FIGURA 4.33 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT..... 148

FIGURA 4.34 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, EM NMP/100 ML, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO ABAETÉ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 149

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xv

FIGURA 4.35 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 150

FIGURA 4.36 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE OD, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 151

FIGURA 4.37 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NH_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 152

FIGURA 4.38 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_2 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 153

FIGURA 4.39 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 154

FIGURA 4.40 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT..... 155

FIGURA 4.41 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, EM NMP/100 ML, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO BORRACHUDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 156

FIGURA 4.42 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 157

FIGURA 4.43 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE OD, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 158

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xvi

FIGURA 4.44 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NH ₃ , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	159
FIGURA 4.45 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO ₂ , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	160
FIGURA 4.46 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO ₃ , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	161
FIGURA 4.47 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.....	162
FIGURA 4.48 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, EM NMP/100 ML, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO INDAIÁ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	163
FIGURA 4.49 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE DBO ₅ , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	164
FIGURA 4.50 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE OD, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	165
FIGURA 4.51 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NH ₃ , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	166
FIGURA 4.52 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO ₂ , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT.	167

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xvii

FIGURA 4.53 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 168

FIGURA 4.54 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT..... 169

FIGURA 4.55 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, EM NMP/100 ML, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO SUCURIÚ (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT..... 170

FIGURA 4.56 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 171

FIGURA 4.57 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE OD, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 172

FIGURA 4.58 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NH_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 173

FIGURA 4.59 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_2 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 174

FIGURA 4.60 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NO_3 , EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 175

FIGURA 4.61 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, EM MG/L, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 176

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xviii

FIGURA 4.62 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, EM NMP/100 ML, ESTIMADAS PELO MODELO E OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIBEIRÃO MARMELADA (DE MONTANTE PARA JUSANTE). OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT. 177

FIGURA 4.63 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA. 179

FIGURA 4.64 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA. 180

FIGURA 4.65 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA. 181

FIGURA 4.66 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA. 183

FIGURA 4.67 - DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA. 184

FIGURA 4.68 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA ATUAL, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA. 185

FIGURA 4.69 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2020. 193

FIGURA 4.70 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2020. 194

FIGURA 4.71 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2020..... 195

FIGURA 4.72 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2020. 196

FIGURA 4.73 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2020. 197

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xix

FIGURA 4.74 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2020. 198

FIGURA 4.75 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2025. 201

FIGURA 4.76 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2025. 202

FIGURA 4.77 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2025..... 203

FIGURA 4.78 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2025. 204

FIGURA 4.79 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2025. 205

FIGURA 4.80 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2025. 206

FIGURA 4.81 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2035. 209

FIGURA 4.82 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2035. 210

FIGURA 4.83 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, EXCLUINDO IRRIGAÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2035..... 211

FIGURA 4.84 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{90\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2035. 212

FIGURA 4.85 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{95\%}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2035. 213

FIGURA 4.86 – ICH PROMOVIDO PELAS DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS, CONSIDERANDO A VAZÃO $Q_{7,10}$ COMO DISPONIBILIDADE HÍDRICA, NA CENA DE 2035. 214

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xx

FIGURA 4.87 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	217
FIGURA 4.88 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	218
FIGURA 4.89 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	219
FIGURA 4.90 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	220
FIGURA 4.91 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	221
FIGURA 4.92 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2020, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	222
FIGURA 4.93 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	230
FIGURA 4.94 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	231
FIGURA 4.95 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	232
FIGURA 4.96 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	233
FIGURA 4.97 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	234
FIGURA 4.98 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2025, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	235
FIGURA 4.99 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	243

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xxi

FIGURA 4.100 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	244
FIGURA 4.101 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	245
FIGURA 4.102 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A $Q_{90\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	246
FIGURA 4.103 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A $Q_{95\%}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	247
FIGURA 4.104 – DESCONFORMIDADE À CLASSE 2 PARA A CENA DE 2035, CONSIDERANDO A $Q_{7,10}$ COMO A VAZÃO DE REFERÊNCIA.	248
FIGURA 5.1 – LOCALIZAÇÃO DAS PEQUENAS USINAS HIDRELÉTRICAS SIMULADAS ENERGETICAMENTE.	274

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	xxii

1. ANÁLISE RETROSPECTIVA, AVALIAÇÃO DA CONJUNTURA E IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS

Este relatório técnico é o volume III do plano diretor, que corresponde à análise retrospectiva, avaliação da conjuntura, identificação de tendências e prognóstico das demandas hídricas e realização de balanço hídrico quali-quantitativo no cenário tendencial do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Entorno da represa de Três Marias.

No capítulo 1 apresenta-se a análise retrospectiva propriamente dita, juntamente com as projeções populacionais e análise da evolução das informações cadastrais de outorgas de direitos de uso de recursos hídricos.

No capítulo 2, apresenta-se a projeção das demandas hídricas para cada um dos setores usuários da bacia SF-04.

No capítulo 3, são apresentadas as projeções para as cargas poluidoras, considerando o crescimento da demanda e as projeções de coleta e tratamento de efluentes.

No capítulo 4 apresenta-se o balanço hídrico quali-quantitativo para o cenário tendencial, especificamente as cenas 2015 (atual), 2020, 2025 e 2035, quando são apresentados os graus de comprometimento das disponibilidades de água face ao crescimento projetado das demandas.

NO capítulo 5 é apresentado um estudo que analisa de que forma o crescimento da demanda impactará o uso de geração de energia na bacia SF-04, com vistas a proporcionar um subsídio ao processo de negociação social no âmbito do comitê de bacia e alertar ao órgão gestor e empreendedor, da ocorrência destas possíveis interferências.

Convém registrar que este relatório trata-se da revisão 01 de um produto entregue pela empresa e aprovado pelo grupo de trabalho (GT) do plano, em março de 2014, cuja revisão foi motivada por uma rodada de reuniões setoriais realizadas em agosto de 2014 por solicitação do CBH-SF04, que sentiu necessidade de aprofundar a discussão dos resultados com os setores usuários e sociedade civil.

Esta rodada de reuniões, passou por discussões específicas com os setores de Energia, Indústria, Agricultura, Pecuária e Saneamento, encerrando com uma audiência Pública realizada em Três Marias em 08/08/2014 (**Figura 1.1 e Figura 1.2**).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	1

Esta rodada de reuniões setoriais, realizadas a posteriori, demandou modificações substanciais no conteúdo deste relatório, especificamente: modificações na metodologia de estimativas das demandas hídricas, modificações nos níveis de tratamento de efluentes domésticos (inclusão da ETE Silva Campos), modificações nos níveis de tratamento dos efluentes urbanos, inclusão de tratamento secundário na atenuação das cargas oriundas dos rebanhos confinados, dentre outros.



O COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS-CHB-SF04 EXECUTA PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

O mais importante instrumento de gestão hídrica da Lei 13.199/99 está sendo viabilizado pelo Convênio: COMLAGO/SEMAD/FHIDRO e executado pela empresa Gama Engenharia e Recursos Hídricos.

De forma participativa, os membros do Comitê SF04, usuários de águas, poder público municipal e estadual e sociedade civil organizada definiram

o diagnóstico técnico e o prognóstico visando os cenários futuros de nossas águas.

Várias consultas públicas setoriais aconteceram nos municípios da Bacia para que todos colaborassem com os dados apresentados pela empresa. O Objetivo central das reuniões setoriais era a aprovação dos dados pelos usuários de recursos hídricos.

Reuniões Técnicas Setoriais:



PCH's e Industria em Três Marias



Irrigação em São Gotardo



Saneamento em Abaeté



Pecuária – Bovinocultura,
Suinocultura, Piscicultura e
Apicultura em Pompéu

Figura 1.1 – Reuniões setoriais - Bacia SF4, realizadas de 04 a 07/08/2014 – publicação do jornal Buriti.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 2
------------------------------	---	-------------------------------	-------------

AUDIÊNCIA PÚBLICA - PLANO DIRETOR DE RECURSOS HIDRICOS SF04 “O GRANDE MARCO DO FUTURO DAS NOSSAS ÁGUAS”

Realizada no dia 08/08/2014, no Sindicato dos Metalúrgicos na cidade de Três Marias/MG a Audiência Pública do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Entorno da Represa de Três Marias foi um sucesso! A audiência contou com a participação maciça de todos os seguimentos da gestão de recursos hídricos dos 23 municípios: pescadores, indústrias, saneamento, irrigantes, sociedade civil, silvicultura, pecuária, mineração, turismo, PCH's, prefeitos, conselheiros, Igam, entre outros. Os trabalhos executados pelo Comitê SF04, Comlago e pela empresa Gama



Plenária da Audiência Pública do PDRH

Engenharia e Recursos Hídricos e apresentados na plenária foram aprovados por unanimidade. Esse foi um marco histórico das águas da bacia SF04, que a partir desse diagnósti-

co, prognóstico e cenários futuros passará a elencar os programas, projetos e ações de Revitalização. Isso viabiliza ainda a implantação da cobrança pelo uso das águas em nossa região.

Figura 1.2 – Audiência Pública realizada em 08/08/2014 – publicação do jornal Buriti (www.jornalburiti.com.br).

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 3
------------------------------	---	-------------------------------	-------------

1.1. Análise retrospectiva para construção do cenário tendencial

Na gestão de recursos hídricos, especificamente nas atividades de planejamento e gestão de recursos hídricos, o planejador ou analista não raro se encontra diante da situação: planejar o futuro com base em informações que se referem ao passado. Para tal, é comum se lançar mão de dados históricos ou séries históricas de informações diversas, sejam elas de ordem hidrológica, socioeconômicas, demandas e outras.

Este procedimento, de fazer uso da série histórica com vistas a identificar tendências que possam se manter numa projeção futura, é que se denomina análise retrospectiva, e pode-se dizer que é um método clássico que tem sido adotado na projeção de demandas em trabalhos de planejamento em diversas áreas.

Embora muito conhecido e amplamente praticado, a derivação de um cenário tendencial com base em análise retrospectiva, tem suas limitações, especialmente quando se trata da sua utilização em projeções de longo prazo, sendo seu principal ponto fraco a impossibilidade de modificação das tendências históricas verificadas na análise retrospectiva.

Pelo motivo acima, o cotejamento de taxas a partir de séries históricas não pode ser um procedimento "cego" e simplesmente matemático, mas sim validado dentro de um contexto da análise de conjuntura econômica do passado e do futuro, com o objetivo de se validar as taxas e filtrar anomalias.

Fenômenos recentes: crises internacionais que afetam o agronegócio, períodos de oscilação cambial que interferem diretamente na exportação e na produção de modo geral, tal qual aconteceu na crise de 2008, políticas nacionais de regulação de preços de energia, de incentivo à agricultura, são fatores que serão levados em consideração no processo de validação das tendências encontradas.

Nos capítulos a seguir, são apresentados de forma detalhada, todo o processo de análise retrospectiva, derivação e validação de taxas e projeção de demandas no cenário tendencial.

1.2. Análise de informações cadastrais na bacia SF04: cadastro de usuários e outorgas

A seguir será realizada uma análise dos principais cadastros de outorgas consultados e analisados durante a elaboração dos cenários prospectivos de demandas hídricas e cargas poluidoras na bacia do SF04.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 4
------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Conforme será visto neste capítulo e nos seguintes, as demandas da cena atual se valerem – sempre que possível – das informações cadastrais, quando estas se apresentaram consistentes e representativas do universo de usuários do setor. Será o caso da agricultura irrigada e da indústria, cujas outorgas foram consideradas como sendo as demandas da cena atual (2015).

Já as demandas para pecuária e abastecimento humano, após análise do cadastro, foram estimadas por métodos indiretos, através de informações censitárias de populações e composições de rebanhos.

Independente da adoção do cadastro de outorgas como base para cálculo das demandas setoriais, esses dados são importantes pois fornecem informações relevantes tais como a magnitude das demandas unitárias e coeficientes de cargas que serão utilizados nas projeções das cenas futuras do cenário tendencial.

1.2.1. Análise do Cadastro de Usuários de Águas Superficiais Outorgados pelo IGAM

Até 2014 foram registradas 254 outorgas superficiais para os diferentes usos de recursos hídricos na UPGRH SF4. A **Figura 1.4** ilustra a distribuição das outorgas superficiais, sendo que o diâmetro de cada círculo é proporcional à vazão outorgada. O **Quadro 1.1** apresenta os valores totais das outorgas e usos de água predominantes até o ano de 2014, com os números totais de outorgas emitidas e as vazões outorgadas, bem como o número de outorgas solicitadas.

Na **Figura 1.3**, observa-se a distribuição do número de outorgas, de acordo com as categorias de uso explicitadas no **Quadro 1.1**. Na **Figura 1.5** os valores totais das vazões outorgadas são classificados conforme as categorias. Percebe-se que a irrigação concentra a grande maioria das outorgas emitidas, correspondendo a aproximadamente 53% destas e representa aproximadamente 84% das vazões outorgadas.

O **quadro 1.2** mostra a evolução temporal do número de outorgas e da vazão outorgada até fevereiro de 2014. Em relação ao histórico, nos anos de 1990 a 2003 poucas (entre 1 e 5 por ano) foram emitidas.

O **Quadro 1.3** apresenta o número de outorgas emitidas e as respectivas vazões distribuídas por município. Nota-se que o município de Varjão de Minas apresenta o maior número de outorgas e as maiores vazões outorgadas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	5

Na **Figura 1.6**, observa-se que a partir do ano de 2004 houve um acréscimo significativo na média de outorgas emitidas anualmente, com destaque o ano de 2010, o qual teve um número de outorgas muito acima dos demais anos. Na **Figura 1.7** está representada a evolução temporal das vazões outorgadas.

Quadro 1.1 – Números totais de outorgas por uso e vazão outorgada pelo IGAM.

Uso	Nº de outorgas		Vazão (m ³ /h)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Abastecimento público	8	3,15%	925,92	4,63%
Aqüicultura	4	1,57%	37,80	0,19%
Consumo Agroindustrial	4	1,57%	72,00	0,36%
Consumo Humano	7	2,76%	74,60	0,37%
Consumo Industrial	8	3,15%	310,32	1,55%
Dessedentação de animais	5	1,97%	32,76	0,16%
Extração Mineral	19	7,48%	199,44	1,00%
Irrigação	135	53,15%	16796,84	83,90%
Mais de um uso	36	14,17%	1428,80	7,14%
Transposição hídrica	17	6,69%	0,00	0,00%
Outros	11	4,33%	140,50	0,70%

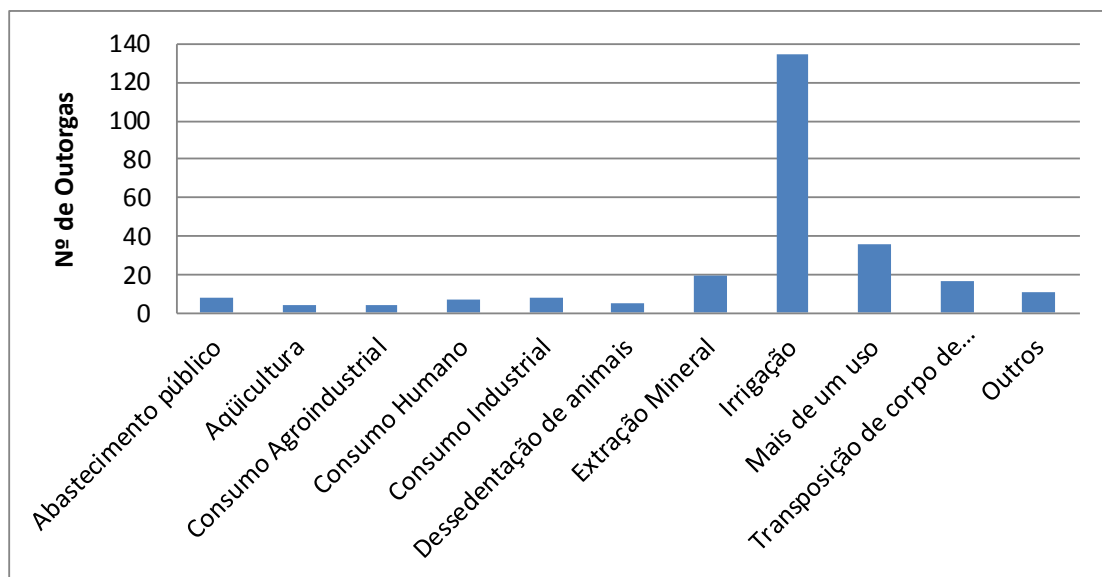


Figura 1.3 – Número de outorgas do IGAM por uso de água superficial na UPGRH SF4.

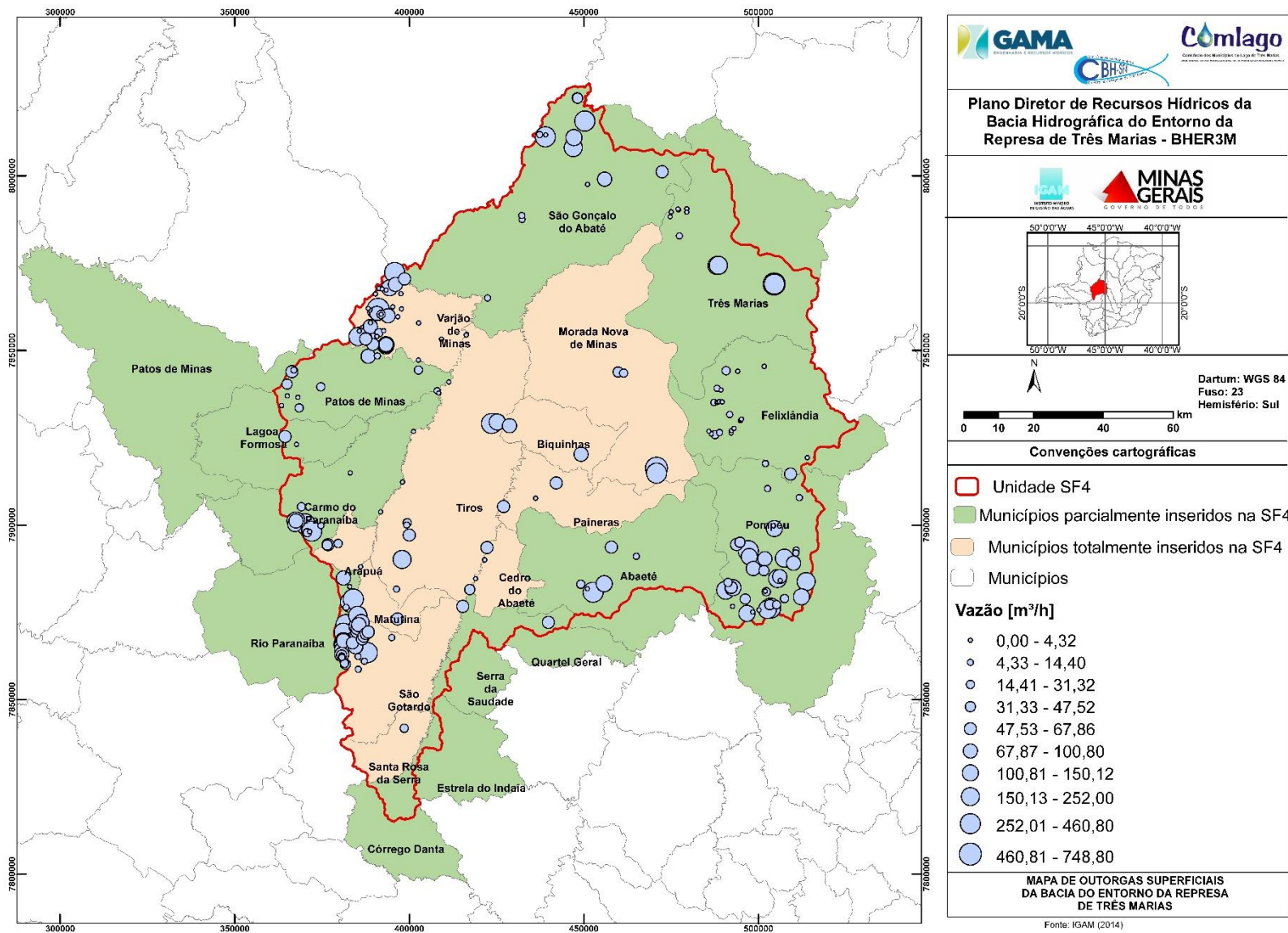


Figura 1.4 – Distribuição das outorgas emitidas pelo IGAM na unidade de gestão SF4

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 7
------------------------------	---	-------------------------------	-------------

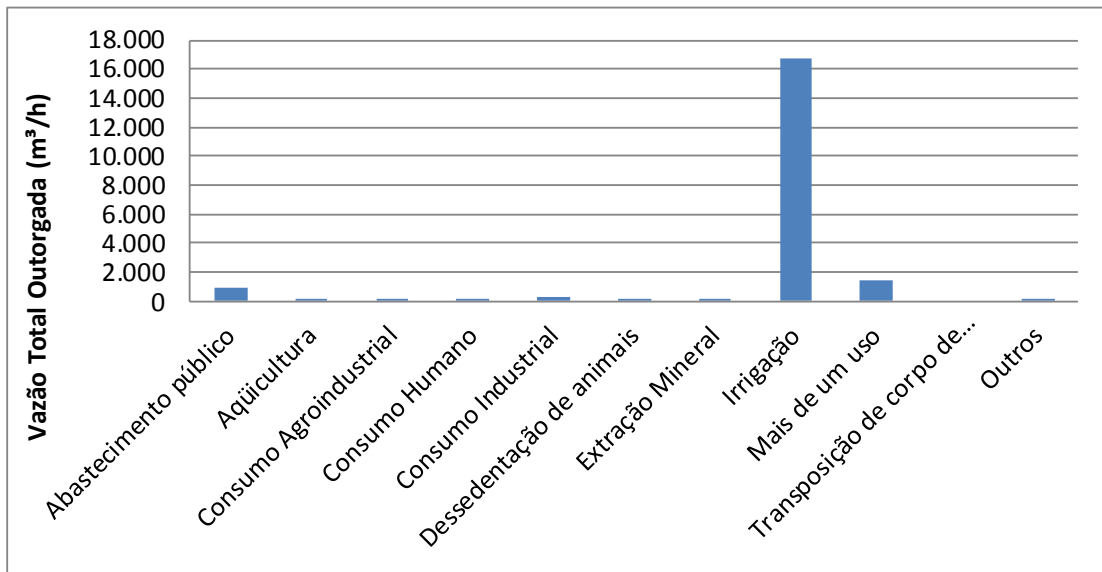


Figura 1.5 – Vazão outorgada pelo IGAM por uso de água superficial da unidade de gestão SF4.

Quadro 1.2 – Evolução dos usos outorgados pelo IGAM na unidade de gestão SF4.

Ano	Número de outorgas		Vazão (m³/h)	
	Absoluto	Acumulado	Absoluto	Acumulado
1990	1	1	25,20	25,20
1993	4	5	450,00	475,20
1999	1	6	31,32	506,52
2000	2	8	36,00	542,52
2001	2	10	450,00	992,52
2002	1	11	0,72	993,24
2003	5	16	1187,71	2.180,95
2004	43	59	2.898,36	5.079,31
2005	18	77	1.446,84	6.526,15
2006	3	80	54,00	6.580,15
2007	1	81	2,60	6.582,75
2008	23	104	1.643,04	8.225,79
2009	31	135	2.937,60	11.163,39
2010	43	178	2.108,95	13.272,34
2011	27	205	1.824,87	15.097,21
2012	11	216	100,73	15.197,94
2013	6	222	800,57	15.998,51
2014	32	254	4.020,48	20.018,99

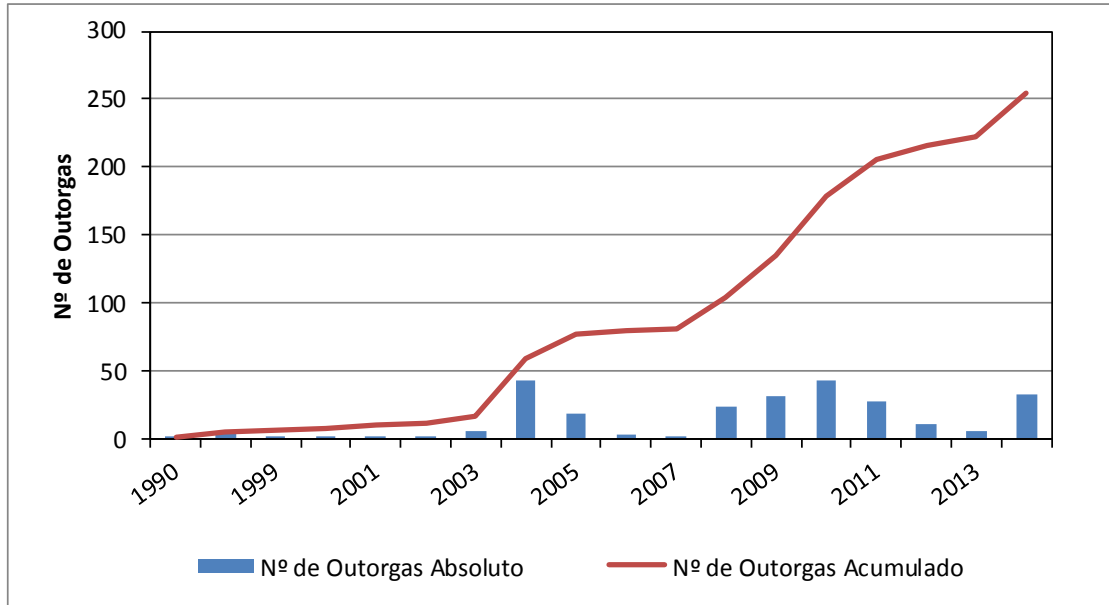


Figura 1.6 – Evolução temporal do número de outorgas emitidas pelo IGAM.

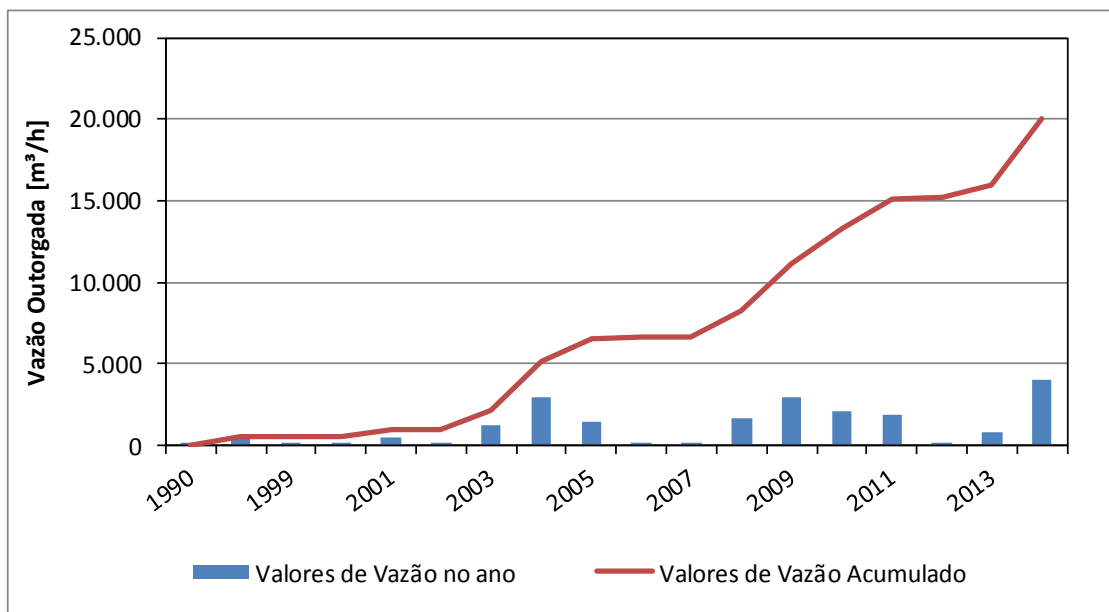


Figura 1.7 – Evolução temporal da vazão outorgada pelo IGAM na unidade de gestão SF4.

Quadro 1.3 – Distribuição das outorgas do IGAM para água superficial por município.

Municípios	Número de outorgas		Vazão (m ³ /ano)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Abaeté	6	2,36%	460,37	2,29%
Arapuá	2	0,79%	31,32	0,16%
Biquinhas	1	0,39%	100,08	0,50%
Carmo da Paranaíba	17	6,69%	1.375,66	6,85%
Carmo do Paranaíba / Patos de Minas	1	0,39%	7,20	0,04%
Cedro do Abaeté ⁽¹⁾	1	0,39%	0,00	0,00%
Felixlândia	23	9,06%	142,92	0,71%
Lagoa Formosa	2	0,79%	51,12	0,25%
Matutina	1	0,39%	54,00	0,27%
Morada Nova de Minas	4	1,57%	1.186,56	5,91%
Paineiras	2	0,79%	124,20	0,62%
Paineiras / Tiros	1	0,39%	50,40	0,25%
Patos de Minas	15	5,91%	435,96	2,17%
Pompéu	39	15,35%	3.010,14	15,00%
Quartel Geral	1	0,39%	60,12	0,30%
Rio Paranaíba	2	0,79%	78,48	0,39%
Rio Paranaíba e São Gotardo	31	12,20%	4.002,48	19,94%
Santa Rosa da Serra	1	0,39%	25,20	0,13%
São Gonçalo do Abaeté	20	7,87%	2.131,92	10,62%
São Gotardo	11	4,33%	797,04	3,97%
Tiros	12	4,72%	941,22	4,69%
Três Marias	11	4,33%	1.242,72	6,19%
Varjão de Minas	50	19,69%	3.760,28	18,74%
TOTAL	254	100,00%	20.018,99	100,00%

(1) - Para o caso específico de Cedro do Abaeté de acordo com a portaria 1490/2005 não é informado o valor da vazão outorgada, provavelmente por se tratar de dragagem que é um uso não-consuntivo.

Na **Figura 1.8** e **Figura 1.9** são apresentadas a distribuição espacial das outorgas e da vazão. Mais especificamente, a **Figura 1.8** apresenta o número de outorgas por município. Os municípios de Córrego Danta, Estrela do Indaiá e Serra da Saudade não apresentaram outorgas. No que diz respeito à vazão outorgada, a distribuição é menos uniforme, como mostra a **Figura 1.9**. Vale ressaltar que mais de 60% de toda vazão outorgada concentra-se em apenas quatro municípios. Varjão de Minas possui a maior parcela da vazão dentre todos os municípios analisados, com 18,78%.

Um resumo das vazões superficiais outorgadas e do número de outorgas totais por município é apresentado do **Quadro 1.4** e **Quadro 1.5**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	10

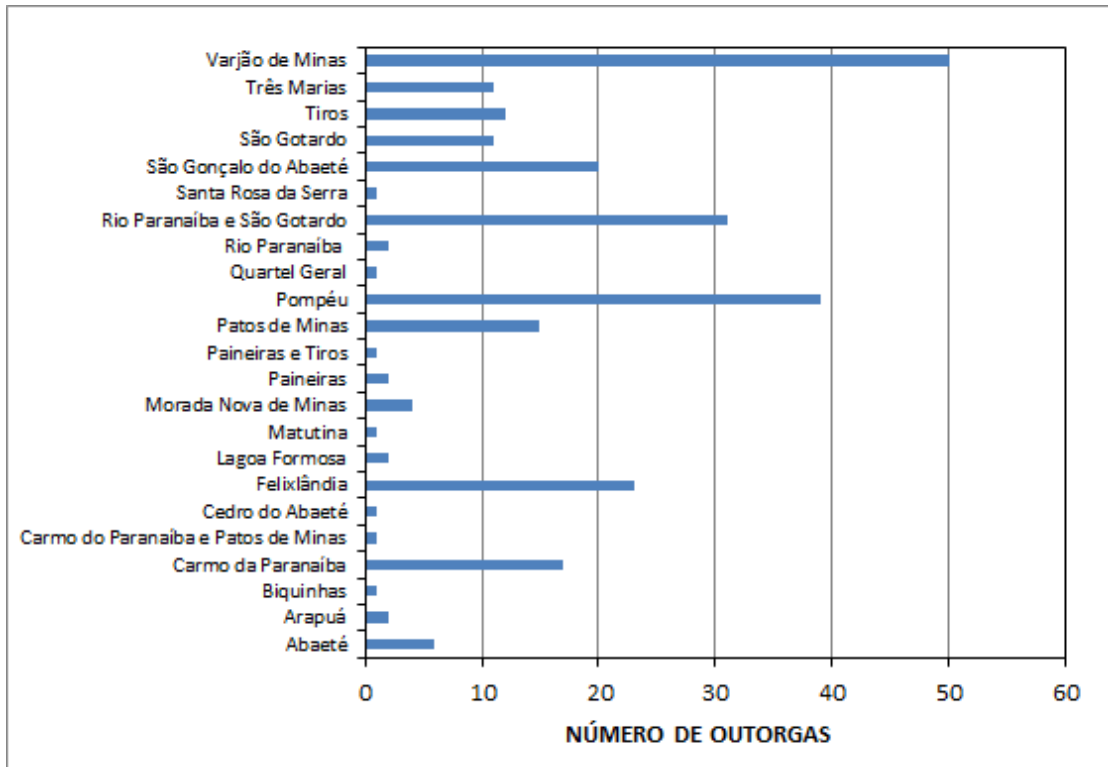


Figura 1.8 – Número de outorgas do IGAM para água superficial por município.

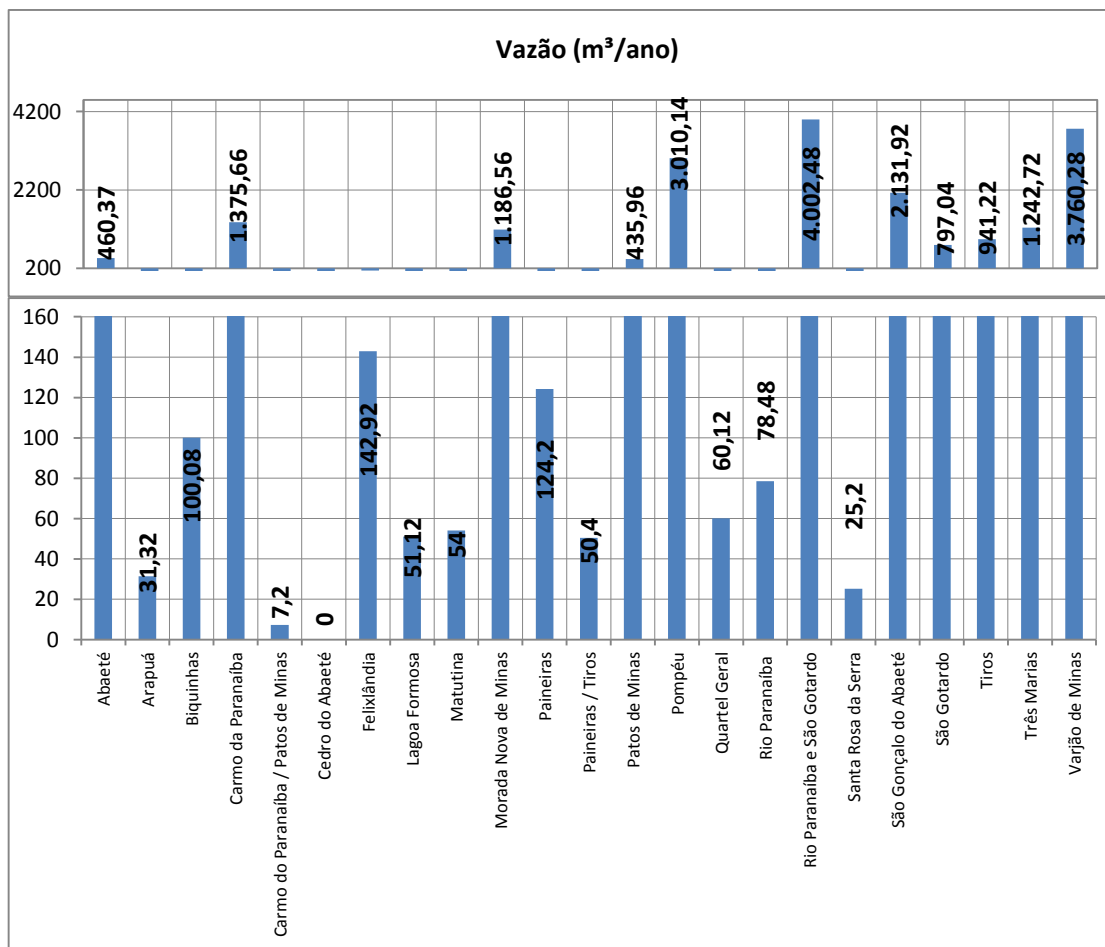


Figura 1.9 – Vazão outorgada pelo IGAM para água superficial por município.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 11
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 1.4 – Distribuição das vazões outorgadas do IGAM para água superficial por consumo e para cada município.

MUNICÍPIOS	FINALIDADE										
	Abasteci- mento público	Aquicul- tura	Consumo Agroindus- trial	Con- sumo Hu- mano	Consumo Indus- trial	Dessedenta- ção de animais	Extra- ção Mineral	Irriga- ção	Mais de um uso	Transposi- ção de corpo de água	Outros
Abaeté	270	-	-	-	-	-	-	190	-	-	-
Arapuá	-	-	-	31,3	-	-	-	-	-	-	-
Biquinhas	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-
Carmo da Paranaíba	-	-	-	-	7,20	-	-	1.368	-	-	0,460
Carmo da Paranaíba e Patos de Minas	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-
Cedro do Abaeté	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Felixlândia	-	1,80	-	-	1,44	16,2	19,8	70,2	33,5	-	-
Lagoa Formosa	0,720	-	-	-	-	-	-	50,4	-	-	-
Matutina	54,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morada Nova de Minas	-	21,6	-	-	-	-	-	1.165	-	-	-
Paineiras	61,2	-	-	-	-	-	63,0	-	-	-	-
Paineiras e Tiros	-	-	-	-	-	-	50,4	-	-	-	-
Patos de Minas	18,0	-	-	36,0	-	-	-	269	113	-	-
Pompéu	-	14,4	-	-	198	7,20	-	2.663	128	-	-
Quartel Geral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,1
Rio Paranaíba	-	-	-	-	-	0,360	-	78,1	-	-	-
Rio Paranaíba e São Gotardo	-	-	64,8	-	-	-	-	3.938	-	-	-
Santa Rosa da Serra	25,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Abaeté	-	-	-	-	57,6	-	14,4	1.969	10,8	-	79,9
São Gotardo	432	-	7,20	-	7,20	-	101	250	-	-	-
Tiros	64,8	-	-	-	36,0	4,68	-	836	-	-	-
Três Marias	-	-	-	-	-	-	-	418	824	-	-
Varjão de Minas	-	-	-	7,28	2,88	4,32	1,44	3.432	312	-	-
TOTAL	926	37,8	72,0	74,6	310	32,8	299,8	16.797	1.429	-	141

Quadro 1.5 – Distribuição em número de outorgas do IGAM para água superficial por consumo e para cada município.

MUNICÍPIOS	FINALIDADE										
	Abastecimento público	Aquicultura	Consumo Agroindustrial	Consumo Humano	Consumo Industrial	Dessementação de animais	Extração Mineral	Irrigação	Mais de um uso	Transposição de corpo de água	Outros
Abaeté	1	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-
Arapuá	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Biquinhas	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Carmo da Paranaíba	-	-	-	-	1	-	2	11	1	1	1
Carmo da Paranaíba e Patos de Minas	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Cedro do Abaeté	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Felixlândia	-	1	-	-	1	1	1	3	16	-	-
Lagoa Formosa	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Matutina	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morada Nova de Minas	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Paineiras	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Paineiras e Tiros	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Patos de Minas	1	-	-	2	-	-	1	6	4	1	-
Pompéu	-	2	-	-	1	1	-	26	5	2	2
Quartel Geral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Rio Paranaíba	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
Rio Paranaíba e São Gotardo	-	-	3	-	-	-	-	28	-	-	-
Santa Rosa da Serra	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Abaeté	-	-	-	-	2	-	3	12	1	-	2
São Gotardo	1	-	1	-	1	-	2	6	-	-	-
Tiros	1	-	-	-	1	1	3	6	-	-	-
Três Marias	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4	2
Varjão de Minas	-	-	-	4	1	1	3	25	5	8	3
TOTAL	8	4	4	7	8	5	19	135	36	17	11

1.2.2. Análise do Cadastro de Usuários de Águas Subterrâneas Outorgados pelo IGAM

De forma semelhante às águas superficiais, analisou-se a distribuição das outorgas deferidas até agosto de 2014 na UPGRH SF4. No total, foram emitidas 206 outorgas para uso de recursos hídricos subterrâneos. A **Figura 1.10** ilustra a distribuição dessas outorgas, sendo o tamanho de cada círculo é proporcional ao valor de vazão outorgada. O **Quadro 1.6** apresenta a evolução do número de outorgas por ano. Conforme ilustram a **Figura 1.11** e a **Figura 1.12**, verifica-se que há uma tendência de crescimento relativamente constante para o seu número, ao contrário do que é observado para as vazões totais outorgadas.

O **Quadro 1.7** apresenta a distribuição das outorgas subterrâneas totais de acordo com o uso e também as vazões outorgadas.

Na **Figura 1.13**, observa-se a distribuição das outorgas, de acordo com as categorias de uso explicitadas no **Quadro 1.7** e na **Figura 1.14**, observam-se as vazões outorgadas pelo IGAM. Nota-se que os principais usos outorgados são o consumo humano e as outorgas com destinação para mais de um uso. Cabe salientar que essas vazões são aproximadas, uma vez que algumas outorgas são emitidas para usos múltiplos, não sendo possível identificar as vazões específicas para cada uso individual.

O **Quadro 1.8** apresenta, em quantidade e vazão, a distribuição das outorgas emitidas pelo IGAM para captação de água subterrânea, por município. A **Figura 1.15** e a **Figura 1.16** apresentam a distribuição espacial por municípios do número de outorgas e da vazão outorgada respectivamente. Os principais municípios detentores em termos de quantidade de outorgas e de vazão total outorgada são: Pompéu, Morada Nova de Minas e Felixlândia. Em termos de vazão destaca-se o município de São Gonçalo do Abaeté, por apresentar uma vazão outorgada alta, se comparada com o número de vazões outorgadas, ou seja, o número de outorgas deste município é praticamente a metade de Três Marias, contudo a vazão outorgada é praticamente a mesma.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 14
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

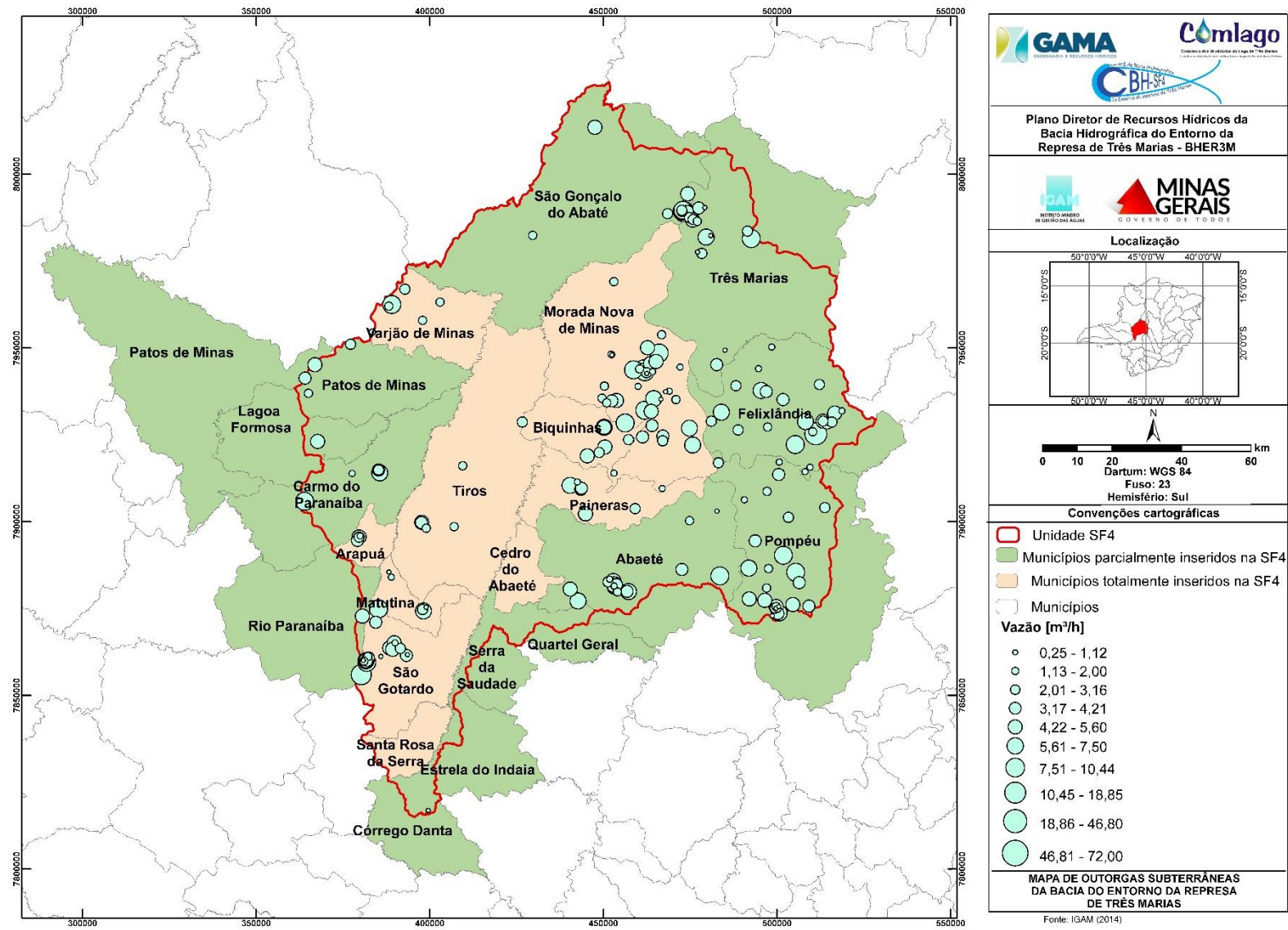


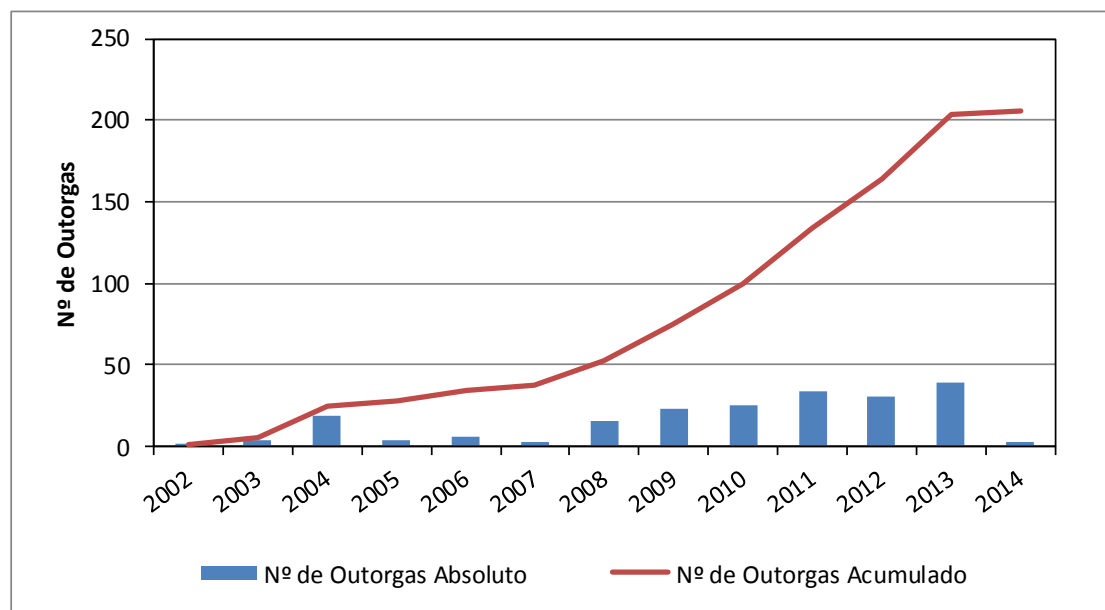
Figura 1.10 –Distribuição das outorgas de água subterrânea na unidade de gestão SF4.

Quadro 1.6 – Número de outorgas emitidas pelo IGAM.

Ano	Número de outorgas		Vazão (m ³ /h)	
	Absoluto	Acumulado	Absoluto	Acumulado
2002	1	1	7,50	7,50
2003	4	5	21,30	28,80
2004	19	24	64,73	93,53
2005	4	28	13,80	107,33
2006	6	34	15,30	122,63
2007	3	37	10,20	132,83
2008	15	52	155,40	288,23
2009	23	75	158,82	447,05
2010	25	100	177,02	624,06
2011	34	134	196,66	820,72
2012	30	164	144,08	964,80
2013	39	203	194,27	1.159,08
2014	3	206	19,49	1.178,57

Quadro 1.7 – Distribuição das outorgas subterrâneas por uso e vazão outorgada.

Tipo de Uso	Nº de outorgas		Vazão (m ³ /h)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Abastecimento público	10	4,85%	235,24	19,96%
Consumo Agroindustrial	2	0,97%	6,50	0,55%
Consumo Humano	41	19,90%	149,47	12,68%
Consumo Industrial	10	4,85%	40,77	3,46%
Dessedentação animal	5	2,43%	29,15	2,47%
Irrigação	3	1,46%	20,56	1,74%
Lavagem de Veículos	7	3,40%	17,90	1,52%
Outros Usos	2	0,97%	5,49	0,47%
Mais de um uso	126	61,17%	673,48	57,14%


Figura 1.11 – Evolução temporal do número de outorgas subterrâneas emitidas pelo IGAM.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	16

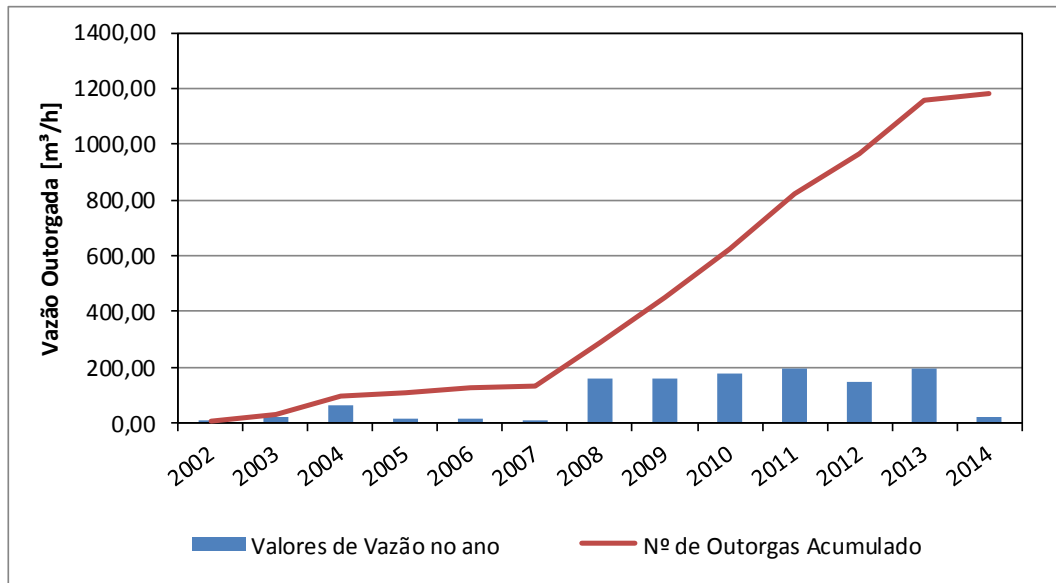


Figura 1.12 – Evolução temporal da vazão subterrânea outorgada pelo IGAM na unidade de gestão SF4.

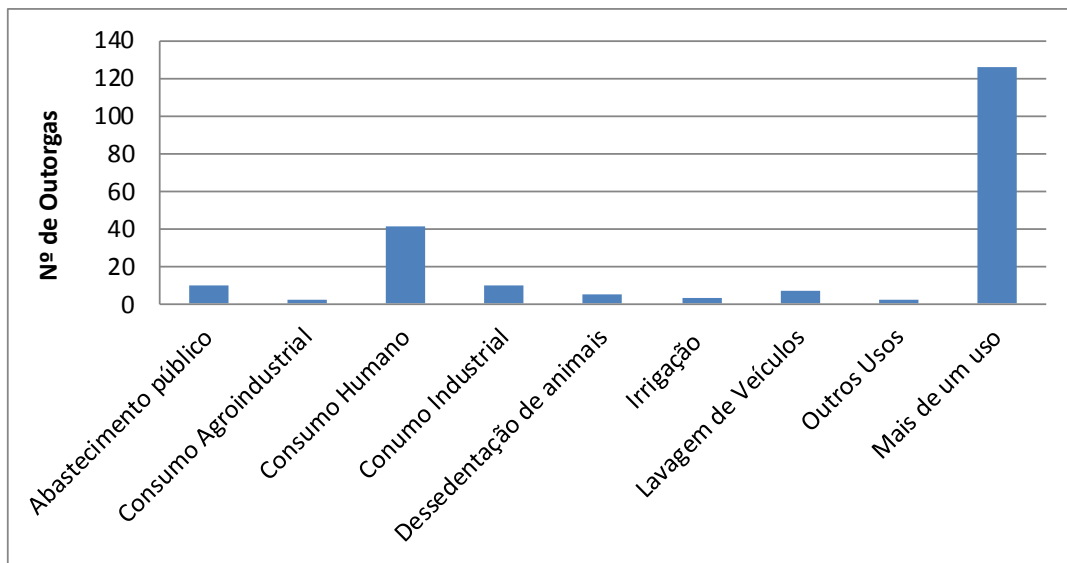


Figura 1.13 – Número de outorgas do IGAM de acordo com o uso na UPGRH SF4.

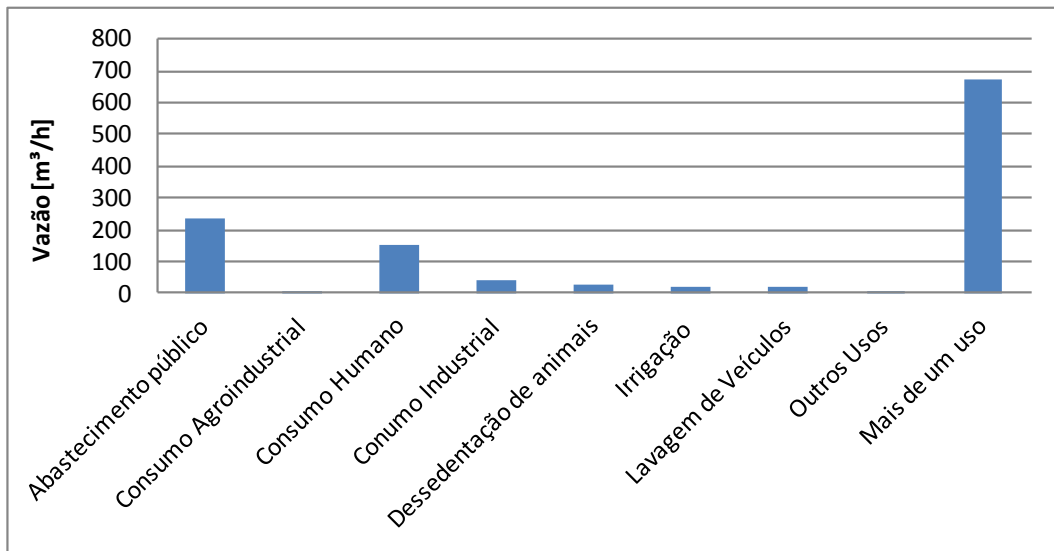


Figura 1.14 – Vazão outorgada pelo IGAM na UPGRH SF4 por tipo de uso.

Quadro 1.8 – Distribuição das outorgas do IGAM para água subterrânea por município.

Municípios	Número de outorgas		Vazão (m³/ano)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Abaeté	20	9,71%	104,84	8,90%
Arapuá	3	1,46%	10,16	0,86%
Biquinhas	5	2,43%	28,97	2,46%
Carmo do Paranaíba	7	3,40%	40,57	3,44%
Córrego Danta	1	0,49%	0,63	0,05%
Felixlândia	24	11,65%	177,92	15,10%
Lagoa Formosa	1	0,49%	7,50	0,64%
Matutina	7	3,40%	32,90	2,79%
Morada Nova de Minas	38	18,45%	221,60	18,80%
Paineiras	8	3,88%	38,50	3,27%
Patos de Minas	4	1,94%	16,89	1,43%
Pompéu	29	14,08%	145,72	12,36%
São Gonçalo do Abaeté	10	4,85%	90,08	7,64%
São Gotardo	20	9,71%	136,13	11,55%
Tiros	6	2,91%	22,90	1,94%
Três Marias	17	8,25%	71,06	6,03%
Varjão de Minas	6	2,91%	32,20	2,73%
TOTAL	206	100,00%	1178,57	100,00%

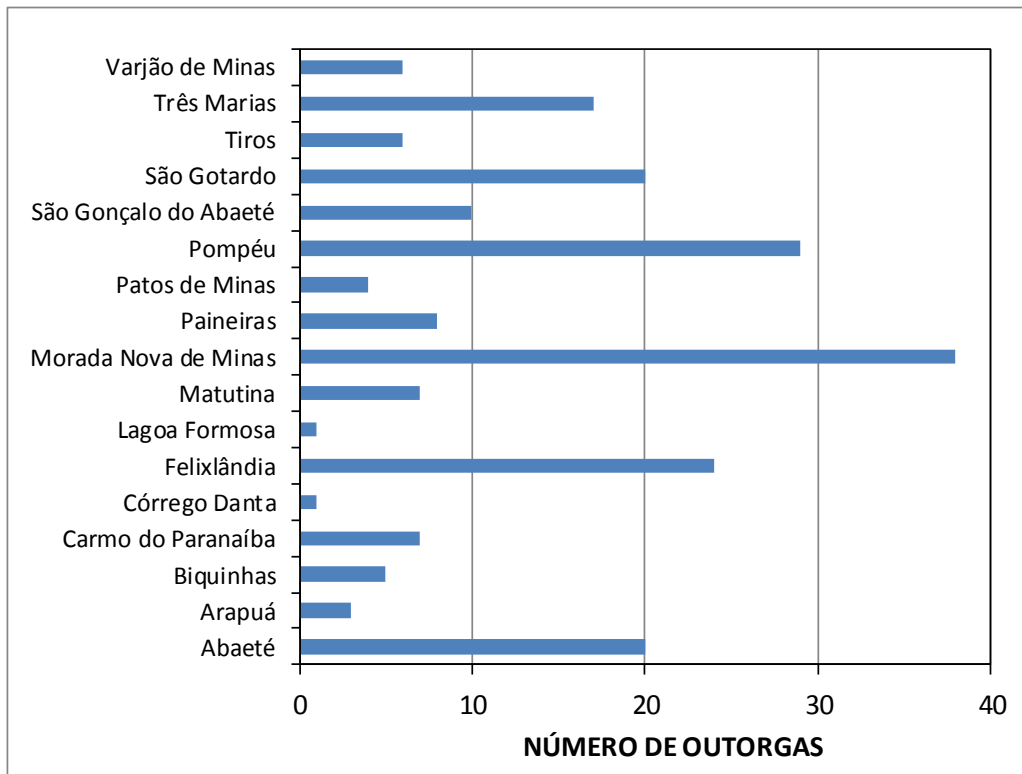


Figura 1.15 – Número de outorgas do IGAM para água subterrânea por município

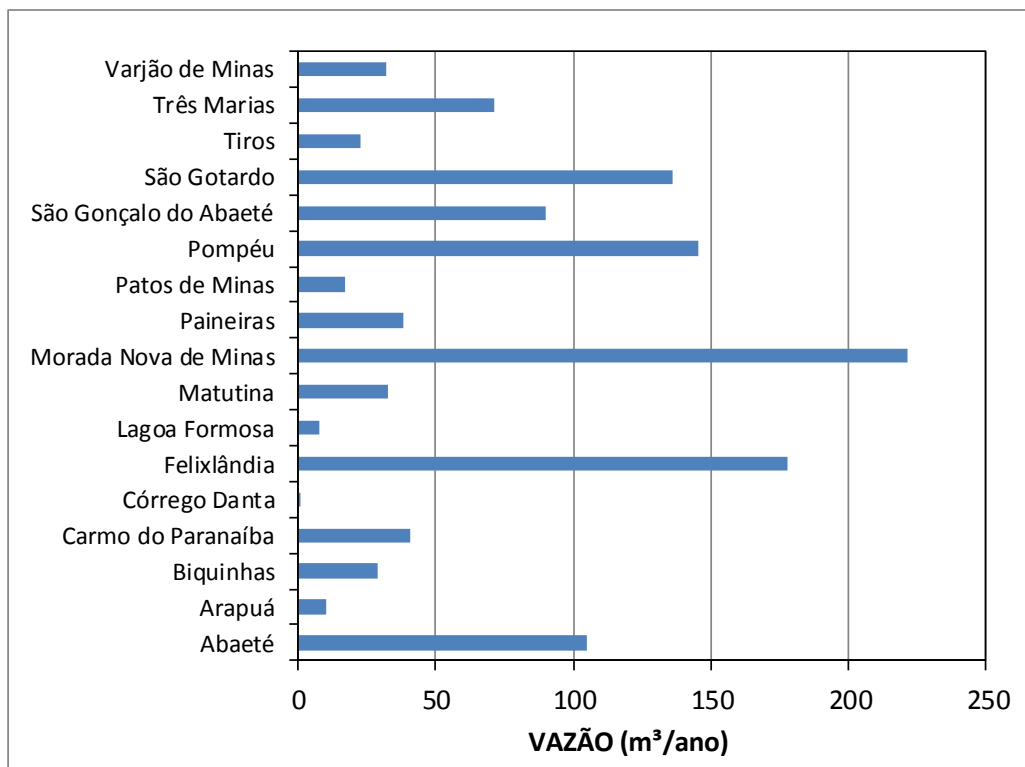


Figura 1.16 – Vazão outorgada pelo IGAM para água subterrânea por município.

1.3. Projeções Populacionais

As projeções populacionais para os municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Entorno da Represa de Três Marias – (SF4), foram baseadas em dois modelos de crescimento populacional: o Geométrico e o Taxa Decrescente de Crescimento (TDC).

O Modelo Geométrico de crescimento ou Projeção Geométrica (P.G.) é um método geralmente utilizado em estimativas de curto prazo, e quando aplicado em projeções de longo prazo tende a superestimar o crescimento, produzindo resultados conservadores.

Para este método, a população no intervalo de tempo seguinte (t) depende da população no presente (t_0).

O crescimento populacional com base no modelo Geométrico é dado pela **Equação 1**, apresentada a seguir.

$$P_t = P_0 \times (1 + i)^{t-t_0} \quad \text{Equação 1}$$

Onde i é taxa de crescimento anual do período, P_0 é a população no instante t_0 e P_t é a população no instante t .

O modelo de crescimento baseado em taxas decrescentes (T.D.C.), apresenta uma sofisticação em relação ao modelo geométrico (P.G), uma vez que ele parte da premissa de que à medida que a população cresce, as taxas de crescimento se tornam menores, o que é de fato uma tendência verificada na prática, quando se analisa o crescimento histórico das cidades.

Desta forma, a população tende a atingir assintoticamente um valor de saturação (P_s), não sendo este modelo tão conservador quanto o Geométrico, e sendo mais adequado a projeções de longo prazo.

O crescimento populacional com base no modelo TDC é dado pela **Equação 2**:

$$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \times [1 - e^{-Kd(t-t_0)}] \quad \text{Equação 2}$$

Onde Kd é o coeficiente de decréscimo e P_s é a população de saturação.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	20

O ajuste dos parâmetros i , K e P_s , para os modelos de crescimento acima apresentados, pode ser realizado por regressão linear.

Este método possui algumas restrições:

- $P_0 < P_1 < P_2$
- $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$

Onde P indica a população no tempo ou cena.

Para os casos onde as restrições não são aplicáveis, será utilizado a projeção geométrica.

Lembrando-se que para fins de análise comparativa de taxas de crescimento entre duas projeções que utilizem modelos distintos, ou mesmo série histórica, foi convencionado que a taxa de referência será sempre calculada pelo modelo geométrico (**Equação 3**).

$$i = \left[\left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{1}{(t-t_0)}} - 1 \right] \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

1.3.1. Projeções Demográficas

População Urbana

Na elaboração do Atlas Brasil, coordenado pela Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA (2010), com objetivo analisar a oferta de água à população brasileira e propor alternativas técnicas para a garantia do abastecimento nos municípios brasileiros, foram realizadas projeções populacionais urbanas para as cenas de 2005, 2015 e 2025 (**Quadro 1.9**).

Uma vez que os objetivos do Atlas Brasil se alinham com os objetivos deste plano diretor, e também com vistas a facilitar num futuro próximo a gestão integrada entre os afluentes do entorno da represa de Três Marias e a bacia do São Francisco, foram adotadas as projeções da ANA (2010) como base para as interpolações e extrapolações das projeções no horizonte deste plano.

Convém observar que os horizontes intermediários e finais deste Plano Diretor não se alinharam com as projeções do ATLAS, o que demandou um ajuste sobre os dados do

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	21

ATLAS (**Quadro 1.9**) no sentido de projetar as populações para os anos de 2015, 2020, 2025 e 2035.

Analisando-se as projeções apresentadas no **Quadro 1.10**, observa-se que as mesmas aderem à tendência de crescimentos marginais decrescentes, o que levou a opção do ajuste TDC para fins de transferir as projeções do Atlas Brasil (2010) para as cenas desde plano diretor, a saber: 2015, 2020, 2025 e 2035.

O ajuste e projeção do modelo TDC e P.G aos dados do **Quadro 1.9** são apresentados em seguida no **Quadro 1.10**, para cada um dos municípios da bacia do Entorno de Três Marias.

Convém saber que, as projeções urbanas realizadas pelo Atlas Brasil (ANA, 2010) considera todos os aglomerados urbanos nos municípios e não só as sedes municipais. Esta observação é importante porque em alguns casos, como o município de Patos de Minas, possui sua sede fora da bacia SF4 mais alguns aglomerados urbanos importantes estão incluídos na Bacia.

Quadro 1.9 – Projeções Populacionais Urbanas e taxas de crescimento para os municípios inseridos Total e parcialmente na SF4. (continua)

Município	2005	2015	2025	Taxas
				Período 2015 -2025
Abaeté	20.236	22.916	24.935	0,85%
Arapuá	1.873	2.301	2.493	0,80%
Biquinhas	1.585	1.562	1.651	0,56%
Carmo do Paranaíba	25.280	27.164	28.840	0,60%
Cedro do Abaeté	1.083	1.011	975	-0,36%
Córrego Danta	2.094	2.002	2.010	0,04%
Estrela do Indaiá	2.915	3.042	3.166	0,40%
Felixlândia	9.905	9.223	7.621	-1,89%
Lagoa Formosa	11.636	13.647	15.274	1,13%
Matutina	2.754	2.875	3.062	0,63%
Morada Nova de Minas	6.271	7.415	8.321	1,16%
Paineiras	3.478	3.789	3.979	0,49%
Patos de Minas	119.014	135.475	152.710	1,20%
Pompéu	25.169	30.918	35.848	1,49%
Quartel Geral	2.549	2.902	3.217	1,04%
Rio Paranaíba	6.440	7.673	8.772	1,35%
Santa Rosa da Serra	2.003	2.314	2.667	1,43%
São Gonçalo do Abaeté	4.024	4.500	4.751	0,54%

Quadro 1.9 – Projeções Populacionais Urbanas e taxas de crescimento para os municípios inseridos Total e parcialmente na SF4. (conclusão)

Município	2005	2015	2025	Taxas
				Período 2015 - 2025
São Gotardo	29.736	37.500	43.147	1,41%
Serra da Saudade	550	603	673	1,10%
Tiros	4.992	5.568	6.223	1,12%
Três Marias	23.944	26.007	27.531	0,57%
Varjão de Minas	4.521	6.379	7.299	1,36%
Total	312.052	356.786	395.165	1,03%

 Fonte: ANA (2010)¹, pesquisa on-line.

Quadro 1.10 – Projeções populacionais urbanas para os municípios inseridos total ou parcialmente na SF4, aderidas extrapoladas a partir das projeções da Atlas Brasil, ANA (2010).

Município	Método	Projeções - Habitantes				Taxas/Período 2015 - 2035
		2015	2020	2025	2035	
Abaeté	TDC+P.G	23.035	24.079	25.117	27.330	0,86%
Arapuá	TDC+P.G	2.319	2.426	2.525	2.736	0,83%
Biquinhas	P.G	1.573	1.617	1.663	1.757	0,56%
Carmo do Paranaíba	TDC+P.G	27.222	28.070	28.923	30.707	0,60%
Cedro do Abaeté	P.G	1.014	996	978	943	-0,36%
Córrego Danta	P.G	2.012	2.016	2.020	2.028	0,04%
Estrela do Indaiá	TDC+P.G	3.045	3.107	3.169	3.298	0,40%
Felixlândia	P.G	9.113	8.284	7.531	6.222	-1,89%
Lagoa Formosa	TDC+P.G	13.768	14.598	15.443	17.285	1,14%
Matutina	P.G	2.881	2.973	3.068	3.268	0,63%
Morada Nova de Minas	TDC+P.G	7.486	7.949	8.421	9.449	1,17%
Paineiras	TDC+P.G	3.797	3.899	3.995	4.196	0,50%
Patos de Minas	TDC+P.G	136.525	144.981	153.927	173.509	1,21%
Pompéu	TDC+P.G	31.383	33.868	36.468	42.284	1,50%
Quartel Geral	TDC+P.G	2.921	3.080	3.243	3.595	1,04%
Rio Paranaíba	TDC+P.G	7.762	8.314	8.889	10.162	1,36%
Santa Rosa da Serra	TDC+P.G	2.338	2.509	2.693	3.104	1,43%
São Gonçalo do Abaeté	TDC+P.G	4.513	4.651	4.779	5.045	0,56%
São Gotardo	TDC+P.G	38.098	41.011	43.991	50.615	1,43%
Serra da Saudade	P.G	604	638	674	752	1,10%
Tiros	P.G	5.569	5.888	6.224	6.956	1,12%
Três Marias	TDC+P.G	26.068	26.861	27.636	29.256	0,58%
Varjão de Minas	TDC+P.G	6.520	7.017	7.506	8.589	1,39%
Total	-	359.567	378.828	398.883	443.087	1,05%

1 ANA (2010) ; ATLAS BRASIL – Abastecimento Urbano de Água: panorama nacional/Agência Nacional de Águas, 2010.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	23

População Rural

Para as projeções população rural no horizonte deste plano foram considerados os dados do último censo demográfico, IBGE 2010. A determinação das taxas de crescimento e projeção da população rural para as cenas 2015, 2020, 2025 e 2035, foram calculadas a partir dos contingentes populacionais contabilizados nos setores censitários inseridos na bacia nos censos de 2000 e 2010, conforme quadro a seguir:

Quadro 1.11 – Taxa de crescimento População Rural na SF4

Município	População Rural		
	Censo 2000	Censo 2010	Taxa (%)
Abaeté	3.338	2.986	-1,11
Arapuá	1.028	687	-3,95
Biquinhas	1.177	991	-1,71
Carmo do Paranaíba	5.184	4.535	-1,33
Cedro do Abaeté	149	177	1,74
Corrêgo Danta	1.513	1.303	-1,48
Estrela do Indaiá	745	739	-0,08
Felixlândia	3.337	3.199	-0,42
Lagoa Formosa	5.445	4.194	-2,58
Matutina	1.079	1.068	-0,10
Morada Nova de Minas	1.898	1.798	-0,54
Paineiras	1.475	1.033	-3,50
Patos de Minas	12.548	10.986	-1,32
Pompéu	3.803	3.365	-1,22
Quartel Geral	648	537	-1,86
Rio Paranaíba	5.900	4.597	-2,46
Santa Rosa da Serra	1.244	1.251	0,06
São Gonçalo do Abaeté	1.537	2.096	3,15
São Gotardo	2.108	1.758	-1,80
Serra da Saudade	340	288	-1,65
Tiros	2.742	2.091	-2,67
Três Marias	1.053	1.478	3,45
Varjão de Minas	1.212	1.033	-1,59

No **Quadro 1.11** é possível observar que a população rural decresce a taxas mais elevadas que as urbanas crescem, alinhando-se com a tendência geral das zonas rurais brasileiras, onde a população migra para as zonas urbanas (êxodo rural).

Esse fenômeno se verifica mesmo nos municípios com agronegócio e pecuária em franca expansão, tais como: São Gotardo e Varjão de Minas. Uma possível explicação para este fato, é a mecanização no campo.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	24

Dois municípios, entretanto, apresentaram taxas de crescimento da população rural bem acima das tendências verificadas na região, no Estado de Minas e no Brasil: Três Marias (3,45% a.a.) e São Gonçalo do Abaeté (3.15% a.a.).

Uma possível explicação para o caso do crescimento da população rural no município de Três Marias é o grande número de empreendimentos imobiliários, especialmente chácaras e loteamentos, que tem sido comercializados (vendidos) inclusive fora do município, chegando até a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Tal fenômeno de ocupação do território, da zona rural destes municípios, merece preocupação dos órgãos de controle, urbano, infraestrutura e meio-ambiente destes municípios, uma vez que estas taxas de crescimento elevadas vão demandar por serviços de saneamento básico, transporte, energia a serem providas pelo poder público.

1.3.2. Projeções pecuária

Para as projeções populações de animais (cabeças) no horizonte deste plano foram considerados os dados dos censos agropecuários de 2006 a 2012, sendo contabilizados as informações dos setores censitários inseridos na bacia, conforme quadro a seguir.

Merece atenção no **Quadro 1.12**, as elevas taxas de crescimento dos indivíduos da população animal na bacia do SF-04. A população de bovinos em 2012, já atingia uma população de 1.264.362 indivíduos e a população de suínos, 357.130 indivíduos. Sendo que entre 2006 e 2012, a população destes rebanhos cresceu a taxas de 2,71% e 4,38%, respectivamente.

Os rebanhos de bubalinos e muares, cresceram a taxas superiores, de 7,35% e 10,97 %, entretanto, a população destes rebanhos ainda é significativamente reduzida e sem grandes impactos sobre a demandas de água.

Entretanto, a tendência regional identificada nas estatísticas do censo agropecuário, é de uma pecuária em ritmo crescente, merecendo atenção especial em termos de demandas de água para dessedentação e diluição de efluentes.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	25

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS - PDRH - SF4

Quadro 1.12 – Taxa de Crescimento População Animal. (continua)

Município	Bovino			Bubalino			Equino			Asinino		
	2012	2006	Taxa	2012	2006	taxa	2012	2006	taxa	2012	2006	taxa
Abaeté	104.513	98.504	0,99%	47	S/info	1,00%	2.556	2.063	3,64%	-	S/info	
Arapuá	16.609	12.012	5,55%	-	-		810	317	16,92%	11	S/info	1,00%
Biquinhas	24.973	19.912	3,85%	-	-		664	701	-0,90%	3	S/info	1,00%
Carmo do Paranaíba	107.238	73.525	6,49%	56	-	1,00%	2.461	1.292	11,34%	20	22	-1,58%
Cedro do Abaeté	9.705	9.608	0,17%	-	S/info		268	287	-1,14%	2	S/info	1,00%
Córrego Danta	31.539	27.728	2,17%	943	444	13,38%	913	972	-1,04%	-	13	-1,00%
Estrela do Indaiaí	52.073	47.535	1,53%	28	S/info	1,00%	1.215	1.426	-2,63%	11	10	1,60%
Felixlândia	50.901	48.701	0,74%	-	-		670	1.522	-12,78%	-	S/info	
Lagoa Formosa	75.168	59.591	3,95%	-	-		886	1.623	-9,60%	22	10	14,04%
Matutina	24.743	17.615	5,83%	25	S/info	1,00%	360	455	-3,83%	14	S/info	1,00%
Morada Nova de Minas	49.458	51.046	-0,53%	-	S/info		1.225	1.245	-0,27%	5	5	0,00%
Paineiras	36.779	35.232	0,72%	-	S/info		1.048	1.027	0,34%	9	11	-3,29%
Patos de Minas	212.987	165.218	4,32%	126	109	2,44%	5.053	5.045	0,03%	74	26	19,04%
Pompéu	105.976	94.565	1,92%	16	S/info	1,00%	1.996	1.907	0,76%	-	S/info	
Quartel Geral	26.324	24.019	1,54%	50	53	-0,97%	605	657	-1,36%	3	S/info	1,00%
Rio Paranaíba	67.860	51.107	4,84%	-	-		1.600	1.134	5,91%	14	6	15,17%
Santa Rosa da Serra	11.625	14.165	-3,24%	113	455	-20,72%	423	410	0,52%	19	S/info	1,00%
São Gonçalo do Abaeté	40.980	49.939	-3,24%	4	S/info	1,00%	1.098	1.650	-6,56%	7	7	0,00%
São Gotardo	54.014	39.863	5,19%	200	28	38,78%	2.412	1.194	12,43%	22	4	32,86%
Serra da Saudade	19.319	15.008	4,30%	141	67	13,20%	386	479	-3,53%	-	-	
Tiros	74.138	55.500	4,94%	20	S/info	1,00%	3.292	1.913	9,47%	9	12	-4,68%
Três Marias	34.586	36.129	-0,72%	-	-		1.056	1.318	-3,63%	-	5	-1,00%
Varjão de Minas	32.854	30.216	1,40%	-	-		695	817	-2,66%	19	20	-0,85%
Total	1.264.362	1.076.738	2,71%	1769	1156	7,35%	31.692	29.454	1,23%	212	133	8,08%

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS - PDRH - SF4

Quadro 1.12 – Taxa de Crescimento População Animal. (continuação)

Município	Muares			Suíno			Caprino		
	2012	2006	taxa	2012	2006	taxa	2012	2006	taxa
Abaeté	95	43	14,12%	5.127	2.990	9,40%	1.120	S/info	1,00%
Arapuá	50	12	26,85%	802	1.634	-11,18%	26	S/info	1,00%
Biquinhas	18	12	6,99%	2.041	1.853	1,62%	-	11	-1,00%
Carmo do Paranaíba	60	49	3,43%	25.585	25.903	-0,21%	46	S/info	1,00%
Cedro do Abaeté	63	58	1,39%	278	214	4,46%	-	-	
Córrego Danta	93	93	0,00%	3.715	3.536	0,83%	-	S/info	
Estrela do Indaiá	97	95	0,35%	1.270	1.148	1,70%	-	14	-1,00%
Felixlândia	-	77	-1,00%	842	2.701	-17,66%	85	103	-3,15%
Lagoa Formosa	126	16	41,05%	14.438	14.192	0,29%	-	S/info	
Matutina	202	51	25,79%	3.152	910	23,01%	35	S/info	1,00%
Morada Nova de Minas	47	44	1,11%	23.493	20.015	2,71%	-	S/info	
Paineiras	45	36	3,79%	1.760	2.301	-4,37%	-	S/info	
Patos de Minas	326	218	6,94%	184.980	155.161	2,97%	362	111	21,78%
Pompéu	105	98	1,16%	2.710	3.780	-5,40%	-	93	-1,00%
Quartel Geral	49	38	4,33%	885	1.046	-2,75%	-	10	-1,00%
Rio Paranaíba	283	71	25,92%	24.779	5.153	29,92%	132	S/info	1,00%
Santa Rosa da Serra	56	28	12,25%	345	854	-14,02%	33	-	1,00%
São Gonçalo do Abaeté	154	97	8,01%	3.958	3.199	3,61%	-	53	-1,00%
São Gotardo	210	65	21,59%	5.972	2.456	15,96%	586	232	16,70%
Serra da Saudade	80	58	5,51%	892	1.348	-6,65%	-	S/info	
Tiros	312	136	14,84%	5.525	5.506	0,06%	40	28	6,12%
Três Marias	-	61	-1,00%	118	2.305	-39,06%	160	138	2,50%
Varjão de Minas	85	51	8,89%	44.463	17.966	16,30%	-	37	-1,00%
Total	2.556	1.369	10,97%	357.130	276.171	4,38%	1.233	612	12,38%

Quadro 1.12 – Taxa de Crescimento População Animal. (conclusão)

Município	Ovino			Aves		
	2012	2006	taxa	2012	2006	taxa
Abaeté	230	15	57,62%	79.673	25.000	21,31%
Arapuá	-	-		2.072	11.000	-24,29%
Biquinhas	-	39	-1,00%	20.797	23.000	-1,66%
Carmo do Paranaíba	174	224	-4,12%	68.194	54.000	3,97%
Cedro do Abaeté	15	-	1,00%	3.234	2.000	8,34%
Córrego Danta	92	72	4,17%	27.600	9.000	20,53%
Estrela do Indaiá	45	465	-32,24%	13.773	13.000	0,97%
Felixlândia	100	112	-1,87%	27.800	22.000	3,98%
Lagoa Formosa	-	-		64.610	39.000	8,78%
Matutina	10	-	1,00%	6.524	10.000	-6,87%
Morada Nova de Minas	-	318	-1,00%	16.292	9.000	10,40%
Paineiras	2	27	-35,19%	19.036	14.000	5,25%
Patos de Minas	946	888	1,06%	332.340	288.000	2,42%
Pompéu	-	66	-1,00%	56.012	52.000	1,25%
Quartel Geral	-	S/info		10.454	7.000	6,91%
Rio Paranaíba	390	22	61,48%	56.924	65.000	-2,19%
Santa Rosa da Serra	50	70	-5,45%	2.531	5.000	-10,73%
São Gonçalo do Abaeté	1	206	-58,85%	20.767	20.000	0,63%
São Gotardo	180	133	5,17%	31.583	35.000	-1,70%
Serra da Saudade	-	-		3.655	4.000	-1,49%
Tiros	165	116	6,05%	7.023	29.000	-21,05%
Três Marias	85	146	-8,62%	26.300	19.000	5,57%
Varjão de Minas	96	111	-2,39%	11.232	9.000	3,76%
Total	2.556	2.607	-0,33%	908.426	764.000	2,93%

1.3.3. Premissas adotadas para projeções populacionais urbana, rural e pecuária

População Urbana

Na bacia do entorno da represa de três Marias foram aplicados modelos de crescimento mantendo-se a tendência histórica de crescimento populacional urbano através das taxas calculadas com base na análise retrospectiva identificada.

A aplicação do modelo de crescimento (TDC ou PG) foi dividida em duas fases:

- 2015-2020 - Neste período a população urbana cresce no modelo de taxas decrescentes (TDC), quando foi possível ajustá-lo, nas mesmas taxas ajustadas pelas projeções da ANA (2010), quando não foi utilizado o geométrico (PG);
- 2020- 2035 - A partir de 2020, admitiu-se por hipótese, que a população urbana de todos os municípios da SF-04, crescem em razão geométrica, de acordo com as taxas calculadas no **Quadro 1.11**, para o período de 2020 a 2035.

A premissa de que as taxas de crescimento da população urbana somente serão diferentes da tendência atual a partir de 2020 surgiu em razão de se adotar uma posição mais conservadora em relação ao que foi identificado na tendência histórica.

Vale ressaltar ainda que os dados do Atlas se referem aos aglomerados urbanos em cada município. Para estimar a parcela urbana inserida na bacia foi utilizado o percentual da população urbana inserida na bacia por setor censitário.

Os dados do IBGE, 2010 se referem aos totais populacionais por setor censitário, no entanto alguns setores censitários não estão 100% inseridos na SF4. Para estes casos foi utilizada além do percentual da população urbana inserida na bacia por setor censitário, uma proporção de área (área do setor na bacia/área total do setor) considerando a classificação do IBGE (2010) para determinação de setores urbanos. Desta forma, foi admitido a distribuição da população urbana nos setores censitários ser manterá invariável ao longo da projeção, conforme **Quadro 1.13**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	29

Quadro 1.13 – Percentual da População urbana na SF4

Município	Área do município km ²	Área na SF4 Km ²	Área na SF4	Área Urbana na SF4	População Urbana na SF4
Abaeté	1.816	1.468	80,86%	1,26%	99,80%
Arapuá	174	174	99,87%	0,42%	100,00%
Biquinhas	459	459	100,01%	0,43%	100,00%
Carmo do Paranaíba	1.307	867	66,33%	0,04%	100,00%
Cedro do Abaeté	283	283	99,99%	0,23%	100,00%
Córrego Danta	657	129	19,61%	0,01%	0,00%
Estrela do Indaiá	636	52	8,26%	0,00%	0,00%
Felixlândia	1.553	1.340	86,28%	0,78%	100,00%
Lagoa Formosa	841	233	27,74%	0,04%	2,97%
Matutina	261	261	100,00%	0,74%	100,00%
Morada Nova de Minas	2.083	2.083	100,00%	0,68%	100,00%
Paineiras	637	637	99,99%	0,53%	100,00%
Patos de Minas	3.189	794	24,91%	0,11%	1,57%
Pompéu	2.549	1.231	48,28%	0,80%	100,00%
Quartel Geral	556	264	47,46%	0,07%	2,09%
Rio Paranaíba	1.352	99	7,31%	0,01%	6,34%
Santa Rosa da Serra	284	284	99,85%	0,46%	100,00%
São Gonçalo do Abaeté	2.690	2.488	92,47%	0,16%	100,00%
São Gotardo	866	865	99,88%	2,54%	100,00%
Serra da Saudade	335	38	11,26%	0,00%	0,00%
Tiros	2.091	2.091	99,99%	0,14%	100,00%
Três Marias	2.675	1.841	68,81%	1,59%	96,18%
Varjão de Minas	651	650	99,77%	0,30%	100,00%

População Rural

Embora os registros históricos do IBGE apontem que a população rural tem decrescido a taxas significativamente maiores que a taxa do crescimento urbano, nos municípios onde foi verificada uma tendência de queda (taxa de crescimento negativa) será considerado mantida constante e igual à taxa atual ao longo de todas as cenários. Para os municípios onde as taxas foram crescentes, foi aplicado o método de projeção geométrico.

A metodologia acima descrita, a princípio pode parecer conservadora, entretanto levando-se em consideração fatores tais como a forte dinâmica econômica nos

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 30
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

municípios da UPGRH-SF4 decorrente do agronegócio, e também o fenômeno de parcelamento rural em alguns municípios em função da venda de chácaras e sítios nas proximidades do lago da represa de Três Marias (já citado na **seção 1.3.1**), constata-se que ela se ajusta adequadamente às tendências demográficas da população rural.

Vale ressaltar ainda que os dados do IBGE, 2010 se referem aos totais populacionais por setor censitário, no entanto alguns setores censitários não estão 100% inseridos na SF4. Para tanto foi utilizado percentual da população rural inserida na bacia por setor censitário (**Quadro 1.14**), além de uma proporção de área (área rural do setor na bacia/área total do setor) considerando a classificação do IBGE (2010) para determinação de setores rurais. Desta forma, foi admitido a que a população se distribui uniformemente em cada setor censitário.

Quadro 1.14 - Percentual da População Rural na SF4

Município	Área do município	Área na SF4	Área na SF4	Área Rural na SF4	População Rural na SF4
Abaeté	1.816	1.468	80,9%	79,60%	73,79%
Arapuá	174	174	99,9%	99,45%	100,00%
Biquinhas	459	459	100,0%	99,58%	100,00%
Carmo de Paranaíba	1.307	867	66,3%	66,30%	51,76%
Cedro do Abaeté	283	283	100,0%	99,75%	100,00%
Córrego Danta	657	129	19,6%	19,60%	45,35%
Estrela do Indaiá	636	52	8,3%	8,26%	71,35%
Felixlândia	1.553	1.340	86,3%	85,50%	84,11%
Lagoa Formosa	841	233	27,7%	27,70%	90,60%
Matutina	261	261	100,0%	99,26%	100,00%
Morada Nova de Minas	2.083	2.083	100,0%	99,33%	100,00%
Paineiras	637	637	100,0%	99,46%	100,00%
Patos de Minas	3.189	794	24,9%	24,79%	24,53%
Pompéu	2.549	1.231	48,3%	47,47%	28,35%
Quartel Geral	556	264	47,5%	47,39%	22,58%
Rio Paranaíba	1.352	99	7,3%	7,30%	6,30%
Santa Rosa da Serra	284	284	99,8%	99,38%	100,00%
São Gonçalo do Abaeté	2.690	2.488	92,5%	92,31%	92,39%
São Gotardo	866	865	99,9%	97,35%	100,00%
Serra da Saudade	335	38	11,3%	11,26%	24,50%
Tiros	2.091	2.091	100,0%	99,85%	100,00%
Três Marias	2.675	1.841	68,8%	67,22%	70,46%
Varjão de Minas	651	650	99,8%	99,47%	100,00%

População Pecuária

Conforme pode ser observado no **Quadro 1.12**, o setor agropecuário possui de modo geral expressivos contingentes exibindo o grande potencial para este setor na bacia, crescendo a taxas consideráveis.

Vale destacar ainda o crescente número de rebanhos criados em confinamento, conforme **Quadro 1.15**. Nesse tipo de sistema, os animais completam seu ciclo mais rapidamente.

Para o horizonte deste plano diretor, serão consideradas as seguintes premissas:

- As taxas de crescimento– os rebanhos serão projetados aplicando-se as taxas médias na bacia por tipo de rebanho, em progressão geométrica, a fim de tratar algumas anomalias nas taxas com crescimento ou decaimento expressivo, a exemplo do que ocorre em Lagoa Formosa com uma taxa de 41,05% para a população de Muares.
- Para as taxas negativas, a população será mantida como igual a do último censo até o horizonte de 2035, adotando assim uma postura conservadora haja vista ser esta uma população muito impactante do ponto de vista de contingente, demanda e geração de cargas poluidoras.

No **Quadro 1.16** são apresentadas as projeções populacionais urbanas, rurais, respectivamente, para horizontes de projeto na cena atual e tendencial, segundo as premissas estabelecidas.

No **quadro 1.17** são apresentadas as projeções da população rural para os municípios da UPGRH-SF4, e nos **quadros 1.18 a quadro 1.20** são apresentadas as projeções de rebanhos, também por município.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	32

Quadro 1.15 – População Animal – Confinado e não confinado, segundo IGBE, 2012 (continua).

Município	Bovino			Bubalinos			Equinos			Asininos			Muares		
	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado
Abaeté	104.513	27.613	76.900	47	-	47	2.556	-	2.556	-	-	-	95	-	95
Arapuá	16.609	9.688	6.921	-	-	-	810	-	810	11	-	11	50	-	50
Biquinhas	24.973	7.112	17.861	-	-	-	664	-	664	3	-	3	-	-	-
Carmo do Paranaíba	107.238	37.260	69.978	56	-	56	2.461	-	2.461	20	-	20	60	-	60
Cedro do Abaeté	9.705	1.393	8.312	-	-	-	268	-	268	2	-	2	-	-	-
Córrego Danta	31.539	13.005	18.534	943	-	943	913	-	913	-	-	-	93	-	93
Estrela do Indaiá	52.073	7.410	44.663	28	-	28	1.215	-	1.215	11	-	11	97	-	97
Felixlândia	50.901	39.723	11.178	-	-	-	670	-	670	-	-	-	-	-	-
Lagoa Formosa	75.168	38.383	36.785	-	-	-	886	-	886	22	-	22	126	-	126
Matutina	24.473	13.833	10.640	25	-	25	360	-	360	14	-	14	202	-	202
Morada Nova de Minas	49.458	6.593	42.865	-	-	-	1.225	-	1.225	5	-	5	47	-	47
Paineiras	36.779	8.617	28.162	-	-	-	1.048	-	1.048	9	-	9	45	-	45
Patos de Minas	212.987	93.157	119.830	126	-	126	5.053	-	5.053	74	-	74	326	-	326

Quadro 1.15 – População Animal – Confinado e não confinado, segundo IGBE, 2012 (continuação).

Município	Bovino			Bubalinos			Equinos			Asininos			Muares		
	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado	Total	Confin.	Não Confinado
Pompéu	105.976	46.797	59.179	16	-	16	1.996	-	1.996	-	-	-	105	-	105
Quartel Geral	26.324	4.988	21.336	50	-	50	605	-	605	3	-	3	49	-	49
Rio Paranaíba	67.860	19.287	48.573	-	-	-	1.600	-	1.600	14	-	14	283	-	283
Santa Rosa da Serra	11.625	4.810	6.815	113	-	113	423	-	423	19	-	19	56	-	56
São Gonçalo do Abaeté	40.980	7.337	33.643	4	-	4	1.098	-	1.098	7	-	7	154	-	154
São Gotardo	54.014	40.510	13.504	200	-	200	2.412	-	2.412	22	-	22	210	-	210
Serra da Saudade	19.319	1.427	17.892	141	-	141	386	-	386	-	-	-	80	-	80
Tiros	74.138	49.425	24.713	20	-	20	3.292	-	3.292	9	-	9	312	-	312
Três Marias	34.586	22.667	11.919	-	-	-	1.056	-	1.056	-	-	-	-	-	-
Varjão de Minas	32.854	7.920	24.934	-	-	-	695	-	695	19	-	19	85	-	85

Quadro 1.15 – População Animal – Confinado e não confinado, segundo IGBE, 2012 (conclusão).

Município	Caprinos			Ovinos			Suínos			Aves		
	Total	Confinado	Não Confinado	Total	Confinado	Não Confinado	Total	Confinado	Não Confinado	Total	Confinado	Não Confinado
Abaeté	1.120	-	1.120	230	-	230	5.127	5.127	-	79.673	79.673	-
Arapuá	26	-	26	-	-	-	802	802	-	2.072	2.072	-
Biquinhas	-	-	-	-	-	-	2.041	2.041	-	20.797	20.797	-
Carmo do Paranaíba	46	-	46	174	-	174	25.585	25.585	-	68.194	68.194	-
Cedro do Abaeté	-	-	-	15	-	15	278	278	-	3.234	3.234	-
Córrego Danta	-	-	-	92	-	92	3.715	3.715	-	27.600	27.600	-
Estrela do Indaiá	-	-	-	45	-	45	1.270	1.270	-	13.773	13.773	-
Felixlândia	85	-	85	100	-	100	842	842	-	27.800	27.800	-
Lagoa Formosa	-	-	-	-	-	-	14.438	14.438	-	64.610	64.610	-
Matutina	35	-	35	10	-	10	3.152	3.152	-	6.524	6.524	-
Morada Nova de Minas	-	-	-	-	-	-	23.493	23.493	-	16.292	16.292	-
Paineiras	-	-	-	2	-	2	1.760	1.760	-	19.036	19.036	-
Patos de Minas	362	-	362	946	-	946	184.980	184.980	-	332.340	332.340	-
Pompéu	-	-	-	-	-	-	2.710	2.710	-	56.012	56.012	-
Quartel Geral	-	-	-	-	-	-	885	885	-	10.454	10.454	-
Rio Paranaíba	132	-	132	390	-	390	24.779	24.779	-	56.924	56.924	-
Santa Rosa da Serra	33	-	33	50	-	50	345	345	-	2.531	2.531	-
São Gonçalo do Abaeté	-	-	-	1	-	1	3.958	3.958	-	20.767	20.767	-
São Gotardo	586	-	586	180	-	180	5.972	5.972	-	30.683	30.683	-
Serra da Saudade	-	-	-	-	-	-	892	892	-	3.655	3.655	-
Tiros	40	-	40	165	-	165	5.525	5.525	-	7.023	7.023	-
Três Marias	160	-	160	85	-	85	118	118	-	26.300	26.300	-
Varjão de Minas	-	-	-	96	-	96	44.463	44.463	-	11.232	11.232	-

Quadro 1.16 – Projeção da população urbana na bacia SF-04 para o cenário tendencial (continua).

Município	População Urbana Total				% População Urbana na SF4	População Urbana na SF4			
	2015	2020	2025	2035		2015	2020	2025	2035
Abaeté	23.035	24.077	25.115	27.328	99,80%	22.989	24.029	25.065	27.273
Arapuá	2.319	2.426	2.526	2.736	100,00%	2.319	2.426	2.526	2.736
Biquinhas	1.573	1.617	1.663	1.757	100,00%	1.573	1.617	1.663	1.757
Carmo do Paranaíba	27.222	28.068	28.921	30.705	100,00%	27.222	28.068	28.921	30.705
Cedro do Abaeté	1.014	996	978	943	100,00%	1.014	996	978	943
Córrego Danta	2.012	2.016	2.020	2.028	0,00%	-	-	-	-
Estrela do Indaiá	3.045	3.106	3.169	3.298	0,00%	-	-	-	-
Felixlândia	9.113	8.284	7.531	6.222	100,00%	9.113	8.284	7.531	6.222
Lagoa Formosa	13.768	14.586	15.431	17.271	2,97%	409	433	458	513
Matutina	2.881	2.973	3.068	3.268	100,00%	2.881	2.973	3.068	3.268
Morada Nova de Minas	7.486	7.942	8.414	9.442	100,00%	7.486	7.942	8.414	9.442
Paineiras	3.797	3.901	3.997	4.198	100,00%	3.797	3.901	3.997	4.198
Patos de Minas	136.525	144.777	153.710	173.265	1,57%	2.143	2.273	2.413	2.720
Pompéu	31.383	33.800	36.395	42.198	100,00%	31.383	33.800	36.395	42.198
Quartel Geral	2.921	3.078	3.240	3.592	2,09%	61	64	68	75
Rio Paranaíba	7.762	8.301	8.876	10.147	6,34%	492	526	563	643
Santa Rosa da Serra	2.338	2.503	2.687	3.097	100,00%	2.338	2.503	2.687	3.097

Quadro 1.16 – Projeção da população urbana na bacia SF-04 para o cenário tendencial (conclusão).

Município	População Urbana Total				% População Urbana na SF4	População Urbana na SF4			
	2015	2020	2025	2035		2015	2020	2025	2035
São Gonçalo do Abaeté	4.513	4.653	4.781	5.048	100,00%	4.513	4.653	4.781	5.048
São Gotardo	38.098	40.939	43.914	50.526	100,00%	38.098	40.939	43.914	50.526
Serra da Saudade	604	638	674	752	0,00%	-	-	-	-
Tiros	5.569	5.888	6.224	6.956	100,00%	5.569	5.888	6.224	6.956
Três Marias	26.068	26.867	27.643	29.263	96,18%	25.072	25.841	26.587	28.145
Varjão de Minas	6.520	7.000	7.487	8.567	100,00%	6.520	7.000	7.487	8.567
Total	359.566	378.436	398.464	442.607	---	194.992	204.156	213.740	235.032

Quadro 1.17 – Projeção da população rural na bacia SF-04 para o cenário tendencial (continua).

Município	População Rural Total				% População Rural na SF4	População Rural na SF4			
	2015	2020	2025	2035		2015	2020	2025	2035
Abaeté	2.986	2.986	2.986	2.986	73,79%	2.203	2.203	2.203	2.203
Arapuá	687	687	687	687	100,00%	687	687	687	687
Biquinhas	991	991	991	991	100,00%	991	991	991	991
Carmo do Paranaíba	4.535	4.535	4.535	4.535	51,76%	2.347	2.347	2.347	2.347
Cedro do Abaeté	193	210	229	250	100,00%	193	210	229	250
Córrego Danta	1.303	1.303	1.303	1.303	45,35%	591	591	591	591
Estrela do Indaiá	739	739	739	739	71,35%	527	527	527	527
Felixlândia	3.199	3.199	3.199	3.199	84,11%	2.691	2.691	2.691	2.691
Lagoa Formosa	4.194	4.194	4.194	4.194	90,60%	3.800	3.800	3.800	3.800
Matutina	1.068	1.068	1.068	1.068	100,00%	1.068	1.068	1.068	1.068
Morada Nova de Minas	1.798	1.798	1.798	1.798	100,00%	1.798	1.798	1.798	1.798
Paineiras	1.033	1.033	1.033	1.033	100,00%	1.033	1.033	1.033	1.033
Patos de Minas	10.986	10.986	10.986	10.986	24,53%	2.695	2.695	2.695	2.695

Quadro 1.17 – Projeção da população rural na bacia SF-04 para o cenário tendencial (conclusão).

Município	População Rural Total				% População Rural na SF4	População Rural na SF4			
	2015	2020	2025	2035		2015	2020	2025	2035
Pompéu	3.365	3.365	3.365	3.365	28,35%	954	954	954	954
Quartel Geral	537	537	537	537	22,58%	121	121	121	121
Rio Paranaíba	4.597	4.597	4.597	4.597	6,30%	290	290	290	290
Santa Rosa da Serra	1.251	1.251	1.251	1.251	100,00%	1.251	1.251	1.251	1.251
São Gonçalo do Abaeté	2.448	2.858	3.338	3.897	92,39%	2.261	2.641	3.084	3.601
São Gotardo	1.758	1.758	1.758	1.758	100,00%	1.758	1.758	1.758	1.758
Serra da Saudade	288	288	288	288	24,50%	71	71	71	71
Tiros	2.091	2.091	2.091	2.091	100,00%	2.091	2.091	2.091	2.091
Três Marias	1.751	2.075	2.458	2.913	70,46%	1.234	1.462	1.732	2.052
Varjão de Minas	1.033	1.033	1.033	1.033	100,00%	1.033	1.033	1.033	1.033
Total	52.831	53.582	54.464	55.499	-----	31.688	32.312	33.045	33.903

Quadro 1.18 – Projeção do rebanho animal na bacia SF-04 para o cenário tendencial (continua).

Município	Bovino				Bubalinos				Equinos				Asininos			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	113.253	129.475	148.020	193.459	58	83	118	240	2.651	2.818	2.996	3.384	0	0	0	0
Arapuá	17.998	20.576	23.523	30.744	0	0	0	0	840	893	949	1.073	14	20	30	66
Biquinhas	27.061	30.938	35.369	46.226	0	0	0	0	664	664	664	664	4	6	8	18
Carmo do Paranaíba	116.206	132.851	151.879	198.503	69	99	141	286	2.553	2.713	2.884	3.259	25	37	55	119
Cedro do Abaeté	10.517	12.023	13.745	17.964	0	0	0	0	268	268	268	268	3	4	5	12
Córrego Danta	34.177	39.072	44.668	58.380	1.167	1.663	2.371	4.817	913	913	913	913	0	0	0	0
Estrela do Indaiá	56.428	64.510	73.750	96.390	35	49	70	143	1.215	1.215	1.215	1.215	14	20	30	66
Felixlândia	55.158	63.058	72.090	94.220	0	0	0	0	670	670	670	670	0	0	0	0
Lagoa Formosa	81.454	93.121	106.459	139.140	0	0	0	0	886	886	886	886	28	41	60	131
Matutina	26.812	30.653	35.043	45.801	31	44	63	128	360	360	360	360	18	26	38	84
Morada Nova de Minas	49.458	49.458	49.458	50.800	0	0	0	0	1.225	1.225	1.225	1.225	6	9	14	30
Paineiras	39.855	45.563	52.089	68.080	0	0	0	0	1.087	1.155	1.228	1.388	9	9	9	9
Patos de Minas	230.799	263.857	301.650	394.250	156	222	317	644	5.241	5.571	5.922	6.691	93	138	203	442
Pompéu	114.839	131.287	150.092	196.167	20	28	40	82	2.070	2.201	2.339	2.643	0	0	0	0
Quartel Geral	28.525	32.611	37.282	48.727	50	50	50	50	605	605	605	605	4	6	8	18
Rio Paranaíba	73.535	84.068	96.109	125.612	0	0	0	0	1.660	1.764	1.875	2.119	18	26	38	84
Santa Rosa da Serra	11.625	11.625	11.625	11.940	113	113	113	113	439	466	496	560	24	35	52	113
São Gonçalo do Abaeté	40.980	40.980	40.980	42.092	5	7	10	20	1.139	1.211	1.287	1.454	7	7	7	7
São Gotardo	58.531	66.915	76.499	99.983	247	353	503	1022	2.502	2.659	2.827	3.194	28	41	60	131
Serra da Saudade	20.935	23.933	27.361	35.760	174	249	354	720	386	386	386	386	0	0	0	0
Tiros	80.338	91.845	105.000	137.233	25	35	50	102	3.415	3.630	3.858	4.359	9	9	9	9
Três Marias	34.586	34.586	34.586	35.524	0	0	0	0	1.056	1.056	1.056	1.056	0	0	0	0
Varjão de Minas	35.602	40.701	46.531	60.814	0	0	0	0	695	695	695	695	19	19	19	19

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 40
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 1.18 – Projeção do rebanho animal na bacia SF-04 para o cenário tendencial (continuação).

Município	Muares				Caprinos				Ovinos			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	130	218	367	1.040	1.590	2.850	5.109	16.420	230	230	230	230
Arapuá	68	115	193	548	37	66	119	381	0	0	0	0
Biquinhas	25	41	70	197	0	0	0	0	0	0	0	0
Carmo do Paranaíba	82	138	232	657	65	117	210	674	174	174	174	174
Cedro do Abaeté	86	145	244	690	0	0	0	0	15	15	15	15
Córrego Danta	127	214	360	1.018	0	0	0	0	92	92	92	92
Estrela do Indaiá	133	223	375	1.062	0	0	0	0	45	45	45	45
Felixlândia	0	0	0	0	121	216	388	1.246	100	100	100	100
Lagoa Formosa	172	290	487	1.380	0	0	0	0	0	0	0	0
Matutina	276	464	781	2.212	50	89	160	513	10	10	10	10
Morada Nova de Minas	64	108	182	515	0	0	0	0	0	0	0	0
Paineiras	61	103	174	493	0	0	0	0	2	2	2	2
Patos de Minas	445	749	1.261	3.570	362	362	362	362	946	946	946	946
Pompéu	143	241	406	1.150	0	0	0	0	0	0	0	0
Quartel Geral	67	113	190	537	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Paranaíba	387	651	1.095	3.099	187	336	602	1.935	390	390	390	390
Santa Rosa da Serra	77	129	217	613	47	84	151	484	50	50	50	50
São Gonçalo do Abaeté	210	354	596	1.686	0	0	0	0	1	1	1	1
São Gotardo	287	483	812	2.300	832	1.491	2.673	8.591	180	180	180	180
Serra da Saudade	109	184	309	876	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiros	426	717	1.207	3.417	57	102	182	586	165	165	165	165
Três Marias	0	0	0	0	227	407	730	2.346	85	85	85	85
Varjão de Minas	116	195	329	931	0	0	0	0	96	96	96	96

Quadro 1.18 – Projeção do rebanho animal na bacia SF-04 para o cenário tendencial (conclusão).

Município	Suínos				Aves			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	5.830	7.223	8.949	13.736	86.878	100.363	115.941	154.726
Arapuá	802	802	802	802	2.072	2.072	2.072	2.072
Biquinhas	2.321	2.875	3.562	5.468	20.797	20.797	20.797	20.797
Carmo do Paranaíba	25.585	25.585	25.585	25.585	74.361	85.903	99.236	132.434
Cedro do Abaeté	316	392	485	745	3.526	4.074	4.706	6.280
Córrego Danta	4.225	5.234	6.484	9.953	30.096	34.767	40.164	53.600
Estrela do Indaiá	1.444	1.789	2.217	3.402	15.019	17.350	20.043	26.747
Felixlândia	842	842	842	842	30.314	35.019	40.455	53.988
Lagoa Formosa	16.418	20.341	25.201	38.680	70.453	81.388	94.021	125.473
Matutina	3.584	4.441	5.502	8.444	6.524	6.524	6.524	6.524
Morada Nova de Minas	26.715	33.098	41.006	62.940	17.765	20.523	23.708	31.639
Paineiras	1.760	1.760	1.760	1.760	20.757	23.979	27.701	36.968
Patos de Minas	210.353	260.609	322.871	495.575	362.394	418.643	483.624	645.409
Pompéu	3.082	3.818	4.730	7.260	61.077	70.557	81.509	108.776
Quartel Geral	885	885	885	885	11.399	13.169	15.213	20.302
Rio Paranaíba	28.178	34.910	43.250	66.385	56.924	56.924	56.924	56.924
Santa Rosa da Serra	345	345	345	345	2.531	2.531	2.531	2.531
São Gonçalo do Abaeté	4.501	5.576	6.908	10.604	22.645	26.160	30.220	40.330
São Gotardo	6.791	8.414	10.424	15.999	31.583	31.583	31.583	31.583
Serra da Saudade	892	892	892	892	3.655	3.655	3.655	3.655
Tiros	6.283	7.784	9.644	14.802	7.023	7.023	7.023	7.023
Três Marias	134	166	206	316	28.678	33.130	38.272	51.075
Varjão de Minas	44.463	44.463	44.463	44.463	12.248	14.149	16.345	21.813

Quadro 1.19 – Projeção de rebanhos Bovinos, distribuídos entre confinados e não confinados (continua).

Município	Bovino							
	2015		2020		2025		2035	
	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado
Abaeté	29.923	83.331	34.208	95.266	39.108	108.912	51.114	142.345
Arapuá	10.499	7.499	12.002	8.574	13.721	9.802	17.934	12.811
Biquinhas	7.706	19.355	8.810	22.127	10.072	25.297	13.164	33.062
Carmo do Paranaíba	40.376	75.830	46.159	86.692	52.771	99.109	68.970	129.533
Cedro do Abaeté	1.510	9.007	1.726	10.297	1.973	11.772	2.579	15.385
Córrego Danta	14.093	20.084	16.111	22.961	18.419	26.249	24.073	34.307
Estrela do Indaiá	8.030	48.398	9.180	55.330	10.495	63.255	13.716	82.674
Felixlândia	43.045	12.112	49.211	13.847	56.259	15.831	73.530	20.690
Lagoa Formosa	41.593	39.861	47.551	45.570	54.362	52.097	71.050	68.090
Matutina	15.156	11.657	17.326	13.326	19.808	15.235	25.889	19.912
Morada Nova de Minas	6.593	42.865	6.593	42.865	6.593	42.865	6.772	44.028
Paineiras	9.337	30.518	10.675	34.889	12.204	39.886	15.950	52.130
Patos de Minas	100.947	129.852	115.406	148.451	131.936	169.714	172.438	221.812
Pompéu	50.710	64.128	57.974	73.314	66.277	83.815	86.623	109.544
Quartel Geral	5.406	23.120	6.180	26.431	7.065	30.217	9.234	39.493
Rio Paranaíba	20.900	52.635	23.893	60.175	27.315	68.794	35.701	89.912

Quadro 1.19 – Projeção de rebanhos Bovinos, distribuídos entre confinados e não confinados (conclusão).

Município	Bovino							
	2015		2020		2025		2035	
	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado
Santa Rosa da Serra	4.810	6.815	4.810	6.815	4.810	6.815	4.941	7.000
São Gonçalo do Abaeté	7.337	33.643	7.337	33.643	7.337	33.643	7.536	34.556
São Gotardo	43.898	14.633	50.185	16.729	57.374	19.125	74.986	24.997
Serra da Saudade	1.546	19.389	1.767	22.166	2.021	25.341	2.641	33.120
Tiros	53.558	26.780	61.230	30.615	70.000	35.001	91.488	45.745
Três Marias	22.667	11.919	22.667	11.919	22.667	11.919	23.282	12.243
Varjão de Minas	8.582	27.019	9.812	30.889	11.217	35.314	14.660	46.154
Total	548.222	810.450	620.813	912.891	703.804	1.030.008	908.271	1.319.543

Quadro 1.20 – Projeção para população de confinados e não confinados - Suínos

Município	Suínos							
	2015		2020		2025		2035	
	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado	Confinado	Não Confinado
Abaeté	5.830	-	7.223	-	8.949	-	13.736	-
Arapuá	802	-	802	-	802	-	802	-
Biquinhas	2.321	-	2.875	-	3.562	-	5.468	-
Carmo do Paranaíba	25.585	-	25.585	-	25.585	-	25.585	-
Cedro do Abaeté	316	-	392	-	485	-	745	-
Córrego Danta	4.225	-	5.234	-	6.484	-	9.953	-
Estrela do Indaiá	1.444	-	1.789	-	2.217	-	3.402	-
Felixlândia	842	-	842	-	842	-	842	-
Lagoa Formosa	16.418	-	20.341	-	25.201	-	38.680	-
Matutina	3.584	-	4.441	-	5.502	-	8.444	-
Morada Nova de Minas	26.715	-	33.098	-	41.006	-	62.940	-
Paineiras	1.760	-	1.760	-	1.760	-	1.760	-
Patos de Minas	210.353	-	260.609	-	322.871	-	495.575	-
Pompéu	3.082	-	3.818	-	4.730	-	7.260	-
Quartel Geral	885	-	885	-	885	-	885	-
Rio Paranaíba	28.178	-	34.910	-	43.250	-	66.385	-
Santa Rosa da Serra	345	-	345	-	345	-	345	-
São Gonçalo do Abaeté	4.501	-	5.576	-	6.908	-	10.604	-
São Gotardo	6.791	-	8.414	-	10.424	-	15.999	-
Serra da Saudade	892	-	892	-	892	-	892	-
Tiros	6.283	-	7.784	-	9.644	-	14.802	-
Três Marias	134	-	166	-	206	-	316	-
Varjão de Minas	44.463	-	44.463	-	44.463	-	44.463	-
Total	395.749	-	472.244	-	567.013	-	829.883	-

2. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS NO CENÁRIO TENDENCIAL

O presente capítulo trata da estimativa das demandas de água para fins de balanço hídrico quali-quantitativo para a Bacia Hidrográfica do Entorno da Represa de Três Marias – (SF4). As demandas hídricas foram estimadas, por município, de acordo com as respectivas tendências de crescimento ou estagnação previstas para os diferentes tipos de usos consuntivos identificados na SF4.

É importante ressaltar a distinção entre demanda hídrica e consumo hídrico. A demanda hídrica corresponde a quantidade de água que é retirada do manancial, ou seja, a quantidade de água necessária ou que é solicitada para a execução de uma determinada atividade. Já o consumo hídrico é a parcela da demanda que é efetivamente utilizada (ou gasta) no desenvolvimento dessa atividade, seja por sua inclusão como matéria-prima no processo produtivo, seja por perdas como a evaporação e infiltração, ou mesmo a degradação da água demandada de tal forma que não seja possível sua utilização posterior. A diferença quantitativa entre a demanda e o consumo é o retorno, que corresponde a parcela restante da demanda que volta ao manancial, através do sistema de drenagem e/ou sistemas de esgotamento sanitários, e em condições de ser utilizada a jusante, ainda que possa contar com perdas de qualidade.

A seguir são apresentados os resultados da quantificação da demanda hídrica relativa às projeções para cada uso consuntivo na SF4 considerando as cenas prospectados para os horizontes de planejamento do cenário tendencial.

2.1. Demandas Abastecimento Humano

A demanda de água para abastecimento humano para a SF4 foi estimada tomando como base a população rural e urbana de cada município inserido na bacia e a adoção de uma captação de água *per capita* de distribuição para tais usos. Os valores adotados para a captação *per capita* rural e urbana podem variar dentro dos intervalos apresentados por Creder em 1999 (**Quadro 2.1**).

Para a população rural o valor da demanda por habitante adotado foi de 90 L/dia, conforme sugerido por Creder (1999). Para a população urbana foi adotado o valor médio de captação *per capita* disponibilizado pelo Atlas Brasil (2010) para os municípios da bacia, a fim de universalizar as informações entre os diferentes estudos e facilitar num futuro próximo a gestão integrada entre os afluentes mineiros e o entorno da

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	46

represa de Três Marias. Os valores de captação *per capita*, por município, podem ser observados no **Quadro 2.2**.

Quadro 2.1 – Captação *per capita* de água para distribuição urbana e rural.

Tipo de Usuário Demanda	Captação (L/hab/dia)
População Rural	70 a 100
População Urbana	100 a 150

Fonte: CREDER (1999).

Quadro 2.2 – Demanda humana *per capita* utilizada para estimativa de demanda por município

Município	Captação <i>per capita</i> (L/hab/dia)	
	Urbano	Rural
Abaeté	226	90*
Arapuá	193	90*
Biquinhas	216	90*
Carmo do Paranaíba	218	90*
Cedro do Abaeté	196	90*
Córrego Danta	212	90*
Estrela do Indaiá	199	90*
Felixlândia	226	90*
Lagoa Formosa	215	90*
Matutina	199	90*
Morada Nova de Minas	223	90*
Paineiras	200	90*
Patos de Minas	239	90*
Pompéu	226	90*
Quartel Geral	209	90*
Rio Paranaíba	215	90*
Santa Rosa da Serra	199	90*
São Gonçalo do Abaeté	201	90*
São Gotardo	242	90*
Serra da Saudade	186	90*
Tiros	206	90*
Três Marias	225	90*
Varjão de Minas	205	90*

Fonte: adaptado de Atlas Brasil (2010)

As demandas futuras de água foram estimadas com base na projeção da evolução demográfica, de acordo com a metodologia apresentada no **capítulo 1**. Desta forma, foi possível estimar a demanda de abastecimento humano por município em m³/h,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	47

multiplicando dos valores de captação *per capita* de abastecimento humano pela população de cada município.

As demandas *per capita* foram mantidas constantes em todo o horizonte deste plano. Ou seja, na composição do cenário foi considerado que eventuais ganhos de eficiência no uso de água, derivados da redução de perdas ou racionalização do consumo, seriam compensados pelo aumento do uso *per capita*, derivado do efeito renda (rendas maiores determinam maiores usos de água por habitante).

O **Quadro 2.3** apresenta a demanda projetada no período 2015/2035 para abastecimento humano da população urbana e rural da SF4. Considerando as projeções de população urbana, em 2035 a demanda total da bacia foi estimada em 2.198,52 m³/h, correspondendo a um consumo estimado de 1.758,82 m³/h, adotando uma taxa de retorno de 80%, como habitualmente ocorre. Já a demanda total da população rural em 2035 foi estimada em 85,94 m³/h.

Quadro 2.3 – Demanda de água para o abastecimento humano na bacia (continua)

Município	Demanda Urbana m ³ /h				Demanda Rural (m ³ /h)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	216,4	226,18	235,93	256,72	6,32	6,32	6,32	6,32
Arapuá	18,69	19,55	20,35	22,05	2,58	2,58	2,58	2,58
Biquinhas	14,17	14,57	14,98	15,83	3,72	3,72	3,72	3,72
Carmo do Paranaíba	247,16	254,84	262,59	278,79	4,84	4,84	4,84	4,84
Cedro do Abaeté	8,28	8,13	7,98	7,7	0,66	0,66	0,67	0,67
Córrego Danta	0	0	0	0	1,32	1,32	1,32	1,32
Estrela do Indaiá	0	0	0	0	1,49	1,49	1,49	1,49
Felixlândia	85,86	78,05	70,95	58,63	9,04	9,04	9,04	9,04
Lagoa Formosa	3,67	3,88	4,11	4,6	4,12	4,12	4,12	4,12
Matutina	23,85	24,61	25,4	27,05	4,01	4,01	4,01	4,01
Morada Nova de Minas	69,69	73,94	78,32	87,89	6,74	6,74	6,74	6,74
Paineiras	31,61	32,47	33,28	34,94	3,87	3,87	3,87	3,87
Patos de Minas	21,34	22,63	24,02	27,08	2,6	2,6	2,6	2,6
Pompéu	295,12	317,84	342,24	396,82	1,26	1,26	1,26	1,26
Quartel Geral	0,53	0,56	0,59	0,65	0,11	0,11	0,11	0,11
Rio Paranaíba	4,41	4,72	5,04	5,77	0,1	0,1	0,1	0,1
Santa Rosa da Serra	19,38	20,75	22,27	25,67	4,69	4,69	4,69	4,69

Quadro 2.3 – Demanda de água para o abastecimento humano na bacia (conclusão)

Município	Demanda Urbana m ³ /h				Demanda Rural (m ³ /h)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
São Gonçalo do Abaeté	37,89	39,07	40,14	42,38	6,95	6,96	6,97	7
São Gotardo	383,83	412,45	442,42	509,04	6,59	6,59	6,59	6,59
Serra da Saudade	0	0	0	0	0,03	0,03	0,03	0,03
Tiros	47,78	50,51	53,4	59,68	7,84	7,84	7,84	7,84
Três Marias	235,25	242,47	249,47	264,09	3,11	3,12	3,12	3,13
Varjão de Minas	55,66	59,75	63,91	73,13	3,87	3,87	3,87	3,87
Total	1.820,55	1.906,97	1.997,41	2.198,52	85,88	85,89	85,91	85,94

2.2. Demandas Pecuária

Para o cálculo da demanda de dessedentação animal foram considerados os seguintes tipos de animais: bovino, bubalino, equino, muar, asinino, ovino, caprino, suíno e aves. Os valores adotados para a captação em função do tipo de animal podem variar dentro dos intervalos apresentados por Telles e Domingues (2006) – ver **Quadro 2.4**. A demanda diária de captação de água por animal adotado pode ser observada no **Quadro 2.5**.

Quadro 2.4 – Captação *per capita* de água para distribuição pecuária.

Animal	Demanda Hídrica por Animal c_{cap}^A L/dia)
Bovinos e bubalinos	50 a 70
Equinos, muares e asininos	40 a 56
Suínos	10 a 30 podendo chegar a 100 caso seja considerada a água de limpeza, no caso de animais confinados.
Ovinos e Caprinos	8 a 12
Aves	0,15 a 0,25

Fonte: TELLES e DOMINGUES (2006) e outras informações.

Quadro 2.5 – Demanda diária de captação de água por animal

Animal	Demanda L/cab/dia
Bovino, Bubalino, Equino, Asinino, Muar.	50,00
Suíno	12,50
Caprino e Ovino	10,00
Aves	0,25

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 49
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O levantamento do número de animais na bacia foi obtido por meio da pesquisa de produção da pecuária municipal, realizada pelo IBGE em 2012. As demandas futuras de água foram estimadas com base na projeção da evolução demográfica, de acordo com a metodologia apresentada no **capítulo 1**. Desta forma, foi possível estimar a demanda de abastecimento animal por município em m³/h, multiplicando dos valores de captação *per capita* de abastecimento animal pela população de cada município.

A demanda de dessedentação animal por município (**Quadro 2.6**) foi determinada a partir do produto da demanda diária por cabeça de animal pela soma das parcelas referentes as seguintes populações animais:

- Bovinos, Bubalinos, Equinos, Asininos e Muares
- Suínos
- Ovinos e Caprinos
- Aves

O **Quadro 2.6** apresenta a demanda projetada no período 2015/2035 para dessedentação animal na SF4. Em 2035 a demanda animal foi estimada em 5.265,60 m³/h.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	50

Quadro 2.6 – Estimativa da demanda hídrica para dessedentação animal (m³/h)

Município	Bovino, Bubalino, Equino, Asinino, Muar.				Suíno				Caprino e Ovino				Aves			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	241,86	276,24	315,63	412,76	3,04	3,76	4,66	7,15	0,76	1,28	2,22	6,94	0,90	1,05	1,21	1,61
Arapuá	39,42	45,01	51,45	67,56	0,42	0,42	0,42	0,42	0,02	0,03	0,05	0,16	0,02	0,02	0,02	0,02
Biquinhas	57,82	65,93	75,23	98,14	1,21	1,50	1,86	2,85	-	-	-	-	0,22	0,22	0,22	0,22
Carmo do Paranaíba	247,78	283,00	323,32	422,55	13,33	13,33	13,33	13,33	0,10	0,12	0,16	0,35	0,77	0,89	1,03	1,38
Cedro do Abaeté	22,65	25,92	29,71	39,45	0,16	0,20	0,25	0,39	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,04	0,05	0,07
Córrego Danta	75,80	87,21	100,65	135,69	2,20	2,73	3,38	5,18	0,04	0,04	0,04	0,04	0,31	0,36	0,42	0,56
Estrela do Indaiá	120,47	137,54	157,17	205,99	0,75	0,93	1,15	1,77	0,02	0,02	0,02	0,02	0,16	0,18	0,21	0,28
Felixlândia	116,31	132,77	151,58	197,69	0,44	0,44	0,44	0,44	0,09	0,13	0,20	0,56	0,32	0,36	0,42	0,56
Lagoa Formosa	171,96	196,54	224,78	294,87	8,55	10,59	13,13	20,15	-	-	-	-	0,73	0,85	0,98	1,31
Matutina	57,29	65,72	75,60	101,22	1,87	2,31	2,87	4,40	0,02	0,04	0,07	0,22	0,07	0,07	0,07	0,07
Morada Nova de Minas	105,74	105,83	106,00	109,52	13,91	17,24	21,36	32,78	-	-	-	-	0,19	0,21	0,25	0,33
Paineiras	85,44	97,57	111,46	145,77	0,92	0,92	0,92	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,25	0,29	0,39
Patos de Minas	493,20	563,62	644,48	844,99	109,56	135,73	168,16	258,11	0,55	0,55	0,55	0,55	3,77	4,36	5,04	6,72
Pompéu	243,90	278,66	318,49	416,75	1,61	1,99	2,46	3,78	-	-	-	-	0,64	0,73	0,85	1,13
Quartel Geral	60,94	69,55	79,45	104,03	0,46	0,46	0,46	0,46	-	-	-	-	0,12	0,14	0,16	0,21
Rio Paranaíba	157,50	180,23	206,49	272,74	14,68	18,18	22,53	34,58	0,24	0,30	0,41	0,97	0,59	0,59	0,59	0,59
Santa Rosa da Serra	25,58	25,77	26,05	27,79	0,18	0,18	0,18	0,18	0,04	0,06	0,08	0,22	0,03	0,03	0,03	0,03
São Gonçalo do Abaeté	88,21	88,66	89,33	94,29	2,34	2,90	3,60	5,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,27	0,31	0,42
São Gotardo	128,32	146,77	168,13	222,14	3,54	4,38	5,43	8,33	0,42	0,70	1,19	3,65	0,33	0,33	0,33	0,33
Serra da Saudade	45,01	51,57	59,19	78,63	0,46	0,46	0,46	0,46	-	-	-	-	0,04	0,04	0,04	0,04
Tiros	175,44	200,49	229,43	302,33	3,27	4,05	5,02	7,71	0,09	0,11	0,14	0,31	0,07	0,07	0,07	0,07
Três Marias	74,25	74,25	74,25	76,21	0,07	0,09	0,11	0,16	0,13	0,21	0,34	1,01	0,30	0,35	0,40	0,53
Varjão de Minas	75,90	86,69	99,11	130,12	23,16	23,16	23,16	23,16	0,04	0,04	0,04	0,04	0,13	0,15	0,17	0,23
Total	2.911	3.286	3.717	4.801	206	246	295	432	3	4	6	15	10	12	13	17

2.3. Demandas Agricultura Irrigada

2.3.1. Definição das áreas irrigadas

A definição da área irrigada é um item chave na determinação da demanda de irrigação, devendo cotejar o máximo possível a realidade da bacia de forma confiável, face ao impacto que esta demanda exerce sobre as disponibilidades hídricas.

Foram definidos dois procedimentos metodológicos de determinação da área irrigada nos afluentes da UPGRH-SF4, a primeira será utilizada na estimativa da demanda da cena atual e a segunda nas demais cenas futuras: 2020, 2025, 2035.

No caso da cena atual, tanto a área irrigada quanto as vazões demandadas serão cotejadas a partir – pura e simplesmente - os dados outorgados pelo IGAM. Desta forma, cena atual apresentou uma área irrigada total de 12.280,0 ha.

A definição das cenas futuras, se baseou na estimativa da expansão da área irrigada, seja através de áreas aptas que possam ser convertidas em agricultura ou da conversão de áreas de pasto. Esse levantamento foi feito a partir de sensoriamento remoto, e de imagens de satélite atuais, validadas com dados obtidos através de visita em campo.

A área irrigada identificada nas imagens de satélite totalizou 30.700 ha, ou seja, 2,5 vezes a área outorgada. Essa diferença pode ter ocorrido pelos seguintes motivos:

- Não-cadastramento da outorga de alguns irrigantes;
- Limitações da metodologia de sensoriamento remoto, que pode confundir usos do solo, tais como pastagem com plantações que ainda estão em fase de crescimento, dada a reflectância desses usos do solo serem bem semelhantes.

A **Figura 2.1** apresenta a localização das áreas irrigadas outorgadas e as identificadas pelas imagens do satélite (sensoriamento remoto). Assume-se que as áreas próximas ao lago de Três Marias retiram água do mesmo, não sendo contabilizadas estas retiradas nos afluentes da SF-04, mas sim no próprio lago.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 52
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

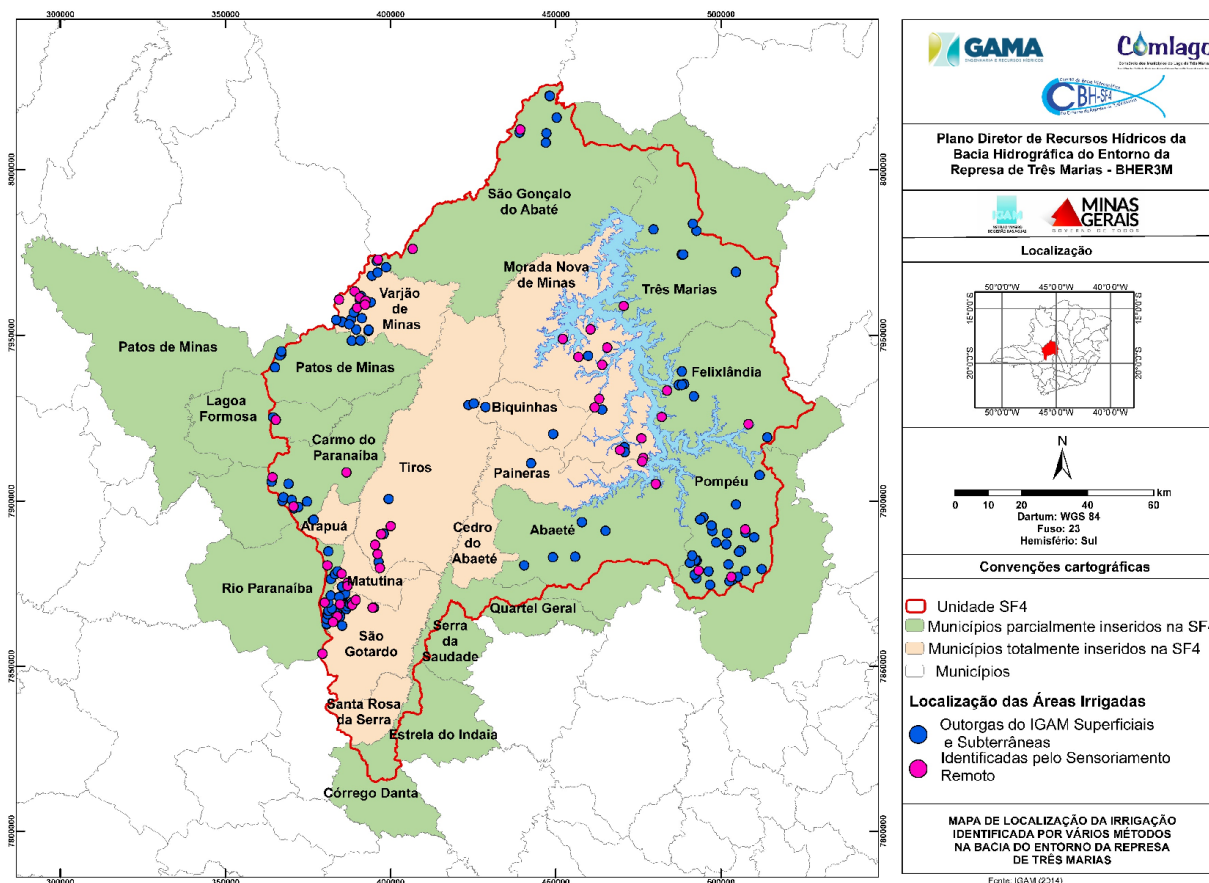


Figura 2.1 – Localização das áreas irrigadas da base de dados do IGAM, e identificadas pelo sensoriamento remoto dentro da Unidade de Gestão SF4.

2.3.2. Evapotranspiração de referência (Eto)

A quantidade de água evapotranspirada depende do tipo de cultura, das características do solo e do clima, sendo este último fator predominante sobre os demais. Segundo Pereira et al. (1997) para a sua quantificação é necessária a determinação de alguns parâmetros como: a evapotranspiração potencial, a evapotranspiração real da cultura, o coeficiente da cultura e o coeficiente de sombreamento. A estimativa das necessidades hídricas através da evapotranspiração potencial (ET₀) é determinada segundo a equação de Penman-Monteith.

A evapotranspiração de referência é um parâmetro usado para definir a água que é evapotranspirada em uma superfície de solo coberta por vegetação com características específicas, quais sejam, vegetação rasteira (gramíneas), cobrindo uniformemente todo o solo, com altura entre 8 e 15cm, em fase de crescimento ativo e sem restrição hídrica. Conceitualmente, os únicos parâmetros que afetam a Eto são os parâmetros climáticos,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	53

consequentemente a E_t é um parâmetro que pode ser calculado a partir de dados de clima obtidos nas estações climatológicas. (Doorembos & Prutt, 1977).

A evapotranspiração potencial corresponde a um valor referência de evapotranspiração, obtido em condições padronizadas de cultivo. Diversos métodos são disponíveis para a determinação da evapotranspiração de referência a partir de dados climatológicos, o método utilizado para simulação das demandas foi Penman/Montheith/FAO. Evapotranspiração máxima (ET_m) ou potencial é a que ocorre numa situação em que não haja fatores limitantes tanto na planta (como ataque de pragas e doenças e competição com plantas invasoras) quanto no solo (como disponibilidade de água e de nutrientes insuficientes) que possam impedir que a planta transpire em sua condição máxima em uma determinada situação de clima local. Portanto, toda vez que surgir um fator limitante que impeça a condição máxima de evapotranspiração esta passa a ser a real (ET_r). Por isso a ET_r é sempre menor ou igual à ET_m . A Evapotranspiração real da cultura pode ser estimada pela **Equação 4**.

$$ET_{rc} = ET_o \times Kc \times Ks$$

Equação 4

Onde,

ET_{rc} = Evapotranspiração real da cultura (mm/mês);

ET_o = Evapotranspiração potencial (mm/mês);

Kc = Coeficiente da cultura;

Ks = Coeficiente de molhamento.

2.3.3. Precipitação provável ou dependente

A precipitação provável é a que apresenta uma probabilidade específica de ocorrência. Para a sua determinação são necessárias séries históricas de dados. No caso de ser considerada apenas a precipitação média, como frequentemente ocorre em projetos de irrigação, o risco de falhas no suprimento aumenta consideravelmente. Em agricultura irrigada normalmente usam-se valores de precipitação provável com 75% ou 80% de probabilidade de ocorrência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 54
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.3.4. Precipitação efetiva

Em agricultura, a precipitação efetiva é definida como a parte da precipitação que fica armazenada no solo até a profundidade das raízes e que fica disponível para os cultivos.

É a diferença entre a precipitação total e as diferentes perdas como escoamento superficial, percolação além da zona radicular do solo e evaporação da água interceptada pela vegetação. A precipitação efetiva é um parâmetro de difícil determinação. É principalmente influenciado pela intensidade da chuva, declividade do terreno, tipo, textura, estrutura e umidade do solo, sistema de cultivo, práticas culturais e conservacionistas, profundidade do sistema radicular e demais características das culturas.

Foram selecionados três estações climatológicas, contidas no banco de dados do *software FAOCLIM*. As estações selecionadas estão dentro ou bem próximas a Unidade de Gestão SF4. As estações são, Bambuí, Patos de Minas e Pompéu. (FAO, 2001).

Os valores dos dados das variáveis climatológicas citadas acima, utilizadas na demanda hídrica de irrigação de cada cultura, são apresentados no **Quadro 2.7**. Os valores médios mensais históricos da precipitação média mensal, precipitação efetiva média, e a evapotranspiração potencial (ET₀) mensal em cada posto climatológico.

2.3.1. Eficiência de Irrigação

Os métodos de irrigação podem apresentar diferentes níveis de eficiência a depender da: uniformidade de distribuição das lâminas que cada método de irrigação pode gerar, da condição de localização de aplicação das lâminas de irrigação, diferenciada nos diferentes sistemas, das características dos emissores, da interferência das condições climáticas em cada método de irrigação, perdas por interceptação, etc. Dessa forma, a demanda total de água para irrigação é maior do que a realmente aplicada nas culturas.

Por definição, a eficiência de irrigação é a relação, expressa em percentual, entre os volumes de água de irrigação aplicados (para atender a transpiração das plantas e a evaporação direta do solo, regular a concentração de sais no solo e elaboração dos tecidos vegetais) e o volume de água derivado ou bombeado.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 55
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 2.7 – Parâmetros climáticos utilizados nos cálculos das demandas hídricas da irrigação.

Estação	Dados Climáticos (mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
BambuÍ	PM	267,0	153,0	150,0	99,0	45,0	16,0	20,0	17,0	55,0	118,0	213,0	272,0
	PEf	151,7	115,5	114,0	83,3	41,8	15,6	19,4	16,5	50,2	95,7	140,4	152,2
	Eto	115,0	96,9	77,5	43,5	16,1	0,6	5,9	30,4	58,2	92,4	107,4	107,3
Patos de Minas	PM	273,0	194,0	166,0	74,0	25,0	6,0	13,0	13,0	49,0	159,0	205,0	297,0
	PEf	152,3	133,8	121,9	65,2	24,0	5,9	12,7	12,7	45,2	118,6	137,8	154,7
	Eto	112,5	95,5	79,7	42,9	13,0	1,8	4,1	27,9	60,9	90,5	105,3	110,4
Pompéu	PM	267,0	145,0	123,0	57,0	33,0	12,0	14,0	14,0	35,0	106,0	173,0	249,0
	PEf	151,7	111,4	98,8	51,8	31,3	11,8	13,7	13,7	33,0	88,0	125,1	149,8
	Eto	123,1	120,7	115,6	93,6	74,4	60,0	70,1	81,2	100,5	115,6	115,5	112,2

Fonte: FAO, 2001.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 56
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A eficiência, em percentagem, deverá ser compatível com sistema de irrigação. A Resolução nº 707, de 21 de Dezembro de 2004, considera como racional os usos para irrigação associados às eficiências mínimas relacionadas no **Quadro 2.8**.

Quadro 2.8 – Eficiência mínima a ser considerada para os métodos / sistemas de irrigação.

Método	Eficiência (%)
Sulcos	60
Inundação	50
Aspersão Convencional	75
Autopropelido / montagem direta	75
Pivô Central	85
Microaspersão	90
Gotejamento	95
Tubos perfurados (tripas)	85

- Irrigação por inundação ou sulcos: método tradicionalmente utilizado nas várzeas inundáveis onde se cultiva usualmente o arroz e outras culturas de subsistência;
- Irrigação por aspersão: método largamente utilizado, cultivado normalmente com grãos e cana-de-açúcar;
- Irrigação localizada (micro aspersão ou gotejamento): métodos de irrigação de melhor eficiência de aplicação ocorrem em pequena escala na região. São utilizados principalmente com frutas e cafeicultura;
- Irrigação por pivô-central são identificáveis por sua forma geométrica regular e extensão reduzida, quando comparados aos demais métodos, são utilizados principalmente para produção de grãos e cafeicultura.

A estimativa dos volumes mensais de irrigação normalmente é feita a partir de parâmetros meteorológicos, das características das culturas, do método de irrigação e da eficiência de uso da água. A partir dos volumes mensais necessários, são determinadas as vazões de captação e a operação mensal da captação.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 57
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.3.2. Coeficientes de Cultivo (kc)

O Coeficiente de cultivo (Kc) é a razão entre a evapotranspiração do cultivo (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo). O kc é variável de acordo com o estágio fenológico do cultivo, e pode causar um aumento máximo da produtividade física de qualquer cultura, quando aplicado nos cálculos de irrigação. Este coeficiente determina a quantidade correta e o momento exato de irrigar.

A determinação dos coeficientes culturais seguiu a metodologia preconizada pela FAO no Boletim 24 "CropWaterRequirements" (Doorembos & Prutt, 1977). Os cultivos temporários foram distribuídos em uma única época de plantio, dentro do período mais indicado para cada caso. Os coeficientes para os cultivos permanentes foram determinados para o desenvolvimento pleno da lavoura e, para efeito de cálculos os coeficientes foram adotados como constantes ao longo do ano. Os valores adotados e utilizados nos cálculos são apresentados no **Quadro 2.9** (FAO, 1998).

Quadro 2.9 - Coeficientes de cultivo Kc

Cultura Temporárias	Kc	Cultura Temporárias	Kc	Cultura Permanente	Kc
Tomate	1,25	Mamona	0,75	Coco	0,80
Pimentão	1,10	Algodão	1,10	Laranja	0,75
Milho	1,20	Batata	1,20	Goiaba	0,75
Melancia	1,10	Couve-flor	1,10	Mamão	0,75
Feijão	1,10	Acelga	1,10	Cana-de-açúcar	1,20
Quiabo	1,00	Morango	1,00	Manga	0,75
Feijão	1,00	Vargem	1,00	Maracujá	0,80
Batata doce	1,10	Abobrinha	1,05	Graviola	0,76
Capim de corte	1,00	Batatinha	1,10	Limão	0,75
Abóbora	1,05	Beterraba	1,15	Mangaba	0,75
Hortaliças	1,15	Brocólis	1,10	Cacau	1,10
Coentro	1,15	Cenoura	1,15	Banana	1,10
Alface	1,15	Ervilha	1,15	Café	1,00
Acerola	0,70	Mangalô	0,80	Pinha	0,70
Cebola	1,10	Maxixe	0,85	Maracujina	0,80
Cebolinha	1,05	Melão	1,05		
Pepino	1,05	Palma	0,75		
Sorgo	1,15	Pimenta	1,10		
Aimpim	0,75	Repolho	1,10		
Arroz inundado	1,10	Soja	1,10		

Fonte: FAO, 1998 e Doorembos & Prutt, 1977.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 58
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Os valores de K_c variam de 0,2 a 1,25 de acordo com o tipo de cultura, estágio de desenvolvimento, comprimento do ciclo vegetativo da cultura e as condições climáticas. Quando não se conhece o valor de K_c , é normalmente utilizado um valor igual a 1. (Bernardo, 1995).

2.3.3. Coeficientes de Sombreamento (K_s)

O cálculo do consumo de água é feito com base na quantidade de solo sombreado pela cultura. O coeficiente de cobertura expressa a porcentagem de área do solo coberta, representada pela razão entre a área compreendida pela projeção da copa da planta no solo e a decorrente do espaçamento entre as plantas. Existe ainda muita controvérsia com relação à determinação do coeficiente de cobertura. Para culturas de espaçamento reduzido deve-se considerar um aumento progressivo no valor do coeficiente de cobertura, de acordo com o desenvolvimento da cultura, até atingir o valor máximo da planta adulta, sendo este o ponto para a base de cálculo. (Olitta, 1977).

Os métodos de determinação do K_s baseados em interações entre o espaçamento e sombreamento da cultura com a área umedecida pelos emissores. Esses coeficientes são estimativas médias, e devem ser mais estudadas ou analisadas, dando condições para aplicações mais seguras. Quando não se conhece o valor de K_s de uma determinada cultura, adota-se o valor de K_s igual a 1,00. Os valores adotados nos cálculos das demandas hídricas para irrigação são apresentados no **Quadro 2.10** (FAO, 1998).

Quadro 2.10 - Coeficiente de sombreamento K_s

Cultura Permanentes	K_s	Cultura Permanentes	K_s
Coco	0,60	Graviola	0,53
Laranja	0,53	Limão	0,53
Goiaba	0,53	Mangaba	0,60
Mamão	0,78	Cacau	0,80
Cana-de-açúcar	1,00	Banana	0,80
Manga	0,52	Café	0,75
Maracujá	0,78	Pinha	0,55
		Maracujina	0,75

Fonte: FAO, 1998 e Doorembos & Prutt, 1977.

2.3.4. Balanço hídrico das culturas nos municípios

A partir da estimativa da necessidade líquida de irrigação para os diferentes meses do ano e com base na eficiência adotada do sistema de irrigação, é possível determinar a Lâmina de Irrigação Bruta (LIB) em cada mês do ano.

É importante ressaltar que nas estimativas das demandas hídricas mensais de irrigação, foi considerada apenas um turno de irrigação com aproximadamente 14h/dia para todos os métodos de irrigação, com uma duração média de 30 dias/mês, principalmente no período crítico. Para efeito desse estudo o coeficiente de umidade do solo foi considerado constante em todas as simulações, com o valor igual a 1 (um).

Conforme já mencionado, a área da cena atual foi tomada como a soma das áreas cadastradas nas outorgas. Já para as cenas futuras foi realizada uma estimativa das áreas irrigadas através do sensoriamento remoto, determinadas a partir das seguintes premissas:

- Cena futura de curto prazo (cena 2020) – área outorgada + 30% da área identificada pelo sensoriamento remoto;
- Cena futura de médio prazo (cena 2025) - área outorgada + 50% da área identificada pelo sensoriamento remoto;
- Cena futura de longo prazo (cena 2035) - área outorgada + 100% da área identificada pelo sensoriamento remoto

Essa metodologia foi aplicada em todos os municípios, com exceção do município de Tiros. Segundo informações recebidas em consulta pública sobre a temática irrigação, realizada em São Gotardo – MG, agosto de 2014, o secretário de desenvolvimento de Tiros alertou sobre uma tendência de peso, que consiste no crescimento da área irrigada neste município.

Segundo o Secretário de Tiros, a área irrigada atual pode triplicar nos próximos 20 anos, principalmente na bacia do rio Abaeté, uma vez que as empresas de agronegócio da região de São Gotardo devem se mover para essa região buscando uma nova fronteira agrícola.

Portanto para o município de Tiros, foi realizada uma estimativa da área de expansão da irrigação a partir do mapa de aptidão agrícola e de irrigação (Volume I), identificando qual é a área que possui uma alta aptidão para irrigação dentro da bacia do rio Abaeté.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 60
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A **Figura 2.2** mostra as áreas de aptidão de irrigação na bacia do rio Abaeté em Tiros, destacando as áreas de alta aptidão para irrigação na SB1.

A região identificada no mapa com alta aptidão de irrigação no município de Tiros apresentou uma área de aproximadamente 26.000 ha.

O número acima deve ser visto e analisado com parcimônia, uma vez que o mapa de aptidão de irrigação não apresenta suas limitações e simplificações e principalmente **não existe água suficiente no rio Abaeté para irrigar essa área**. Baseado nessas considerações, foi adotado que apenas 10% dessa área poderá ser efetivamente irrigada no futuro. Logo a área irrigada a ser considerada nas cenas futuras é de aproximadamente 2.600 ha.

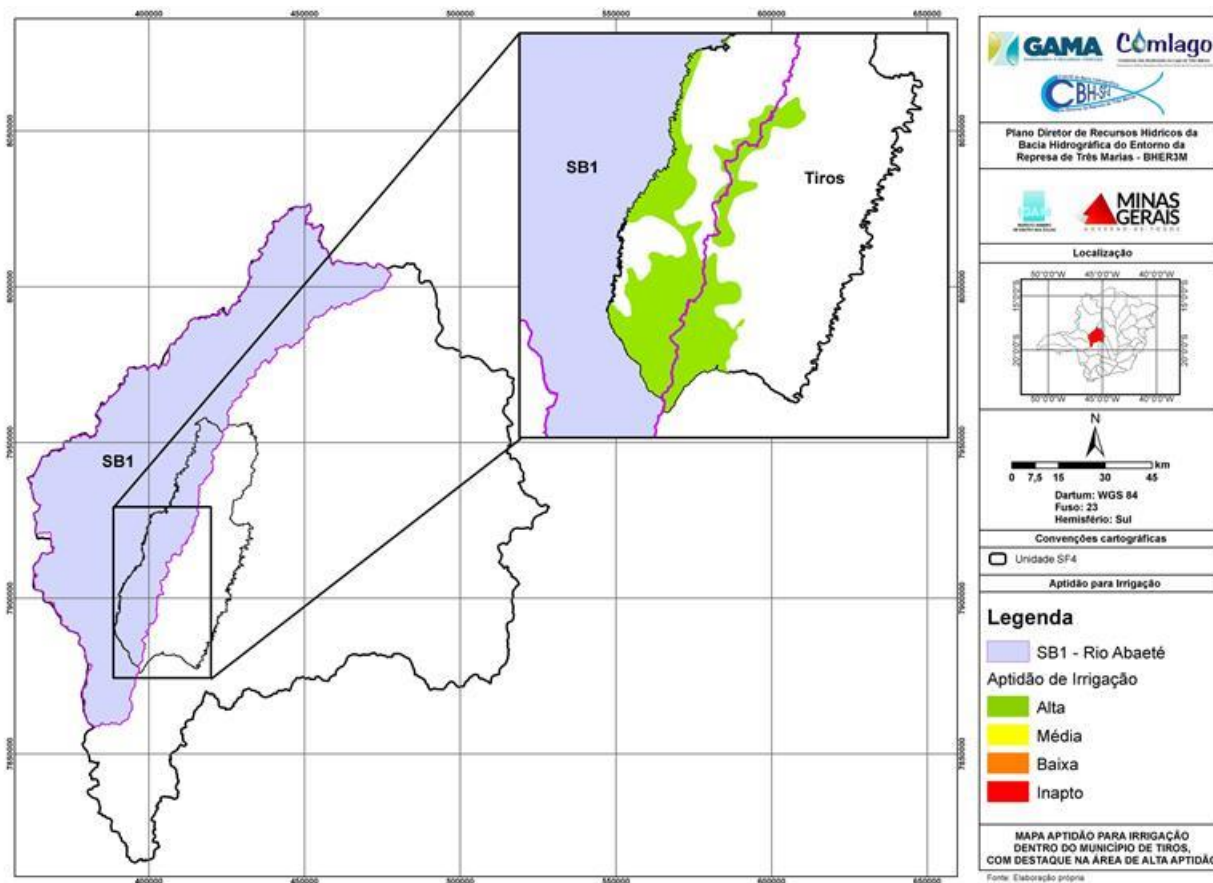


Figura 2.2 - Aptidão de Irrigação dentro do município de Tiros, com destaque na alta aptidão de irrigação na SB1.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 61
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.3.5. Culturas Anuais

As culturas anuais são aquelas que concluem seu ciclo produtivo em um ano ou em até menos tempo. Por esse motivo, essas culturas também são chamadas de culturas de ciclo curto. Após a colheita, há a necessidade de se realizar o plantio novamente. Culturas como a soja, feijão, milho, trigo, arroz, são consideradas culturas anuais. (Brito & Prudente, 2005)

As culturas das lavouras temporárias ou anuais que se destacam na Unidade de Gestão SF4, são: a cana de açúcar, milho e feijão. O **Quadro 2.11** apresenta um levantamento das áreas colhidas cultivadas nos municípios pertencentes a Unidade de Gestão feito pelo IBGE em 2012.

Segue abaixo o exemplo da caracterização feita para o município de Abaeté. Para realizar o balanço hidroagrícola foi selecionada a estação climatológica de Pompéu, para uma cultura de milho irrigado por pivô central abrangendo uma área de 4,0 ha. Foi adotado também uma jornada de 30 dias mensais com uma frequência de 1 rega por dia durante 14 horas. Os resultados dos cálculos são apresentados no **Quadro 2.12 e Quadro 2.13**.

Analisando os dados, nota-se que para essa área irrigada possui uma demanda máxima de aproximadamente 173,0 m³/dia, com uma lâmina máxima de irrigação de 4,31 mm/dia, ou seja, essa é a demanda máxima necessária para poder irrigar esses 106 ha de milho.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	62

Quadro 2.11 - Área colhida das principais culturas anuais no municípios pertencentes a Unidade de Gestão SF4.

Municípios	Área plantada acima de 100 ha – ano de 2012 (ha)										
	Arroz	Algodão	Batata Inglesa	Cana-de-açúcar	Cebola	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Sorgo	Trigo
Abaeté	-	-	-	240	-	-	230	2.000	-	-	-
Arapuá	-	-	-	-	-	-	-	180	-	-	-
Biquinhas	-	-	-	-	-	-	-	250	-	-	-
Carmo do Paranaíba	-	-	-	-	-	800	-	3.500	250	-	-
Cedro do Abaeté	-	-	-	-	-	-	-	250	-	-	-
Córrego Danta	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-
Estrela do Indaiá	-	-	-	-	-	-	-	600	500	-	-
Felixlândia	-	-	-	3.500	-	120	-	1.050	-	-	-
Lagoa Formosa	-	-	-	-	-	4.350	540	6.000	1.000	726	-
Matutina	-	-	-	-	-	-	-	850	150	-	-
Morada Nova de Minas	180	-	-	-	-	378	-	1.900	600	-	-
Paineiras	-	-	-	100	-	-	-	250	-	-	-
Patos de Minas	-	-	-	911	-	4.700	1.180	9.200	6.500	250	-
Pompéu	-	-	-	15.255	-	390	-	700	-	-	-
Quartel Geral	-	-	-	100	-	-	-	650	-	-	-
Rio Paranaíba	-	-	990	-	550	1.700	-	12.000	9.000	-	2.250
Santa Rosa da Serra	-	-	-	-	-	-	-	480	-	-	-
São Gonçalo do Abaeté	300	778	-	1.200	-	725	-	3.000	650	-	-
São Gotardo	-	-	240	250	-	500	-	4.320	1.500	-	208
Serra da Saudade	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-
Tiros	-	-	-	-	-	320	-	2.050	800	-	-
Três Marias	-	-	-	200	-	-	-	1.800	300	-	-
Varjão de Minas	300	742	-	2.850	-	1.360	-	4.500	2.000	-	-
Total	780	1.520	1.230	24.606	550	15.343	1.950	55.970	15.015	976	2.458

Fonte: IBGE, 2012.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 63
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 2.12 - Balanço hídrico para estimativa da necessidade de irrigação líquida.

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /há/mês)
Jan	123,1	1,20	147,7	267,0	132,08	-15,6	-156,0
Fev	120,7	1,20	144,8	145,0	78,46	-66,4	-663,6
Mar	115,6	1,20	138,8	123,0	65,54	-73,2	-732,1
Abr	93,6	1,20	112,3	57,0	23,26	-89,1	-890,6
Mai	74,4	1,20	89,3	33,0	9,65	-79,6	-796,3
Jun	60,0	1,20	72,0	12,0	0,00	-72,0	-720,0
Jul	70,1	1,20	84,1	14,0	0,00	-84,1	-840,7
Ago	81,2	1,20	97,5	14,0	0,00	-97,5	-974,6
Set	100,5	1,20	120,6	35,0	10,81	-109,8	-1097,9
Out	115,6	1,20	138,8	106,0	54,89	-83,9	-838,7
Nov	115,5	1,20	138,6	173,0	93,46	-45,1	-451,4
Dez	112,2	1,20	134,7	249,0	126,09	-8,6	-85,8
Total	1.182,5		1.419,0	1.228,0	594,2	-68,7	-8247,8

Simbologia:

ETo – Evapotranspiração de Referência

Kc – Coeficiente de cultivo

ETc – Evapotranspiração da Cultura

PM – Precipitação média

PEc – Precipitação efetiva corrigida

NIL – Necessidade de irrigação líquida

DML – Demanda mensal líquida

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV03	Data de Emissão Junho/2015	Página 64
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 2.13 - Planilha de cálculo da demanda hídrica para irrigação de milho no município de Abaeté.

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-0,5	1,00	-18,4	-183,5	-0,12	-0,61	-24,5	-734,2	1,89
Fev	-2,2	1,00	-78,1	-780,7	-2,60	-2,60	-104,1	-3.122,7	8,05
Mar	-2,4	1,00	-86,1	-861,3	-2,87	-2,87	-114,8	-3.445,3	8,88
Abr	-3,0	1,00	-104,8	-1.047,7	-3,49	-3,49	-139,7	-4.190,9	10,80
Mai	-2,7	1,00	-93,7	-936,9	-3,12	-3,12	-124,9	-3.747,5	9,66
Jun	-2,4	1,00	-84,7	-847,1	-2,82	-2,82	-112,9	-3.388,2	8,73
Jul	-2,8	1,00	-98,9	-989,1	-3,30	-3,30	-131,9	-3.956,3	10,19
Ago	-3,2	1,00	-114,7	-1.146,6	-3,82	-3,82	-152,9	-4.586,5	11,82
Set	-3,7	1,00	-129,2	-1.291,7	-4,31	-4,31	-172,2	-5.166,8	13,31
Out	-2,8	1,00	-98,7	-986,7	-3,29	-3,29	-131,6	-3.946,9	10,17
Nov	-1,5	1,00	-53,1	-531,1	-1,77	-1,77	-70,8	-2.124,2	5,47
Dez	-0,3	1,00	-10,1	-100,9	-0,34	-0,34	-13,5	-403,6	1,04
Total	-27,5		-970,3	-9.703,3			-1.293,8	-38.813,1	100

Simbologia:

LIL – Lâmina de irrigação líquida
 Ks – Coeficiente de sombreamento
 NIB – Necessidade de irrigação bruta
 DMB – Demanda mensal bruta

QU – Vazão unitária
 LIB – Lâmina de irrigação bruta
 Qo – Volume a ser outorgado
 Q – Volume mensal
 % - Percentual

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 65
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.3.6. Culturas Permanentes

O termo perene designa algo permanente ou que dura muito anos. Desse modo, a cultura perene é a cultura que após ser plantada e concluir um ciclo produtivo, não há necessidade de se replantar. Geralmente as culturas perenes englobam o café, árvores frutíferas em geral, etc, assim, como colhem-se apenas os frutos, não há a necessidade de fazer novamente o plantio.

Por essa razão, as culturas perenes também são chamadas de culturas de ciclo longo, devido ao longo tempo entre a plantação e a renovação da lavoura. Pela ausência de necessidade de preparo do solo e plantio, muitas vezes as culturas perenes são colocadas em regiões de relevo mais declivoso, já que por cobrirem o solo permanentemente, elas expõem o mesmo a pouca possibilidade de erosão se comparadas às culturas que requerem a reforma da área de plantio anualmente ou em prazos até menores. (Brito & Prudente, 2005)

Dentre as culturas de lavouras permanentes cultivadas na Unidade de Gestão SF4, destaca-se o café em grão. O **Quadro 2.14** apresenta um levantamento das áreas cultivadas nos municípios pertencentes a Unidade de Gestão feito, pelo IBGE em 2012.

Quadro 2.14 – Área colhida de café (cultura permanente) em 2012, nos municípios pertencentes a Unidade de Gestão SF4.

Município	Café (ha)	Município	Café (ha)
Abaeté	-	Patos de Minas	6.308
Arapuá	550	Pompéu	-
Biquinhas	110	Quartel Geral	157
Carmo do Paranaíba	9.975	Rio Paranaíba	12.170
Cedro do Abaeté	-	Santa Rosa da Serra	1.700
Córrego Danta	350	São Gonçalo do Abaeté	281
Estrela do Indaiá	400	São Gotardo	1.900
Felixlândia	-	Serra da Saudade	-
Lagoa Formosa	587	Tiros	1.752
Matutina	167	Três Marias	-
Morada Nova de Minas	-	Varjão de Minas	1.384
Paineiras	-	Total	37.971

Fonte: IBGE, 2012.

Segue abaixo o exemplo da caracterização do município de Varjão de Minas. Para realizar o balanço hidroagrícola foi selecionada a estação climatológica de Patos de Minas. A cultura analisada é de café, irrigado por aspersão numa área de 155,0 ha com uma jornada estimada de 30 dias mensais com uma frequência de 1 rega por dia durante 14 horas, aproximadamente. Os resultados dos cálculos da demanda hídrica são apresentados no **Quadro 2.15** e **Quadro 2.16**.

Analisando os dados, nota-se que essa cultura possui uma demanda máxima de aproximadamente 3.300,0 m³/dia com uma lâmina de 1,65 mm/dia.

Quadro 2.15 – Balanço hídrico para estimativa da necessidade de irrigação líquida.

Mês	ET _o (mm/mês)	K _c	ET _c (mm/mês)	PM (mm/mês)	PE _c (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /há/mês)
Jan	112,5	1,20	135,0	273,0	133,93	-1,1	-11,0
Fev	95,5	1,20	114,6	194,0	103,66	-10,9	-109,2
Mar	79,7	1,20	95,6	166,0	89,86	-5,7	-57,4
Abr	42,9	1,20	51,5	74,0	33,22	-18,3	-182,6
Mai	13,0	1,20	15,6	25,0	4,96	-10,7	-106,6
Jun	1,8	1,20	2,2	6,0	0,00	-2,2	-21,6
Jul	4,0	1,20	4,8	13,0	0,00	-4,8	-48,4
Ago	27,9	1,20	33,5	13,0	0,00	-33,5	-334,8
Set	60,9	1,20	73,1	49,0	18,80	-54,3	-542,8
Out	90,5	1,20	108,6	159,0	86,16	-22,5	-224,6
Nov	105,3	1,20	126,4	205,0	108,64	-17,7	-177,2
Dez	110,4	1,20	132,4	297,0	140,60	8,2	81,7
Total	744,4		893,3	1.474,0	719,8	-14,5	-1.734,6

Simbologia:

ET_o – Evapotranspiração de Referência

K_c – Coeficiente de cultivo

ET_c – Evapotranspiração da Cultura

PM – Precipitação média

PE_c – Precipitação efetiva corrigida

NIL – Necessidade de irrigação líquida

DML – Demanda mensal líquida

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 67
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 2.16 – Planilha de cálculo da demanda hídrica para irrigação de café em Varjão de Minas.

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	0,7	1,00	25,2	251,8	0,17	0,84	419,7	12.590,5	87,07
Fev	0,3	1,00	9,6	96,2	0,06	0,32	160,4	4.810,9	-33,27
Mar	0,3	1,00	12,0	119,9	0,08	0,40	199,8	5.994,2	-41,45
Abr	-0,3	1,00	-11,4	-113,9	-0,08	-0,38	-189,9	-5.695,6	39,39
Mai	-0,3	1,00	-9,5	-94,8	-0,06	-0,32	-158,0	-4.741,2	32,79
Jun	-0,1	1,00	-2,1	-21,2	-0,01	-0,07	-35,3	-1.058,8	7,32
Jul	-0,1	1,00	-4,7	-47,4	-0,03	-0,16	-79,0	-2.370,6	16,39
Ago	-0,9	1,00	-32,8	-328,2	-0,22	-1,09	-547,1	-16.411,8	113,50
Set	-1,4	1,00	-49,5	-495,3	-0,33	-1,65	-825,5	-24.766,0	171,27
Out	-0,1	1,00	-5,1	-51,3	-0,03	-0,17	-85,5	-2.564,9	17,74
Nov	0,1	1,00	3,9	39,3	0,03	0,13	65,5	1.964,7	-13,59
Dez	1,0	1,00	35,6	355,8	0,24	1,19	592,9	17.788,3	-123,01
Total	-0,8		-28,9	-289,2			-482,0	-14.460,3	100

Simbologia:

LIL – Lâmina de irrigação líquida
 Ks – Coeficiente de sombreamento
 NIB – Necessidade de irrigação bruta
 DMB – Demanda mensal bruta
 QU – Vazão unitária
 LIB – Lâmina de irrigação bruta
 Qo – Volume a ser outurgado
 Q – Volume mensal
 % - Percentual

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 68
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O **Quadro 2.17** apresenta um resumo com os valores das demandas hídricas da irrigação em m³/h, para as diferentes cenas futuras dos municípios. Nos municípios de Carmo do Paranaíba, Felixlândia, Patos de Minas, Rio Paranaíba, São Gotardo e Varjão de Minas apresentaram as mesmas projeções das demandas futuras, pois como a área outorgada é maior do que a área identificada pelo sensoriamento remoto, considerou-se que não é mais possível expandir a área irrigada nessas regiões. Portanto as demandas permanecerão constantes.

Quadro 2.17.- Balanço hídrico para estimativa da necessidade de irrigação líquida, vazão total demandada por município

Município	Vazão Cena Atual (m ³ /h)	Vazão Cena 2020 (m ³ /h)	Vazão Cena 2025 (m ³ /h)	Vazão Cena 2035 (m ³ /h)
Abaeté	196,3	209,8	349,6	699,3
Biquinhas	100,1	203,6	267,6	427,5
Carmo do Paranaíba	1.382,1	1.694,8	1.694,8	1.694,8
Felixlândia	36,8	1.475,5	1.475,5	1.475,5
Lagoa Formosa	50,4	234,0	284,5	410,7
Morada Nova de Minas	1.170,0	6.661,3	11.102,2	22.204,3
Paineiras	1,5	74,3	123,8	247,7
Patos de Minas	383,4	513,1	513,1	513,1
Pompéu	2.800,8	2.929,0	4.881,7	9.763,5
Rio Paranaíba e São Gotardo	4.435,50	3.434,4	3.434,4	3.434,4
São Gonçalo do Abaeté	1.969,2	651,7	1.086,2	2.172,3
Tiros	835,7	687,0	1.145,0	2.289,9
Três Marias	1.254,0	1.840,3	3.067,2	6.134,4
Varjão de Minas	3.735,2	4.385,4	4.385,4	4.385,4
Total	18.174,80	24.994,20	33.811,00	55.852,80

Ao observar o **Quadro 2.17**, nota-se que há divergências nas vazões da cena atual e das cenas futuras nos municípios que não será possível expandir as áreas irrigadas. Isto se deve ao fato que as vazões da cena atual são as outorgas de água para esse uso em cada município, já nas cenas futuras as demandas foram obtidas pelo cálculo do balanço hídrico. Nota-se também que o município de Morada Nova de Minas é o que apresenta a maior demanda futura, seguido por Pompéu.

Entretanto, é possível que um crescimento da área irrigada em Morada Nova de Minas desta magnitude, certamente se dará através de retiradas a partir do Lago de Três Marias.

2.4. Demandas Industriais

Devido à carência de informações sobre demandas hídricas para uso industrial e na mineração, eles foram estimados tendo por base as outorgas de uso de água na UPGRH SF4. Foram utilizadas as informações disponíveis no banco de dados de outorga de águas superficiais e subterrâneas do IGAM, referentes ao período de 2010 a 2014, ou seja, o período em que as outorgas ainda estão em vigor. E também foram considerados os dados registrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) da Agência Nacional de Águas - ANA.

Embora seja reconhecido que os usos outorgados costumam estar defasados em relação ao uso efetivo, entendeu-se que as grandes e médias indústrias dificilmente se evadiriam desta determinação legal. Isto é devido a visibilidade que têm, às consequências legais que podem sofrer e aos compromissos de responsabilidade social que costumam adotar, na busca de diversas certificações. Já as pequenas e médias indústrias localizadas nas zonas urbanas costumam se abastecer no sistema público, sendo seus usos contabilizados no setor de Saneamento. Portanto, embora acabe um uso industrial ser contabilizado como abastecimento urbano, ele é de todo modo considerado.

O **Quadro 2.18** apresenta as demandas industriais e minerárias atendidas por captações de águas superficiais obtidas no cadastro de outorgas do IGAM. O **Quadro 2.19** apresenta as demandas atendidas por águas subterrâneas; neste caso existem apenas outorgas para a indústria.

Quadro 2.18 - Demanda de água superficial para uso industrial e minerário.

Município	Demanda para uso industrial (m ³ /h)	Demanda para uso de mineração (m ³ /h)
Divisa de Carmo do Paranaíba e Patos de Minas	-	7,2
Felixlândia	-	19,8
Paineiras	-	63
São Gonçalo do Abaeté	-	14,4
São Gotardo	7,2	100,8

Fonte: IGAM, 2014.

Nota-se que apenas 10 municípios apresentam usos industriais, destacando-se os municípios de Abaeté e Pompéu. E somente 6 municípios apresentam outorgas para mineração, com destaque ao município de São Gotardo.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	70

Quadro 2.19 – Demanda de água subterrânea para uso industrial.

Município	Demanda para uso industrial (m ³ /h)
Abaeté	27,7
Arapuá	10,2
Carmo do Paranaíba	8,6
Felixlândia	4,2
Matutina	3,4
Morada Nova de Minas	16,0
Pompéu	22,2
São Gonçalo do Abaeté	12,0
São Gotardo	11,2
Três Marias	13,5

Fonte: IGAM, 2014.

As demandas constantes no cadastro do CNARH são apresentadas no **Quadro 2.20**.

Quadro 2.20 - Demanda média mensal de água para uso Industrial

Município	Demanda de águas superficiais (m ³ /h)	Demanda de águas subterrâneas (m ³ /h)
Abaeté	6,4	-
Morada Nova de Minas	-	15,0
Pompéu	-	0,9
São Gonçalo do Abaeté	-	4,0
São Gotardo	17,5	76,7
Três Marias	490,0	8,3

Fonte: CNARH, 2008.

Observa-se os grandes valores demandados pelos municípios de São Gotardo e Três Marias. Este último foi o que apresentou maiores valores de demanda por conta do uso na Votorantim Metais Zinco S/A, entretanto sua captação não se dá nos afluentes do SF-04.

A seguir, no **Quadro 2.21** são apresentadas as projeções das demandas industriais, obtidas através da aplicação da taxa geométrica de crescimento do município, sobre a demanda cadastrada na cena atual (2015).

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 71
------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 2.21 - Demanda média de captação mensal (m³/h) para uso Industrial total (superficial e subterrânea) na bacia SF-04, para o cenário tendencial, projetadas a partir do cadastro de outorgas do IGAM e CNARH.

MUNICÍPIOS	2015	2020	2025	2035
ABAETÉ	35,6	37,2	39,8	45,4
ARAPUÁ	10,3	10,8	11,5	13,1
CARMO DO PARANAÍBA	15,8	16,5	17,3	19,4
FELIXLÂNDIA	23,8	22,2	20,6	18
MATUTINA	3,4	3,5	3,7	4,2
MORADA NOVA DE MINAS	46,6	49,4	53,7	63,4
PAINEIRAS	63,4	65,1	68,4	75,5
PATOS DE MINAS	7,3	7,7	8,4	10
POMPÉU	24,5	26,4	29,1	35,4
SÃO GONÇALO DO ABAETÉ	34,7	35,9	37,7	41,8
SÃO GOTARDO	217,0	233,3	246,4	309,8
TRÊS MARIAS	97,4	100,5	106	117,9
Total Geral	579,8	608,5	652,6	753,9

A demanda total estimada no horizonte de planejamento (2035) é estimada em 753,9 m³/h, um crescimento médio estimado em 1,32% a.a., sendo o município de São Gotardo responsável por 41% da demanda total captada para esta finalidade.

Deste total, mantendo-se a proporção constada nos cadastros IGAM e CNARH, estima-se que apenas 15% da captação corresponda à captação superficial, de forma que no horizonte de planejamento, em 2035, dos 753,9 m³/h, 113,1 m³/h corresponderam à captações em águas superficiais e 640,82 m³/h à captações a partir de reservas subterrâneas.

Um outro fato que merece destaque é a grande parcela de água captada por este segmento usuário, a partir de mananciais subterrâneos, o que pode ser explicado em parte por uma exigência de melhor qualidade a menores custos operacionais.

2.5. Geração de Energia

Na região do UPGRH SF4, foram identificados 16 empreendimentos hidroenergéticos, sendo que o maior deles é a Usina Hidrelétrica de Três Marias, localizada no município de Três Marias e possui um reservatório com uma área alagada máxima de 1.040 km². Este aproveitamento recebe uma vazão média de longo termo de 705 m³/s, teve sua operação iniciada em 1962 com duas unidades geradoras 66 MW de potência cada e hoje conta com uma potência instalada de 396 MW.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	72

Além da UHE Três Marias, dois aproveitamentos encontram-se em operação e os demais estão na fase de projeto básico em situação de aceite ou com eixo disponível para elaboração do mesmo.

O **Quadro 2.22** caracteriza os empreendimentos identificados, e a **Figura 2.3** representa a localização dos mesmos. Ao analisar a **Figura 2.3**, nota-se que a maioria das usinas estão localizadas na margem esquerda do rio São Francisco, onde estão localizados também seus principais afluentes nessa região. No **capítulo 5** será apresentado um estudo onde é estimado o impacto dos usos consuntivos sobre o potencial de geração de energia na bacia **SF-04**.

Quadro 2.22 - Aproveitamentos hidrelétricos identificados.

Empreendimento	Status	Potência [MW]	Vazão MLT [m ³ /s]
Alemães Baixo	Projeto Básico Aceito	18,4	71,16
Bombas	Eixo Disponível	14,5	51,45
Cachoeira Comprida	Projeto Básico Aceito	20,8	80,48
Canoas	Projeto Básico Aceito	19,3	75,00
Mateus José	Projeto Básico Aceito	11,0	82,56
Palmeira	Projeto Básico Aceito	21,6	64,62
São Gonçalo	Projeto Básico Aceito	19,0	70,28
Gentio	Eixo Disponível	9,3	20,74
Ponte Indaiá	Eixo Disponível	51,4	32,87
Ponte Indaiá Jusante	Eixo Disponível	5,8	33,31
Taboca	Eixo Disponível	35,8	18,76
Lagoinha	Eixo Disponível	37,1	25,20
Areado	Projeto Básico Aceito	10,9	24,25
Pompéu	Viabilidade técnica e econômica com aceite	209,1	389,87
Três Marias	Operação	396,0	705,00
Abaeté	Operação	0,5	1,44
Rio Funchal	Operação	1,0	3,76

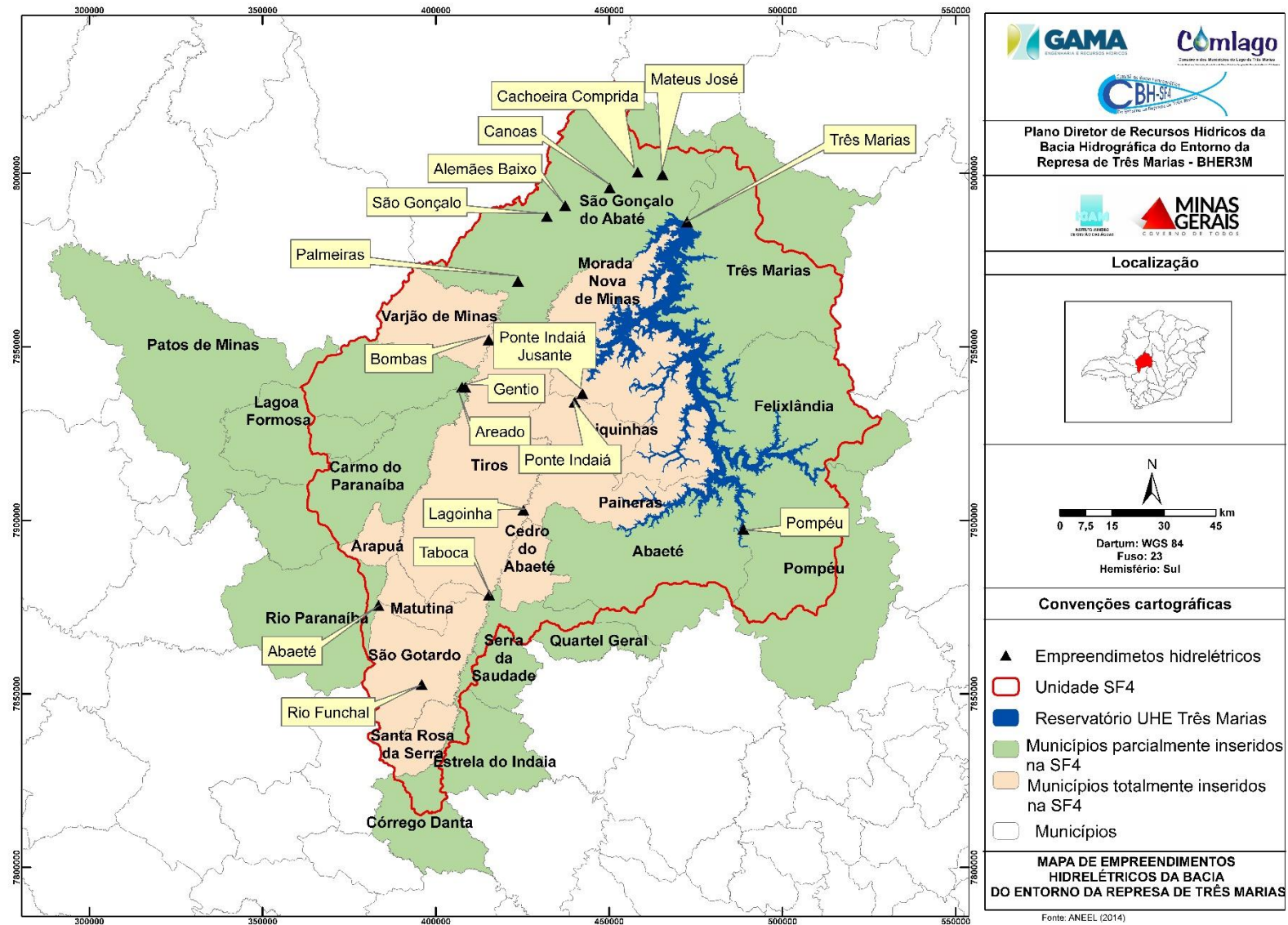


Figura 2.3 – Localização das Usinas existentes e inventariadas dentro da Unidade de Gestão SF4.

2.6. Turismo

O circuito turístico de Três Marias é formado por nove municípios banhados pelo reservatório de mesmo nome, dos quais oito fazem parte da UPGRH SF4: Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Pompeu, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias. Além de serem banhados pelas águas do lago, possuem outra característica em comum: todos tiveram sua origem nas fazendas e pousos que abrigaram os tropeiros que transitavam pela região, transportando gado e outras mercadorias. Os atrativos turísticos relacionados às águas neste circuito incluem passeios de barco pelo lago Três Marias, no qual é possível conhecer a Estação Ecológica de Piratininga, ilha formada quando da construção da represa. A estação realiza estudos comparativos das comunidades vegetais, inventários florístico e faunístico, além de desenvolver outros projetos de pesquisa, em convênios com universidades. Em Três Marias, podem ser visitadas as Cachoeiras do Guará e do Barreirama, e a Estação de Hidrobiologia e Piscicultura. Em toda a região há abundantes cachoeiras, riachos e atividades náuticas, como passeios de barcos e pesca amadora, que têm atraído visitantes de diversas partes do país.

O turismo da região em estudo está diretamente relacionado com o nível de água do reservatório de Três Marias. Quando há depleção do mesmo, conseqüentemente há diminuição da procura turística na região, atingindo tanto os empreendimentos lindeiros, ou seja, aqueles que exploram diretamente o reservatório para suas atividades, quanto aos que gozam indiretamente do alto fluxo de pessoas decorrentes do turismo, como hotéis, supermercados, postos de gasolina, farmácias, etc. Em contrapartida, a principal função do reservatório de Três Marias é a geração de energia elétrica, e para que isso ocorra em larga escala é inevitável uma depleção. No entanto, esta pode ou não diminuir de forma significativa o volume de água do reservatório, que vai depender diretamente do regime de chuvas da região. Quando há um longo período de estiagem, para que se mantenha um volume ideal que não prejudique os empreendimentos dependentes do mesmo, a exploração energética deve ser reduzida, podendo haver déficit de energia nas regiões onde o abastecimento energético é advindo desta central hidrelétrica, e aumentando os custos da geração, causando um conflito entre exploração energética e turismo. Por outro lado, existem demandas para manutenção do fluxo de água do rio São Francisco para atendimento de demandas a jusante, o que pode pressionar o deplecionamento desse reservatório. Portanto, existem conflitos de usos de água que envolvem os interesses da sociedade na UPGRH SF4 e fora dela.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	75

A pesca esportiva como fomento ao turismo abrange corpos de água outros, além do reservatório de Três Marias. Com a construção deste reservatório, as enchentes naturais que abasteciam as lagoas marginais deixaram de ocorrer, dificultando sobremaneira o processo reprodutivo dos peixes. No período de reprodução muitos peixes sobem pelos afluentes do São Francisco, entre eles o rio Abaeté, para fazerem a desova. Além de não existirem barreiras físicas, como a barragem, a temperatura da água e o pH se apresentam mais adequados para as espécies existentes. A água descarregada pelo reservatório possui temperatura média anual entre 23 e 24 graus, por sair do fundo do lago, a uma profundidade de quase 70 metros, abaixo da ideal. Por isto, a importância do rio Indaiá, não apenas na conservação da biodiversidade, mas, também, no fomento de atividades turísticas.

3. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS CARGAS POLUIDORAS NO CENÁRIO TENDENCIAL

Este item trata da estimativa das cargas poluidoras, dos setores e atividades considerados com maior potencial poluidor na bacia do Entorno da Represa de Três Marias – SF4.

Trata-se de uma etapa de grande importância na elaboração deste plano diretor, uma vez que os lançamentos destas cargas nos corpos hídricos desencadeiam processos físico-químicos de diluição e depuração que ocorrem às custas do comprometimento da qualidade e da sucessão de estágios de equilíbrio ambiental dos corpos d'água.

Além de atender ao meio técnico, o processo de simulação destas cargas poluidoras nos corpos hídricos trará subsídios à elaboração de uma proposta de Enquadramento dos corpos d'água da bacia SF4.

Neste capítulo será apresentada a metodologia adotada e estimativa destas cargas poluidoras, que serão posteriormente utilizados para fins de simulação qualitativa.

A estimativa das cargas de poluição aportadas pelos setores usuários de água foi realizada, de maneira indireta, através de coeficientes *per capita* médios baseados na literatura considerando a origem da fonte de poluição. Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos considerados por tipologia da atividade poluidora foram:

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	76

- Demanda Bioquímica de Oxigênio de 5 dias - DBO₅;
- Fósforo Total (P);
- Coliformes Termotolerantes (CT);
- Nitrogênio Total (NT).

3.1. Cargas Urbanas e Rurais

Os valores de carga *per capita* (**Quadro 3.1**), podem variar dentro dos limites apresentados por Von Sperling (2011). Os valores de carga *per capita* adotados neste estudo seguiu a sugestão do referido autor, sendo definidos como valores próximos aos valores médios da faixa recomendada para DBO e Nitrogênio e valores próximos ao limite inferior da faixa para fósforo e Coliformes.

Quadro 3.1 – Valores de cargas poluidoras *per capita* adotados para cada parâmetro de qualidade de água

Parâmetro	Unidade	Intervalo ocorrência	Carga adotada
Demanda Bioquímica Oxigênio DBO ₅	g/hab/dia	40 – 60	54,0
Fósforo Total (P _T)	g/hab/dia	0,7 – 2,5	1,0
Coliformes Termotolerantes (CT)	org/hab/dia	10 ⁹ – 10 ¹²	10 ⁹
Nitrogênio Total (N _T)	g/hab/dia	6 – 10	8,0

As cargas brutas urbanas e rurais oriundas dos esgotos domésticos foram estimadas considerando as projeções populacionais estimadas no **capítulo 2** e os valores de carga *per capita* adotados. As estimativas de cargas brutas podem ser observadas nos **Quadro 3.2** e **Quadro 3.3**.

Quadro 3.2 - Cargas brutas urbanas nas cenas atual (2015) e tendencial (2020, 2025 e 2035).

Município	DBO (Kg/dia)				Fósforo (Kg/dia)				Coliformes (Organismos/dia)				Nitrogênio (Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	1.241,42	1.297,55	1.353,50	1.472,75	22,99	24,03	25,06	27,27	2,30E+13	2,40E+13	2,51E+13	2,73E+13	183,91	192,23	200,52	218,19
Arapuá	125,25	131,02	136,38	147,76	2,32	2,43	2,53	2,74	2,32E+12	2,43E+12	2,53E+12	2,74E+12	18,56	19,41	20,20	21,89
Biquinhas	84,94	87,33	89,78	94,90	1,57	1,62	1,66	1,76	1,57E+12	1,62E+12	1,66E+12	1,76E+12	12,58	12,94	13,30	14,06
Carmo do Paranaíba	1.470,00	1.515,68	1.561,74	1.658,09	27,22	28,07	28,92	30,71	2,72E+13	2,81E+13	2,89E+13	3,07E+13	217,78	224,54	231,37	245,64
Cedro do Abaeté	54,77	53,79	52,82	50,94	1,01	1,00	0,98	0,94	1,01E+12	9,96E+11	9,78E+11	9,43E+11	8,11	7,97	7,83	7,55
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	492,13	447,35	406,65	336,01	9,11	8,28	7,53	6,22	9,11E+12	8,28E+12	7,53E+12	6,22E+12	72,91	66,27	60,24	49,78
Lagoa Formosa	22,08	23,39	24,75	27,70	0,41	0,43	0,46	0,51	4,09E+11	4,33E+11	4,58E+11	5,13E+11	3,27	3,47	3,67	4,10
Matutina	155,56	160,54	165,68	176,46	2,88	2,97	3,07	3,27	2,88E+12	2,97E+12	3,07E+12	3,27E+12	23,05	23,78	24,55	26,14
Morada Nova de Minas	404,23	428,89	454,34	509,85	7,49	7,94	8,41	9,44	7,49E+12	7,94E+12	8,41E+12	9,44E+12	59,89	63,54	67,31	75,53
Paineiras	205,03	210,63	215,85	226,67	3,80	3,90	4,00	4,20	3,80E+12	3,90E+12	4,00E+12	4,20E+12	30,37	31,20	31,98	33,58
Patos de Minas	115,75	122,74	130,32	146,89	2,14	2,27	2,41	2,72	2,14E+12	2,27E+12	2,41E+12	2,72E+12	17,15	18,18	19,31	21,76
Pompéu	1.694,68	1.825,18	1.965,31	2.278,69	31,38	33,80	36,39	42,20	3,14E+13	3,38E+13	3,64E+13	4,22E+13	251,06	270,40	291,16	337,58
Quartel Geral	3,30	3,47	3,66	4,05	0,06	0,06	0,07	0,08	6,11E+10	6,43E+10	6,77E+10	7,51E+10	0,49	0,51	0,54	0,60
Rio Paranaíba	26,57	28,42	30,39	34,74	0,49	0,53	0,56	0,64	4,92E+11	5,26E+11	5,63E+11	6,43E+11	3,94	4,21	4,50	5,15
Santa Rosa da Serra	126,24	135,16	145,11	167,24	2,34	2,50	2,69	3,10	2,34E+12	2,50E+12	2,69E+12	3,10E+12	18,70	20,02	21,50	24,78
São Gonçalo do Abaeté	243,73	251,29	258,20	272,60	4,51	4,65	4,78	5,05	4,51E+12	4,65E+12	4,78E+12	5,05E+12	36,11	37,23	38,25	40,39
São Gotardo	2.057,29	2.210,72	2.371,34	2.728,43	38,10	40,94	43,91	50,53	3,81E+13	4,09E+13	4,39E+13	5,05E+13	304,78	327,51	351,31	404,21
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	300,73	317,93	336,11	375,65	5,57	5,89	6,22	6,96	5,57E+12	5,89E+12	6,22E+12	6,96E+12	44,55	47,10	49,79	55,65
Três Marias	1.353,89	1.395,42	1.435,72	1.519,85	25,07	25,84	26,59	28,15	2,51E+13	2,58E+13	2,66E+13	2,81E+13	200,58	206,73	212,70	225,16
Varjão de Minas	352,08	377,98	404,32	462,63	6,52	7,00	7,49	8,57	6,52E+12	7,00E+12	7,49E+12	8,57E+12	52,16	56,00	59,90	68,54
Total	10.529,67	11.024,48	11.541,94	12.691,91	194,99	204,16	213,74	235,04	1,95E+14	2,04E+14	2,14E+14	2,35E+14	1.559,95	1.633,26	1.709,92	1.880,28

Quadro 3.3- Cargas brutas de origem rural nas cenas atual (2015) e tendencial (2020, 2025 e 2035).

Município	DBO (Kg/dia)				Fósforo (Kg/dia)				Coliformes (Organismos/dia)				Nitrogênio (Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	123,4	123,4	123,4	123,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,28E+12	2,28E+12	2,28E+12	2,28E+12	18,3	18,3	18,3	18,3
Arapuá	37,1	37,1	37,1	37,1	0,7	0,7	0,7	0,7	6,87E+11	6,87E+11	6,87E+11	6,87E+11	5,5	5,5	5,5	5,5
Biquinhas	53,5	53,5	53,5	53,5	1,0	1,0	1,0	1,0	9,91E+11	9,91E+11	9,91E+11	9,91E+11	7,9	7,9	7,9	7,9
Carmo do Paranaíba	134,6	134,6	134,6	134,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,49E+12	2,49E+12	2,49E+12	2,49E+12	19,9	19,9	19,9	19,9
Cedro do Abaeté	9,6	9,6	9,6	9,6	0,2	0,2	0,2	0,2	1,77E+11	1,77E+11	1,77E+11	1,78E+11	1,4	1,4	1,4	1,4
Córrego Danta	42,0	42,0	42,0	42,0	0,8	0,8	0,8	0,8	7,77E+11	7,77E+11	7,77E+11	7,77E+11	6,2	6,2	6,2	6,2
Estrela do Indaiá	30,1	30,1	30,1	30,1	0,6	0,6	0,6	0,6	5,58E+11	5,58E+11	5,58E+11	5,58E+11	4,5	4,5	4,5	4,5
Felixlândia	154,8	154,8	154,8	154,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,87E+12	2,87E+12	2,87E+12	2,87E+12	22,9	22,9	22,9	22,9
Lagoa Formosa	65,4	65,4	65,4	65,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,21E+12	1,21E+12	1,21E+12	1,21E+12	9,7	9,7	9,7	9,7
Matutina	57,7	57,7	57,7	57,7	1,1	1,1	1,1	1,1	1,07E+12	1,07E+12	1,07E+12	1,07E+12	8,5	8,5	8,5	8,5
Morada Nova de Minas	97,1	97,1	97,1	97,1	1,8	1,8	1,8	1,8	1,80E+12	1,80E+12	1,80E+12	1,80E+12	14,4	14,4	14,4	14,4
Paineiras	55,8	55,8	55,8	55,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,03E+12	1,03E+12	1,03E+12	1,03E+12	8,3	8,3	8,3	8,3
Patos de Minas	152,6	152,6	152,6	152,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,83E+12	2,83E+12	2,83E+12	2,83E+12	22,6	22,6	22,6	22,6
Pompéu	64,2	64,2	64,2	64,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,19E+12	1,19E+12	1,19E+12	1,19E+12	9,5	9,5	9,5	9,5
Quartel Geral	7,0	7,0	7,0	7,0	0,1	0,1	0,1	0,1	1,29E+11	1,29E+11	1,29E+11	1,29E+11	1,0	1,0	1,0	1,0
Rio Paranaíba	22,8	22,8	22,8	22,8	0,4	0,4	0,4	0,4	4,22E+11	4,22E+11	4,22E+11	4,22E+11	3,4	3,4	3,4	3,4
Santa Rosa da Serra	67,6	67,6	67,6	67,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,25E+12	1,25E+12	1,25E+12	1,25E+12	10,0	10,0	10,0	10,0
São Gonçalo do Abaeté	108,3	108,5	108,7	109,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,01E+12	2,01E+12	2,01E+12	2,02E+12	16,1	16,1	16,1	16,2
São Gotardo	94,9	94,9	94,9	94,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,76E+12	1,76E+12	1,76E+12	1,76E+12	14,1	14,1	14,1	14,1
Serra da Saudade	1,9	1,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,49E+10	3,49E+10	3,49E+10	3,49E+10	0,3	0,3	0,3	0,3
Tiros	112,9	112,9	112,9	112,9	2,1	2,1	2,1	2,1	2,09E+12	2,09E+12	2,09E+12	2,09E+12	16,7	16,7	16,7	16,7
Três Marias	63,6	63,7	63,8	64,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,18E+12	1,18E+12	1,18E+12	1,19E+12	9,4	9,4	9,5	9,5
Varjão de Minas	55,8	55,8	55,8	55,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,03E+12	1,03E+12	1,03E+12	1,03E+12	8,3	8,3	8,3	8,3
Total	1.612,6	1.612,8	1.613,1	1.613,7	29,9	29,9	29,9	29,9	2,99E+13	2,99E+13	2,99E+13	2,99E+13	238,9	238,9	239,0	239,1

3.1.1. Cargas Remanescentes

Para construção do cenário tendencial de cobertura de tratamento de efluentes domésticos nos municípios da bacia do SF04, foram consideradas as seguintes informações:

- Níveis de cobertura atuais e projetados pelo ATLAS DO SANEAMENTO (ANA, 2010);
- Níveis de cobertura estabelecidos como meta pelo Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB, 2013);
- Informações fornecidas pelos prestadores de serviço na plataforma do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2013) através das planilhas de indicadores das empresas de saneamento disponível em (www.snis.gov.br);
- Relatório de Progresso do Programa Minas Trata Esgotos, emitido diretoria de Qualidade e Gestão Ambiental da FEAM (2012);

Quadro 3.4 - Níveis de cobertura atuais e futuros para o cenário tendencial do PDRH, SF04 (continua).

Município	% Esgoto coletado			% Esgoto tratado		
	Atual	Não coletado	Cenário	Atual	não tratado	Cenário
Abaeté	91%	9%	91,0%	0%	100%	91,0%
Arapuá	100%	0%	100%	0%	100%	100%
Biquinhas	0%	100%	50,7%	0%	100%	50,7%
Carmo do Paranaíba	0%	100%	50,7%	0%	100%	50,7%
Cedro do Abaeté	17%	83%	50,7%	0%	100%	50,7%
Córrego Danta	0%	100%	0%	0%	100%	0%
Estrela do Indaiá	26%	74%	50,7%	0%	100%	50,7%
Felixlândia	9%	91%	50,7%	0%	100%	50,7%
Lagoa Formosa	0%	100%	50,7%	0%	100%	50,7%
Matutina	84%	16%	84,0%	0%	100%	84,0%
Morada Nova de Minas	0%	100%	50,7%	0%	100%	50,7%
Paineiras	0%	100%	50,7%	0%	100%	50,7%
Patos de Minas	3%	97%	50,7%	3%	97%	50,7%
Pompéu	75%	25%	75%	0%	100%	75%
Quartel Geral	0%	100%	50,7%	0%	100%	50,7%
Rio Paraíba	0%	100%	0%	0%	100%	0%
Santa Rosa da Serra	81%	19%	81,0%	0%	100%	81,0%
São Gonçalo do Abaeté	79%	21%	79,0%	0%	100%	79,0%

Quadro 3.4 - Níveis de cobertura atuais e futuros para o cenário tendencial do PDRH, SF04 (conclusão).

Município	% Esgoto coletado			% Esgoto tratado		
	Atual	Não coletado	Cenário	Atual	não tratado	Cenário
São Gotardo	97%	3%	97%	0%	100%	97,2%
Serra da Saudade	63%	37%	63%	0%	100%	63,0%
Tiros	77%	23%	77%	0%	100%	77,0%
Três Marias	78,7%	21,3%	95%	78,7%	21,3%	95,0%
Varjão de Minas	80%	20%	80%	80%	20%	80%

Fonte: Adaptado de ATLAS ANA (2010), FEAM (2012), SNIS (2013), PNSB (2013), COPASA (2014)

O **quadro 3.4**, acima, foi construído tendo como base o ATLAS ANA (2012), entretanto, todas as vezes que a informação para o cenário atual do referido município divergiu do SNIS ou dos relatórios do Programa Minas Trata Esgotos, priorizou-se a informação fornecida por estes últimos, por serem mais atuais e mais próximas à realidade local.

Para os cenários futuros, foram encontradas informações divergentes acerca das projeções futuras sobre os níveis de cobertura dos serviços de coleta e tratamento de efluentes, de forma que, como se trata de um cenário tendencial, houve a necessidade de se analisar a informação que melhor reflete as tendências do setor para a região.

Neste sentido, pode-se dizer que as metas estabelecidas pelo PNSB (2013) são demais arrojadas quando confrontados com a conjuntura atual dos municípios da bacia do SF04, conforme será apresentado a seguir.

Observa-se no **Quadro 3.5** a seguir, que as metas de cobertura de coleta de efluentes domésticos nas áreas urbanas para final do plano, para a região sudeste, atingem o patamar de 96% (indicador E1) e os níveis de tratamento (indicador E4) atinge a meta em fim de plano, num patamar de 90%.

Dada a cena atual, dos níveis de cobertura de coleta e tratamento de efluentes urbanos nos municípios da bacia do SF-04, quando vários municípios ainda sequer possuem o plano de saneamento básico, considera-se pouco provável a reversão deste quadro num horizonte de 20 anos.

Corroborando com esta tese, o Programa Minas Trata esgotos, em seu relatório de acompanhamento dos indicadores emitido pela FEAM (2012), analisando dados do Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) e realização de vistorias, nos traz perspectivas mais realistas para o setor de saneamento na bacia SF-04, face o histórico dos dados analisados e a situação de regularização ambiental dos municípios junto às respectivas SUPRAMs.

Segundo o Relatório, ao analisar os números de licenças e autorizações ambientais para sistemas de tratamento de efluentes, observa-se que na SUPRAM do Alto São Francisco, onde se insere a maior parte dos municípios da bacia do SF-04, cerca de 49,35% da cobertura da população urbana, se encontra classificada na situação "Sem expectativa de Tratamento".

Para construção do cenário tendencial, considera-se portanto, que o indicador acima ou seu complemento 50,7% (que é igual a 100% - 49,3%), é a meta mais provável de ser atingida considerando as tendências atuais verificadas na bacia do Alto São Francisco, incluindo a bacia do SF-04.

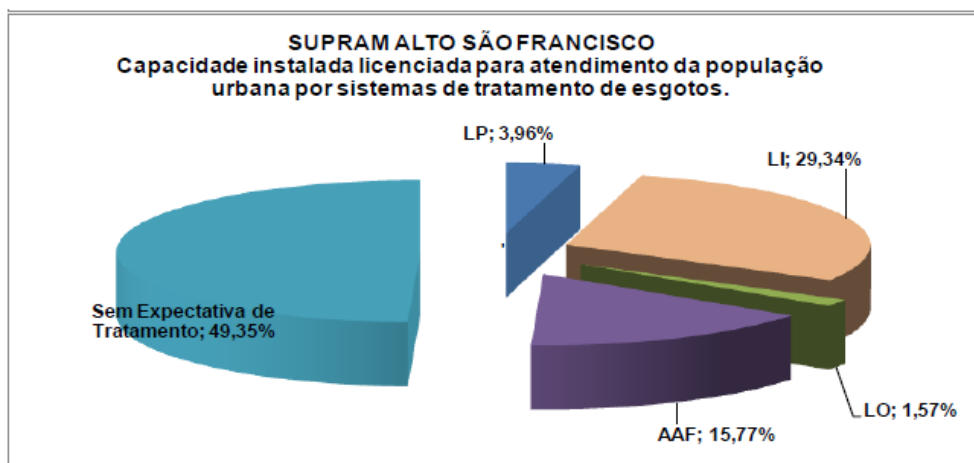


Figura 3.1 - Capacidade instalada licenciada, para atendimento da população urbana por sistemas de tratamento de esgotos (FEAM, 2012)

Quadro 3.5 – Metas para saneamento básico nas macrorregiões e no País (em %)

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
E1. % de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	2010	67	33	45	87	72	52
	2018	76	52	59	90	81	63
	2023	81	63	68	92	87	70
	2033	92	87	85	96	99	84
E2. % de domicílios urbanos servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	2010	75	41	57	91	78	56
	2018	82	56	66	94	84	69
	2023	85	68	73	95	88	77
	2033	93	89	86	98	96	92
E3. % de domicílios rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	2010	17	8	11	27	31	13
	2018	35	24	28	49	46	40
	2023	46	34	39	64	55	53
	2033	69	55	61	93	75	74
E4. % de tratamento de esgoto coletado	2008	53	62	66	46	59	90
	2018	69	75	77	63	73	92
	2023	77	81	82	72	80	93
	2033	93	94	93	90	94	96
E5. % de domicílios urbanos e rurais com renda até três salários mínimos mensais que possuem unidades hidrossanitárias	2010	89	70	81	98	97	97

Do exposto, adotou-se a seguinte regra básica para a construção de Metas e indicadores de cobertura para a bacia do SF-04 no cenário tendencial:

- Quando o nível de cobertura atual, seja no tratamento ou na coleta, já supera a tendência de 50,7%, considera-se que nada mais será implantado;
- Quando o nível de cobertura atual, seja no tratamento ou na coleta, é menor que a tendência de 50,7%, considera-se que este será o patamar máximo de aplicação;
- Por hipótese, considera-se que os níveis de coleta e tratamento, em fim de plano, serão ajustados e se igualarão numericamente;
- A progressão do indicador ao longo das datas 2015 até 2035 crescem de forma linear, por hipótese.

Eficiências para estimativas das cargas remanescentes

Para fins e estimativa das cargas remanescentes foram consideradas as seguintes situações:

- Efluentes lançados em fossas sépticas e infiltradas em sumidouros;
- Efluentes lançados em fossas sépticas e após, lançados na rede coletora, quando existente;
- Efluentes lançados diretamente na rede coletora sem tratamento;
- Efluentes lançados na rede coletora, e após, encaminhados para estação de tratamento;

Para cada um dos casos acima, foram adotadas eficiências típicas de literatura baseando-se em Von Sperling (2011) e FEAM (2012), que são apresentadas a seguir no **Quadro 3.6**.

Quadro 3.6 - Eficiências adotadas

Parâmetros	PRIMÁRIO + UASB + LAGOA FACULTATIVA	
	Eficiência (%)	Não removido no tratamento
DBO	0,94	0,06
FÓSFORO	0,51	0,49
COLIFORMES	0,98	0,02
NITROGÊNIO	0,52	0,48
Parâmetros	Primário + tanque séptico + sumidouro	
	Eficiência (%)	Não removido no tratamento
DBO	0,80	0,2
FÓSFORO	0,15	0,85
COLIFORMES	0,85	0,15
NITROGÊNIO	0,20	0,8
Parâmetros	Primário + tanque séptico + rede	
	Eficiência (%)	Não removido no tratamento
DBO	0,50	0,5
FÓSFORO	0,50	0,5
COLIFORMES	0,50	0,5
NITROGÊNIO	0,50	0,5

As estimativas das cargas brutas e remanescentes para a o esgoto doméstico estão apresentadas nos **Quadro 3.7** ao **Quadro 3.14** a seguir. Os resultados exibidos, retratam os expressivos abatimentos em cima das cargas brutas total na bacia, com valores próximos a 50% para DBO, fósforo e nitrogênio e 30% para coliformes.

Quadro 3.7 – Cargas Brutas – DBO

Município	Carga não Coletada (Fossa sumidouro)				Carga Remanescente Coletada e Tratada				Carga Coletada e não Tratada			
	DBO(Kg/dia)				DBO(Kg/dia)				DBO(Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	22,35	23,36	24,36	26,51	0,00	16,12	33,63	73,18	564,84	442,79	307,92	0,00
Arapuá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	4,09	8,87	62,62	49,13	34,09	0,00
Biquinhas	16,99	15,25	13,41	9,37	0,00	0,08	0,35	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Carmo do Paranaíba	294,00	264,75	233,25	163,65	0,00	1,46	6,01	25,52	0,00	0,00	0,00	0,00
Cedro do Abaeté	9,09	8,02	6,99	5,03	0,00	0,10	0,27	0,78	4,66	3,43	2,24	0,00
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	89,57	72,10	57,07	33,16	0,00	0,66	1,84	5,17	22,15	15,10	9,15	0,00
Lagoa Formosa	4,42	4,09	3,70	2,73	0,00	0,02	0,10	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Matutina	4,98	5,14	5,30	5,65	0,00	1,70	3,51	7,47	65,34	50,57	34,79	0,00
Morada Nova de Minas	80,85	74,92	67,86	50,32	0,00	0,41	1,75	7,85	0,00	0,00	0,00	0,00
Paineiras	41,01	36,79	32,24	22,37	0,00	0,20	0,83	3,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Patos de Minas	22,45	20,89	19,07	14,50	0,01	0,16	0,56	2,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Pompéu	84,73	91,26	98,27	113,93	0,00	15,40	33,16	76,91	635,51	513,33	368,50	0,00
Quartel Geral	0,66	0,61	0,55	0,40	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Paraíba	5,31	5,68	6,08	6,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santa Rosa da Serra	4,80	5,14	5,51	6,36	0,00	1,33	2,86	6,58	51,13	41,06	29,38	0,00
São Gonçalo do Abaeté	10,24	10,55	10,84	11,45	0,00	2,35	4,83	10,21	96,27	74,44	50,99	0,00
São Gotardo	11,56	12,42	13,33	15,33	0,00	31,32	67,20	154,63	999,74	805,72	576,18	0,00
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	13,83	14,62	15,46	17,28	0,00	2,83	5,98	13,36	115,78	91,80	64,70	0,00
Três Marias	13,54	13,95	14,36	15,20	0,00	18,89	38,87	82,30	643,10	497,12	340,98	0,00
Varjão de Minas	14,08	15,12	16,17	18,51	13,52	14,51	15,53	17,76	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 3.8 – Carga Bruta Fósforo

Município	Carga não Coletada (Fossa sumidouro)				Carga Remanescente Coletada e Tratada				Carga Coletada e não Tratada			
	P (Kg/dia)				P (Kg/dia)				P (Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	1,76	1,84	1,92	2,09	0,00	2,45	5,11	11,12	10,46	8,20	5,70	0,00
Arapuá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,62	1,35	1,16	0,91	0,63	0,00
Biquinhas	1,34	1,20	1,06	0,74	0,00	0,01	0,05	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Carmo do Paranaíba	23,14	20,84	18,36	12,88	0,00	0,22	0,91	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Cedro do Abaeté	0,72	0,63	0,55	0,40	0,00	0,02	0,04	0,12	0,09	0,06	0,04	0,00
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	7,05	5,67	4,49	2,61	0,00	0,10	0,28	0,79	0,41	0,28	0,17	0,00
Lagoa Formosa	0,35	0,32	0,29	0,22	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Matutina	0,39	0,40	0,42	0,44	0,00	0,26	0,53	1,14	1,21	0,94	0,64	0,00
Morada Nova de Minas	6,36	5,90	5,34	3,96	0,00	0,06	0,27	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Paineiras	3,23	2,90	2,54	1,76	0,00	0,03	0,13	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00
Patos de Minas	1,77	1,64	1,50	1,14	0,00	0,02	0,09	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Pompéu	6,67	7,18	7,73	8,97	0,00	2,34	5,04	11,69	11,77	9,51	6,82	0,00
Quartel Geral	0,05	0,05	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Paraíba	0,42	0,45	0,48	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santa Rosa da Serra	0,38	0,40	0,43	0,50	0,00	0,20	0,43	1,00	0,95	0,76	0,54	0,00
São Gonçalo do Abaeté	0,81	0,83	0,85	0,90	0,00	0,36	0,73	1,55	1,78	1,38	0,94	0,00
São Gotardo	0,91	0,98	1,05	1,21	0,00	4,76	10,21	23,51	18,51	14,92	10,67	0,00
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	1,09	1,15	1,22	1,36	0,00	0,43	0,91	2,03	2,14	1,70	1,20	0,00
Três Marias	1,07	1,10	1,13	1,20	0,00	2,87	5,91	12,51	11,91	9,21	6,31	0,00
Varão de Minas	1,11	1,19	1,27	1,46	2,06	2,21	2,36	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 3.9 – Carga bruta– Nitrogênio

Município	Carga não Coletada (Fossa sumidouro)				Carga Remanescente Coletada e Tratada				Carga Coletada e não Tratada			
	N (Kg/dia)				N (Kg/dia)				N (Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	13,24	13,84	14,44	15,71	0,00	19,10	39,85	86,73	83,68	65,60	45,62	0,00
Arapuá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	4,85	10,51	9,28	7,28	5,05	0,00
Biquinhas	10,07	9,04	7,95	5,55	0,00	0,10	0,41	1,73	0,00	0,00	0,00	0,00
Carmo do Paranaíba	174,22	156,89	138,22	96,98	0,00	1,73	7,12	30,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Cedro do Abaeté	5,39	4,75	4,14	2,98	0,00	0,12	0,32	0,93	0,69	0,51	0,33	0,00
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	53,08	42,73	33,82	19,65	0,00	0,78	2,18	6,13	3,28	2,24	1,36	0,00
Lagoa Formosa	2,62	2,42	2,19	1,62	0,00	0,03	0,11	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00
Matutina	2,95	3,04	3,14	3,35	0,00	2,01	4,16	8,85	9,68	7,49	5,15	0,00
Morada Nova de Minas	47,91	44,39	40,21	29,82	0,00	0,49	2,07	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Paineiras	24,30	21,80	19,10	13,26	0,00	0,24	0,98	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Patos de Minas	13,31	12,38	11,30	8,59	0,01	0,19	0,67	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00
Pompéu	50,21	54,08	58,23	67,52	0,00	18,25	39,31	91,15	94,15	76,05	54,59	0,00
Quartel Geral	0,39	0,36	0,32	0,24	0,00	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Paraíba	3,15	3,37	3,60	4,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santa Rosa da Serra	2,84	3,04	3,27	3,77	0,00	1,58	3,39	7,80	7,57	6,08	4,35	0,00
São Gonçalo do Abaeté	6,07	6,25	6,43	6,78	0,00	2,79	5,73	12,10	14,26	11,03	7,55	0,00
São Gotardo	6,85	7,36	7,90	9,09	0,00	37,12	79,64	183,27	148,11	119,37	85,36	0,00
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	8,20	8,67	9,16	10,24	0,00	3,35	7,09	15,84	17,15	13,60	9,59	0,00
Três Marias	8,02	8,27	8,51	9,01	0,00	22,39	46,07	97,54	95,27	73,65	50,52	0,00
Varão de Minas	8,35	8,96	9,58	10,97	16,02	17,20	18,40	21,05	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 3.10 – Carga Brutas Coliformes

Município	Carga não Coletada (Fossa sumidouro)				Carga Remanescente Coletada e Tratada				Carga Coletada e não Tratada			
	Col(NMP/dia)				Col(NMP/dia)				Col(NMP/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	3,10E+11	3,24E+11	3,38E+11	3,68E+11	0,00E+00	9,95E+10	2,08E+11	4,52E+11	1,05E+13	8,20E+12	5,70E+12	1,51E-03
Arapuá	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,21E+10	2,53E+10	5,47E+10	1,16E+12	9,10E+11	6,31E+11	0,00E+00
Biquinhas	2,36E+11	2,12E+11	1,86E+11	1,30E+11	0,00E+00	5,19E+08	2,13E+09	9,02E+09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Carmo do Paranaíba	4,08E+12	3,68E+12	3,24E+12	2,27E+12	0,00E+00	9,00E+09	3,71E+10	1,58E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cedro do Abaeté	1,26E+11	1,11E+11	9,71E+10	6,98E+10	0,00E+00	6,41E+08	1,68E+09	4,84E+09	8,62E+10	6,35E+10	4,16E+10	0,00E+00
Córrego Danta	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Estrela do Indaiá	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Felixlândia	1,24E+12	1,00E+12	7,93E+11	4,61E+11	0,00E+00	4,07E+09	1,14E+10	3,19E+10	4,10E+11	2,80E+11	1,69E+11	0,00E+00
Lagoa Formosa	6,13E+10	5,68E+10	5,13E+10	3,80E+10	0,00E+00	1,39E+08	5,88E+08	2,63E+09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matutina	6,91E+10	7,14E+10	7,36E+10	7,84E+10	0,00E+00	1,05E+10	2,16E+10	4,61E+10	1,21E+12	9,36E+11	6,44E+11	1,81E-04
Morada Nova de Minas	1,12E+12	1,04E+12	9,42E+11	6,99E+11	0,00E+00	2,55E+09	1,08E+10	4,84E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Paineiras	5,70E+11	5,11E+11	4,48E+11	3,11E+11	0,00E+00	1,25E+09	5,13E+09	2,15E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Patos de Minas	3,12E+11	2,90E+11	2,65E+11	2,01E+11	3,86E+07	1,01E+09	3,47E+09	1,40E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pompéu	1,18E+12	1,27E+12	1,36E+12	1,58E+12	0,00E+00	9,51E+10	2,05E+11	4,75E+11	1,18E+13	9,51E+12	6,82E+12	0,00E+00
Quartel Geral	9,16E+09	8,43E+09	7,59E+09	5,56E+09	0,00E+00	2,06E+07	8,69E+07	3,85E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rio Paraíba	7,38E+10	7,89E+10	8,44E+10	9,65E+10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Santa Rosa da Serra	6,66E+10	7,13E+10	7,66E+10	8,83E+10	0,00E+00	8,21E+09	1,76E+10	4,06E+10	9,47E+11	7,60E+11	5,44E+11	0,00E+00
São Gonçalo do Abaeté	1,42E+11	1,47E+11	1,51E+11	1,59E+11	0,00E+00	1,45E+10	2,98E+10	6,30E+10	1,78E+12	1,38E+12	9,44E+11	0,00E+00
São Gotardo	1,61E+11	1,73E+11	1,85E+11	2,13E+11	0,00E+00	1,93E+11	4,15E+11	9,55E+11	1,85E+13	1,49E+13	1,07E+13	0,00E+00
Serra da Saudade	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Tiros	1,92E+11	2,03E+11	2,15E+11	2,40E+11	0,00E+00	1,75E+10	3,69E+10	8,25E+10	2,14E+12	1,70E+12	1,20E+12	0,00E+00
Três Marias	1,88E+11	1,94E+11	1,99E+11	2,11E+11	0,00E+00	1,17E+11	2,40E+11	5,08E+11	1,19E+13	9,21E+12	6,31E+12	0,00E+00
Varjão de Minas	1,96E+11	2,10E+11	2,25E+11	2,57E+11	8,35E+10	8,96E+10	9,58E+10	1,10E+11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Quadro 3.11 – Carga Bruta versus Carga Remanescente - DBO

Município	Cenário Tendencial							
	Carga bruta				Carga remanescente Total			
	DBO(Kg/dia)				DBO(Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	1.241,42	1.297,55	1.353,50	1.472,75	587,19	482,26	365,91	99,68
Arapuá	125,25	131,02	136,38	147,76	62,62	51,10	38,19	8,87
Biquinhas	84,94	87,33	89,78	94,90	16,99	15,34	13,75	10,83
Carmo do Paranaíba	1.470,00	1.515,68	1.561,74	1.658,09	294,00	266,21	239,25	189,18
Cedro do Abaeté	54,77	53,79	52,82	50,94	13,75	11,56	9,51	5,81
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	492,13	447,35	406,65	336,01	111,71	87,86	68,07	38,34
Lagoa Formosa	22,08	23,39	24,75	27,70	4,42	4,11	3,79	3,16
Matutina	155,56	160,54	165,68	176,46	70,31	57,41	43,60	13,12
Morada Nova de Minas	404,23	428,89	454,34	509,85	80,85	75,33	69,60	58,17
Paineiras	205,03	210,63	215,85	226,67	41,01	36,99	33,07	25,86
Patos de Minas	115,75	122,74	130,32	146,89	22,46	21,05	19,63	16,76
Pompéu	1.694,68	1.825,18	1.965,31	2.278,69	720,24	619,99	499,93	190,84
Quartel Geral	3,30	3,47	3,66	4,05	0,66	0,61	0,56	0,46
Rio Paraíba	26,57	28,42	30,39	34,74	5,31	5,68	6,08	6,95
Santa Rosa da Serra	126,24	135,16	145,11	167,24	55,92	47,52	37,75	12,94
São Gonçalo do Abaeté	243,73	251,29	258,20	272,60	106,51	87,35	66,67	21,66
São Gotardo	2.057,29	2.210,72	2.371,34	2.728,43	1.011,30	849,47	656,70	169,97
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	300,73	317,93	336,11	375,65	129,62	109,25	86,14	30,64
Três Marias	1.353,89	1.395,42	1.435,72	1.519,85	656,64	529,96	394,21	97,50
Varjão de Minas	352,08	377,98	404,32	462,63	27,60	29,63	31,70	36,27

Quadro 3.12 - Carga Bruta versus Carga Remanescente - Fósforo

Município	Cenário Tendencial							
	Carga bruta				Carga remanescente Total			
	P(Kg/dia)				P(Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	22,99	24,03	25,06	27,27	12,22	12,49	12,73	13,21
Arapuá	2,32	2,43	2,53	2,74	1,16	1,21	1,25	1,35
Biquinhas	1,57	1,62	1,66	1,76	1,34	1,21	1,11	0,96
Carmo do Paranaíba	27,22	28,07	28,92	30,71	23,14	21,06	19,27	16,76
Cedro do Abaeté	1,01	1,00	0,98	0,94	0,80	0,71	0,63	0,51
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	9,11	8,28	7,53	6,22	7,46	6,05	4,94	3,40
Lagoa Formosa	0,41	0,43	0,46	0,51	0,35	0,33	0,31	0,28
Matutina	2,88	2,97	3,07	3,27	1,60	1,60	1,59	1,58
Morada Nova de Minas	7,49	7,94	8,41	9,44	6,36	5,96	5,61	5,15
Paineiras	3,80	3,90	4,00	4,20	3,23	2,93	2,66	2,29
Patos de Minas	2,14	2,27	2,41	2,72	1,77	1,67	1,59	1,48
Pompéu	31,38	33,80	36,39	42,20	18,44	19,03	19,60	20,66
Quartel Geral	0,06	0,06	0,07	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04
Rio Paraíba	0,49	0,53	0,56	0,64	0,42	0,45	0,48	0,55
Santa Rosa da Serra	2,34	2,50	2,69	3,10	1,32	1,37	1,41	1,50
São Gonçalo do Abaeté	4,51	4,65	4,78	5,05	2,59	2,57	2,53	2,45
São Gotardo	38,10	40,94	43,91	50,53	19,42	20,66	21,93	24,71
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	5,57	5,89	6,22	6,96	3,23	3,28	3,32	3,39
Três Marias	25,07	25,84	26,59	28,15	12,97	13,18	13,35	13,71
Varjão de Minas	6,52	7,00	7,49	8,57	3,16	3,40	3,63	4,16

Quadro 3.13 - Carga Bruta versus Carga Remanescente - Nitrogênio

Município	Cenário Tendencial							
	Carga bruta				Carga remanescente Total			
	N(Kg/dia)				N(Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	183,91	192,23	200,52	218,19	96,92	98,54	99,91	102,44
Arapuá	18,56	19,41	20,20	21,89	9,28	9,61	9,90	10,51
Biquinhas	12,58	12,94	13,30	14,06	10,07	9,14	8,36	7,28
Carmo do Paranaíba	217,78	224,54	231,37	245,64	174,22	158,62	145,34	127,23
Cedro do Abaeté	8,11	7,97	7,83	7,55	6,08	5,39	4,80	3,91
Córrego Danta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estrela do Indaiá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Felixlândia	72,91	66,27	60,24	49,78	56,36	45,75	37,36	25,78
Lagoa Formosa	3,27	3,47	3,67	4,10	2,62	2,45	2,30	2,13
Matutina	23,05	23,78	24,55	26,14	12,63	12,55	12,45	12,20
Morada Nova de Minas	59,89	63,54	67,31	75,53	47,91	44,88	42,28	39,12
Paineiras	30,37	31,20	31,98	33,58	24,30	22,04	20,09	17,39
Patos de Minas	17,15	18,18	19,31	21,76	13,31	12,57	11,97	11,27
Pompéu	251,06	270,40	291,16	337,58	144,36	148,38	152,13	158,66
Quartel Geral	0,49	0,51	0,54	0,60	0,39	0,36	0,34	0,31
Rio Paraíba	3,94	4,21	4,50	5,15	3,15	3,37	3,60	4,12
Santa Rosa da Serra	18,70	20,02	21,50	24,78	10,42	10,70	11,01	11,57
São Gonçalo do Abaeté	36,11	37,23	38,25	40,39	20,33	20,07	19,71	18,88
São Gotardo	304,78	327,51	351,31	404,21	154,96	163,85	172,90	192,36
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	44,55	47,10	49,79	55,65	25,35	25,62	25,83	26,08
Três Marias	200,58	206,73	212,70	225,16	103,30	104,30	105,09	106,55
Varjão de Minas	52,16	56,00	59,90	68,54	24,37	26,16	27,98	32,02

Quadro 3.14 - Carga Bruta versus Carga Remanescente - Coliformes

Município	Cenário Tendencial							
	Carga bruta				Carga remanescente Total			
	Col(NMP/dia)				Col(NMP/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	2,30E+13	2,40E+13	2,51E+13	2,73E+13	1,08E+13	8,62E+12	6,25E+12	8,20E+11
Arapuá	2,32E+12	2,43E+12	2,53E+12	2,74E+12	1,16E+12	9,22E+11	6,57E+11	5,47E+10
Biquinhas	1,57E+12	1,62E+12	1,66E+12	1,76E+12	2,36E+11	2,12E+11	1,88E+11	1,39E+11
Carmo do Paranaíba	2,72E+13	2,81E+13	2,89E+13	3,07E+13	4,08E+12	3,69E+12	3,28E+12	2,43E+12
Cedro do Abaeté	1,01E+12	9,96E+11	9,78E+11	9,43E+11	2,12E+11	1,76E+11	1,40E+11	7,47E+10
Córrego Danta	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Estrela do Indaiá	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Felixlândia	9,11E+12	8,28E+12	7,53E+12	6,22E+12	1,65E+12	1,29E+12	9,73E+11	4,93E+11
Lagoa Formosa	4,09E+11	4,33E+11	4,58E+11	5,13E+11	6,13E+10	5,69E+10	5,19E+10	4,06E+10
Matutina	2,88E+12	2,97E+12	3,07E+12	3,27E+12	1,28E+12	1,02E+12	7,40E+11	1,25E+11
Morada Nova de Minas	7,49E+12	7,94E+12	8,41E+12	9,44E+12	1,12E+12	1,04E+12	9,53E+11	7,47E+11
Paineiras	3,80E+12	3,90E+12	4,00E+12	4,20E+12	5,70E+11	5,12E+11	4,53E+11	3,32E+11
Patos de Minas	2,14E+12	2,27E+12	2,41E+12	2,72E+12	3,12E+11	2,91E+11	2,68E+11	2,15E+11
Pompéu	3,14E+13	3,38E+13	3,64E+13	4,22E+13	1,29E+13	1,09E+13	8,39E+12	2,06E+12
Quartel Geral	6,11E+10	6,43E+10	6,77E+10	7,51E+10	9,16E+09	8,45E+09	7,67E+09	5,94E+09
Rio Paraíba	4,92E+11	5,26E+11	5,63E+11	6,43E+11	7,38E+10	7,89E+10	8,44E+10	9,65E+10
Santa Rosa da Serra	2,34E+12	2,50E+12	2,69E+12	3,10E+12	1,01E+12	8,40E+11	6,38E+11	1,29E+11
São Gonçalo do Abaeté	4,51E+12	4,65E+12	4,78E+12	5,05E+12	1,92E+12	1,54E+12	1,12E+12	2,22E+11
São Gotardo	3,81E+13	4,09E+13	4,39E+13	5,05E+13	1,87E+13	1,53E+13	1,13E+13	1,17E+12
Serra da Saudade	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Tiros	5,57E+12	5,89E+12	6,22E+12	6,96E+12	2,34E+12	1,92E+12	1,45E+12	3,22E+11
Três Marias	2,51E+13	2,58E+13	2,66E+13	2,81E+13	1,21E+13	9,52E+12	6,75E+12	7,19E+11
Varjão de Minas	6,52E+12	7,00E+12	7,49E+12	8,57E+12	2,79E+11	3,00E+11	3,20E+11	3,67E+11

3.2. Carga Pecuária

As estimativas das cargas poluidoras geradas pela população animal utilizaram como base a contagem da população animal (apresentada na **seção 1.3**) e a carga poluente por cabeça e por tipo de animal. As contribuições poluidoras por cabeça e por tipo de animal criado estão apresentadas no **Quadro 3.15**.

Quadro 3.15 - Estimativa dos valores *per capita* das cargas para as variáveis de interesse das cargas poluidoras geradas pelas atividades de pecuária

Rebanho	Fósforo g/cab/d	Nitrogênio g/cab/d	DBO g/cab/d	CT NMP x 10 ⁶
Bovinos e Bubalinos	42,3	178	9,13	5.400
Equinos, Asininos e Muares	3,9	136	84,2	5.700
Suínos	20	236	432	8.900
Ovinos	5	190	108	18.000
Aves	2,5	11	54	240

Fonte: Adaptado de Lassevils e Berrux 2000 apud UNIPAMPA/UFSM/MMA, 2009.

De posse dos coeficientes de carga per capita (por cabeça), foram estimadas as cargas brutas da pecuária por município, apresentadas a seguir nos **Quadros 3.16 a Quadro 3.21**.

Quadro 3.18 - Cargas Bruta para a atividade de pecuária – Caprino e Ovinos

Município	Caprinos e Ovinos															
	DBO (Kg/d)				PT (Kg/d)				CT (Org/d)				NT (Kg/d)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	196,53	332,63	576,62	1798,16	9,10	15,40	26,70	83,25	3,28E+13	5,54E+13	9,61E+13	3,00E+14	345,75	585,19	1014,43	3163,42
Arapuá	3,99	7,15	12,81	41,17	0,18	0,33	0,59	1,91	6,64E+11	1,19E+12	2,13E+12	6,86E+12	7,01	12,57	22,53	72,42
Biquinhas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carmo do Paranaíba	25,84	31,43	41,45	91,62	1,20	1,46	1,92	4,24	4,31E+12	5,24E+12	6,91E+12	1,53E+13	45,47	55,30	72,93	161,19
Cedro do Abaeté	1,62	1,62	1,62	1,62	0,08	0,08	0,08	0,08	2,70E+11	2,70E+11	2,70E+11	2,70E+11	2,85	2,85	2,85	2,85
Córrego Danta	9,94	9,94	9,94	9,94	0,46	0,46	0,46	0,46	1,66E+12	1,66E+12	1,66E+12	1,66E+12	17,48	17,48	17,48	17,48
Estrela do Indaiá	4,86	4,86	4,86	4,86	0,23	0,23	0,23	0,23	8,10E+11	8,10E+11	8,10E+11	8,10E+11	8,55	8,55	8,55	8,55
Felixlândia	23,83	34,16	52,68	145,38	1,10	1,58	2,44	6,73	3,97E+12	5,69E+12	8,78E+12	2,42E+13	41,92	60,09	92,67	255,76
Lagoa Formosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Matutina	6,45	10,70	18,32	56,50	0,30	0,50	0,85	2,62	1,07E+12	1,78E+12	3,05E+12	9,42E+12	11,34	18,82	32,24	99,39
Morada Nova de Minas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Paineiras	0,22	0,22	0,22	0,22	0,01	0,01	0,01	0,01	3,60E+10	3,60E+10	3,60E+10	3,60E+10	0,38	0,38	0,38	0,38
Patos de Minas	141,26	141,26	141,26	141,26	6,54	6,54	6,54	6,54	2,35E+13	2,35E+13	2,35E+13	2,35E+13	248,52	248,52	248,52	248,52
Pompéu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Quartel Geral	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Paranaíba	62,36	78,40	107,15	251,12	2,89	3,63	4,96	11,63	1,04E+13	1,31E+13	1,79E+13	4,19E+13	109,70	137,92	188,51	441,78
Santa Rosa da Serra	10,46	14,47	21,66	57,65	0,48	0,67	1,00	2,67	1,74E+12	2,41E+12	3,61E+12	9,61E+12	18,40	25,45	38,10	101,42
São Gonçalo do Abaeté	0,11	0,11	0,11	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	1,80E+10	1,80E+10	1,80E+10	1,80E+10	0,19	0,19	0,19	0,19
São Gotardo	109,27	180,48	308,14	947,26	5,06	8,36	14,27	43,85	1,82E+13	3,01E+13	5,14E+13	1,58E+14	192,24	317,51	542,10	1666,48
Serra da Saudade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiros	23,95	28,81	37,53	81,15	1,11	1,33	1,74	3,76	3,99E+12	4,80E+12	6,25E+12	1,35E+13	42,14	50,69	66,02	142,77
Três Marias	33,71	53,15	88,01	262,51	1,56	2,46	4,07	12,15	5,62E+12	8,86E+12	1,47E+13	4,38E+13	59,30	93,51	154,83	461,82
Varjão de Minas	10,37	10,37	10,37	10,37	0,48	0,48	0,48	0,48	1,73E+12	1,73E+12	1,73E+12	1,73E+12	18,24	18,24	18,24	18,24

Quadro 3.19 - Cargas Bruta para a atividade de pecuária – Suínos

Município	Suínos															
	DBO (Kg/d)				PT (Kg/d)				CT (Org/d)				NT (Kg/d)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	75,56	93,61	115,98	178,01	1,63	2,02	2,51	3,85	5,19E+10	6,43E+10	7,96E+10	1,22E+11	140,35	173,88	215,42	330,64
Arapuá	10,39	10,39	10,39	10,39	0,22	0,22	0,22	0,22	7,14E+09	7,14E+09	7,14E+09	7,14E+09	19,31	19,31	19,31	19,31
Biquinhas	30,08	37,27	46,17	70,87	0,65	0,81	1,00	1,53	2,07E+10	2,56E+10	3,17E+10	4,87E+10	55,87	69,22	85,76	131,63
Carmo do Paranaíba	331,58	331,58	331,58	331,58	7,16	7,16	7,16	7,16	2,28E+11	2,28E+11	2,28E+11	2,28E+11	615,88	615,88	615,88	615,88
Cedro do Abaeté	4,10	5,08	6,29	9,65	0,09	0,11	0,14	0,21	2,81E+09	3,49E+09	4,32E+09	6,63E+09	7,61	9,43	11,68	17,93
Córrego Danta	54,75	67,83	84,04	128,99	1,18	1,47	1,82	2,79	3,76E+10	4,66E+10	5,77E+10	8,86E+10	101,69	125,99	156,09	239,58
Estrela do Indaiá	18,72	23,19	28,73	44,10	0,40	0,50	0,62	0,95	1,29E+10	1,59E+10	1,97E+10	3,03E+10	34,76	43,07	53,36	81,90
Felixlândia	10,91	10,91	10,91	10,91	0,24	0,24	0,24	0,24	7,49E+09	7,49E+09	7,49E+09	7,49E+09	20,27	20,27	20,27	20,27
Lagoa Formosa	212,78	263,62	326,60	501,30	4,60	5,70	7,06	10,83	1,46E+11	1,81E+11	2,24E+11	3,44E+11	395,22	489,65	606,63	931,12
Matutina	46,45	57,55	71,30	109,44	1,00	1,24	1,54	2,36	3,19E+10	3,95E+10	4,90E+10	7,52E+10	86,28	106,90	132,44	203,27
Morada Nova de Minas	346,23	428,95	531,43	815,70	7,48	9,27	11,48	17,62	2,38E+11	2,95E+11	3,65E+11	5,60E+11	643,09	796,74	987,09	1515,08
Paineiras	22,81	22,81	22,81	22,81	0,49	0,49	0,49	0,49	1,57E+10	1,57E+10	1,57E+10	1,57E+10	42,37	42,37	42,37	42,37
Patos de Minas	2726,18	3377,49	4184,41	6422,66	58,90	72,97	90,40	138,76	1,87E+12	2,32E+12	2,87E+12	4,41E+12	5063,62	6273,38	7772,16	11929,49
Pompéu	39,94	49,48	61,30	94,09	0,86	1,07	1,32	2,03	2,74E+10	3,40E+10	4,21E+10	6,46E+10	74,18	91,91	113,86	174,77
Quartel Geral	11,47	11,47	11,47	11,47	0,25	0,25	0,25	0,25	7,88E+09	7,88E+09	7,88E+09	7,88E+09	21,30	21,30	21,30	21,30
Rio Paranaíba	365,18	452,43	560,52	860,35	7,89	9,77	12,11	18,59	2,51E+11	3,11E+11	3,85E+11	5,91E+11	678,30	840,35	1041,12	1598,02
Santa Rosa da Serra	4,47	4,47	4,47	4,47	0,10	0,10	0,10	0,10	3,07E+09	3,07E+09	3,07E+09	3,07E+09	8,30	8,30	8,30	8,30
São Gonçalo do Abaeté	58,33	72,27	89,53	137,43	1,26	1,56	1,93	2,97	4,01E+10	4,96E+10	6,15E+10	9,44E+10	108,35	134,23	166,30	255,25
São Gotardo	88,01	109,04	135,09	207,35	1,90	2,36	2,92	4,48	6,04E+10	7,49E+10	9,28E+10	1,42E+11	163,48	202,53	250,92	385,14
Serra da Saudade	11,56	11,56	11,56	11,56	0,25	0,25	0,25	0,25	7,94E+09	7,94E+09	7,94E+09	7,94E+09	21,47	21,47	21,47	21,47
Tiros	81,43	100,88	124,98	191,83	1,76	2,18	2,70	4,14	5,59E+10	6,93E+10	8,58E+10	1,32E+11	151,24	187,37	232,14	356,31
Três Marias	1,74	2,15	2,67	4,10	0,04	0,05	0,06	0,09	1,19E+09	1,48E+09	1,83E+09	2,81E+09	3,23	4,00	4,96	7,61
Varjão de Minas	576,24	576,24	576,24	576,24	12,45	12,45	12,45	12,45	3,96E+11	3,96E+11	3,96E+11	3,96E+11	1070,31	1070,31	1070,31	1070,31

3.2.1. Carga Pecúária Remanescente – Rebanho Confinado e não-confinado

Conforme apresentado anteriormente, na **seção 1.3**, o setor agropecuário possui expressivos contingentes populacionais, destacando o crescente número de rebanhos criados em confinamento, conforme apresentado no **Quadro 1.15**.

Estes rebanhos confinados, em sua maioria têm seus efluentes coletados e encaminhados para estações de tratamento, reduzindo de maneira considerável o aporte das cargas que efetivamente atinge os corpos hídricos.

Para fins de estimativa das cargas que efetivamente chegam aos corpos d'água comprometendo sua qualidade para os demais usos na bacia nos cenários futuros preconizados neste plano diretor, foi considerado que as cargas coletadas e tratadas para a população animal em confinamento, encaminhadas a estação de tratamento de esgotos são submedidas a eficiência de um sistema de tratamento conforme a seguir:

- DBO – 97%;
- Fósforo – 98,6%;
- Nitrogênio – 89,8% e;
- Coliformes – 99,9%.

As estimativas das cargas remanescentes para a população animal em confinamento estão apresentadas nos **Quadro 3.22** ao **Quadro 3.27** a seguir.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 100
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 3.23 - Cargas remanescentes para a atividade de pecuária – Equinos, Asininos, Muales

Município	DBO (Kg/d)				PT (Kg/d)				CT (Org/d)				NT (Kg/d)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	186,39	203,51	225,39	296,54	8,63	9,43	10,44	13,74	1,26E+13	1,38E+13	1,53E+13	2,01E+13	301,06	328,71	364,05	478,98
Arapuá	77,24	86,12	98,21	141,16	3,58	3,99	4,55	6,54	5,23E+12	5,83E+12	6,65E+12	9,56E+12	124,76	139,11	158,63	228,00
Biquinhas	58,05	59,61	62,20	73,70	2,69	2,76	2,88	3,41	3,93E+12	4,04E+12	4,21E+12	4,99E+12	93,77	96,28	100,47	119,04
Carmo do Paranaíba	148,48	161,25	177,02	225,24	6,88	7,47	8,20	10,43	1,01E+13	1,09E+13	1,20E+13	1,52E+13	239,83	260,44	285,92	363,81
Cedro do Abaeté	29,95	34,99	43,44	81,46	1,39	1,62	2,01	3,77	2,03E+12	2,37E+12	2,94E+12	5,51E+12	48,38	56,51	70,16	131,57
Córrego Danta	17,17	18,60	21,01	31,88	0,80	0,86	0,97	1,48	1,16E+12	1,26E+12	1,42E+12	2,16E+12	27,73	30,04	33,93	51,49
Estrela do Indaiá	9,46	10,14	11,27	16,29	0,44	0,47	0,52	0,75	6,41E+11	6,86E+11	7,63E+11	1,10E+12	15,29	16,38	18,20	26,31
Felixlândia	48,23	48,23	48,23	48,23	2,23	2,23	2,23	2,23	3,27E+12	3,27E+12	3,27E+12	3,27E+12	77,90	77,90	77,90	77,90
Lagoa Formosa	25,32	28,37	33,44	55,90	1,17	1,31	1,55	2,59	1,71E+12	1,92E+12	2,26E+12	3,78E+12	40,90	45,83	54,01	90,29
Matutina	54,63	71,08	98,60	221,94	2,53	3,29	4,57	10,28	3,70E+12	4,81E+12	6,68E+12	1,50E+13	88,24	114,81	159,26	358,48
Morada Nova de Minas	108,35	112,26	118,80	147,99	5,02	5,20	5,50	6,85	7,33E+12	7,60E+12	8,04E+12	1,00E+13	175,00	181,33	191,89	239,03
Paineiras	96,94	106,18	118,18	158,23	4,49	4,92	5,47	7,33	6,56E+12	7,19E+12	8,00E+12	1,07E+13	156,58	171,51	190,89	255,57
Patos de Minas	120,67	134,83	154,20	223,43	5,59	6,25	7,14	10,35	8,17E+12	9,13E+12	1,04E+13	1,51E+13	194,91	217,78	249,06	360,89
Pompéu	88,50	97,62	109,74	151,61	4,10	4,52	5,08	7,02	5,99E+12	6,61E+12	7,43E+12	1,03E+13	142,94	157,68	177,25	244,88
Quartel Geral	26,96	28,86	32,03	46,27	1,25	1,34	1,48	2,14	1,83E+12	1,95E+12	2,17E+12	3,13E+12	43,55	46,61	51,74	74,73
Rio Paranaíba	12,69	15,01	18,50	32,59	0,59	0,70	0,86	1,51	8,59E+11	1,02E+12	1,25E+12	2,21E+12	20,50	24,24	29,88	52,65
Santa Rosa da Serra	45,13	52,76	63,98	107,68	2,09	2,44	2,96	4,99	3,05E+12	3,57E+12	4,33E+12	7,29E+12	72,89	85,22	103,33	173,93
São Gonçalo do Abaeté	105,43	122,16	146,86	244,62	4,88	5,66	6,80	11,33	7,14E+12	8,27E+12	9,94E+12	1,66E+13	170,28	197,31	237,22	395,12
São Gotardo	230,87	260,91	303,23	461,03	10,69	12,08	14,05	21,35	1,56E+13	1,77E+13	2,05E+13	3,12E+13	372,90	421,42	489,78	744,66
Serra da Saudade	4,70	5,40	6,59	11,97	0,22	0,25	0,31	0,55	3,18E+11	3,66E+11	4,46E+11	8,10E+11	7,59	8,73	10,65	19,33
Tiros	323,70	366,24	426,60	654,50	14,99	16,96	19,76	30,32	2,19E+13	2,48E+13	2,89E+13	4,43E+13	522,85	591,54	689,05	1.057,15
Três Marias	59,76	59,76	59,76	59,76	2,77	2,77	2,77	2,77	4,05E+12	4,05E+12	4,05E+12	4,05E+12	96,53	96,53	96,53	96,53
Varão de Minas	69,53	76,17	87,34	137,76	3,22	3,53	4,05	6,38	4,71E+12	5,16E+12	5,91E+12	9,33E+12	112,30	123,03	141,07	222,51
Total	1.948,17	2.160,07	2.464,63	3.629,79	90,24	100,05	114,16	168,13	1,32E+14	1,46E+14	1,67E+14	2,46E+14	3.146,68	3.488,94	3.980,88	5.862,85

Quadro 3.24 - Cargas remanescentes para a atividade de pecuária – Caprinos e Ovinos.

Município	DBO (Kg/d)				PT (Kg/d)				CT (Org/d)				NT (Kg/d)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	156,43	264,76	458,97	1.431,26	7,24	12,26	21,25	66,26	2,61E+13	4,41E+13	7,65E+13	2,39E+14	275,20	465,79	807,44	2.517,96
Arapuá	3,96	7,11	12,74	40,94	0,18	0,33	0,59	1,90	6,61E+11	1,18E+12	2,12E+12	6,82E+12	6,97	12,50	22,41	72,02
Biquinhas	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	-	-
Carmo do Paranaíba	17,13	20,84	27,48	60,74	0,79	0,96	1,27	2,81	2,86E+12	3,47E+12	4,58E+12	1,01E+13	30,14	36,66	48,35	106,86
Cedro do Abaeté	1,62	1,62	1,62	1,62	0,07	0,07	0,07	0,07	2,69E+11	2,69E+11	2,69E+11	2,69E+11	2,84	2,84	2,84	2,84
Córrego Danta	1,95	1,95	1,95	1,95	0,09	0,09	0,09	0,09	3,25E+11	3,25E+11	3,25E+11	3,25E+11	3,43	3,43	3,43	3,43
Estrela do Indaiá	0,40	0,40	0,40	0,40	0,02	0,02	0,02	0,02	6,69E+10	6,69E+10	6,69E+10	6,69E+10	0,71	0,71	0,71	0,71
Felixlândia	20,37	29,21	45,04	124,30	0,94	1,35	2,09	5,75	3,40E+12	4,87E+12	7,51E+12	2,07E+13	35,84	51,38	79,23	218,67
Lagoa Formosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	-	-
Matutina	6,40	10,62	18,19	56,08	0,30	0,49	0,84	2,60	1,07E+12	1,77E+12	3,03E+12	9,35E+12	11,25	18,68	32,00	98,65
Morada Nova de Minas	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	-	-
Paineiras	0,21	0,21	0,21	0,21	0,01	0,01	0,01	0,01	3,58E+10	3,58E+10	3,58E+10	3,58E+10	0,38	0,38	0,38	0,38
Patos de Minas	35,02	35,02	35,02	35,02	1,62	1,62	1,62	1,62	5,84E+12	5,84E+12	5,84E+12	5,84E+12	61,62	61,62	61,62	61,62
Pompéu	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	-	-
Quartel Geral	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	-	-
Rio Paranaíba	4,55	5,72	7,82	18,34	0,21	0,27	0,36	0,85	7,59E+11	9,54E+11	1,30E+12	3,06E+12	8,01	10,07	13,77	32,26
Santa Rosa da Serra	10,39	14,38	21,52	57,29	0,48	0,67	1,00	2,65	1,73E+12	2,40E+12	3,59E+12	9,55E+12	18,29	25,30	37,87	100,79
São Gonçalo do Abaeté	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66E+10	1,66E+10	1,66E+10	1,66E+10	0,18	0,18	0,18	0,18
São Gotardo	106,37	175,69	299,96	922,12	4,92	8,13	13,89	42,69	1,77E+13	2,93E+13	5,00E+13	1,54E+14	187,13	309,09	527,71	1.622,25
Serra da Saudade	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	-	-
Tiros	23,92	28,77	37,47	81,03	1,11	1,33	1,73	3,75	3,99E+12	4,80E+12	6,25E+12	1,35E+13	42,08	50,61	65,92	142,56
Três Marias	22,66	35,73	59,15	176,45	1,05	1,65	2,74	8,17	3,78E+12	5,95E+12	9,86E+12	2,94E+13	39,86	62,85	104,07	310,42
Varjão de Minas	10,31	10,31	10,31	10,31	0,48	0,48	0,48	0,48	1,72E+12	1,72E+12	1,72E+12	1,72E+12	18,14	18,14	18,14	18,14
Total	421,81	642,44	1.037,97	3.018,17	19,53	29,74	48,05	139,73	7,03E+13	1,07E+14	1,73E+14	5,03E+14	742,07	1.130,22	1.826,05	5.309,75

Quadro 3.26 - Cargas remanescentes para a atividade de pecuária- Aves.

Município	DBO (Kg/d)				PT (Kg/d)				CT (Org/d)				NT (Kg/d)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
Abaeté	112,03	129,41	149,50	199,51	2,42	2,80	3,23	4,31	1,66E+10	1,92E+10	2,21E+10	2,96E+10	77,59	89,63	103,54	138,18
Arapuá	3,34	3,34	3,34	3,34	0,07	0,07	0,07	0,07	4,95E+08	4,95E+08	4,95E+08	4,95E+08	2,31	2,31	2,31	2,31
Biquinhas	33,55	33,55	33,55	33,55	0,72	0,72	0,72	0,72	4,97E+09	4,97E+09	4,97E+09	4,97E+09	23,24	23,24	23,24	23,24
Carmo do Paranaíba	79,86	92,26	106,58	142,23	1,73	1,99	2,30	3,07	1,18E+10	1,37E+10	1,58E+10	2,11E+10	55,31	63,90	73,82	98,51
Cedro do Abaeté	5,70	6,58	7,60	10,15	0,12	0,14	0,16	0,22	8,44E+08	9,75E+08	1,13E+09	1,50E+09	3,95	4,56	5,27	7,03
Córrego Danta	9,56	11,04	12,75	17,02	0,21	0,24	0,28	0,37	1,42E+09	1,64E+09	1,89E+09	2,52E+09	6,62	7,65	8,83	11,79
Estrela do Indaiá	2,01	2,32	2,68	3,58	0,04	0,05	0,06	0,08	2,98E+08	3,44E+08	3,97E+08	5,30E+08	1,39	1,61	1,86	2,48
Felixlândia	41,99	48,50	56,03	74,78	0,91	1,05	1,21	1,62	6,22E+09	7,19E+09	8,30E+09	1,11E+10	29,08	33,59	38,81	51,79
Lagoa Formosa	31,61	36,52	42,18	56,30	0,68	0,79	0,91	1,22	4,68E+09	5,41E+09	6,25E+09	8,34E+09	21,89	25,29	29,22	38,99
Matutina	10,49	10,49	10,49	10,49	0,23	0,23	0,23	0,23	1,55E+09	1,55E+09	1,55E+09	1,55E+09	7,27	7,27	7,27	7,27
Morada Nova de Minas	28,59	33,02	38,15	50,91	0,62	0,71	0,82	1,10	4,23E+09	4,89E+09	5,65E+09	7,54E+09	19,80	22,87	26,42	35,26
Paineiras	33,44	38,64	44,63	59,56	0,72	0,83	0,96	1,29	4,95E+09	5,72E+09	6,61E+09	8,82E+09	23,16	26,76	30,91	41,25
Patos de Minas	145,56	168,15	194,25	259,23	3,14	3,63	4,20	5,60	2,16E+10	2,49E+10	2,88E+10	3,84E+10	100,81	116,46	134,54	179,54
Pompéu	46,97	54,26	62,69	83,66	1,01	1,17	1,35	1,81	6,96E+09	8,04E+09	9,29E+09	1,24E+10	32,53	37,58	43,42	57,94
Quartel Geral	8,75	10,11	11,68	15,59	0,19	0,22	0,25	0,34	1,30E+09	1,50E+09	1,73E+09	2,31E+09	6,06	7,00	8,09	10,80
Rio Paranaíba	6,73	6,73	6,73	6,73	0,15	0,15	0,15	0,15	9,98E+08	9,98E+08	9,98E+08	9,98E+08	4,66	4,66	4,66	4,66
Santa Rosa da Serra	4,07	4,07	4,07	4,07	0,09	0,09	0,09	0,09	6,04E+08	6,04E+08	6,04E+08	6,04E+08	2,82	2,82	2,82	2,82
São Gonçalo do Abaeté	33,86	39,12	45,19	60,31	0,73	0,85	0,98	1,30	5,02E+09	5,80E+09	6,70E+09	8,93E+09	23,45	27,09	31,30	41,77
São Gotardo	49,81	49,81	49,81	49,81	1,08	1,08	1,08	1,08	7,38E+09	7,38E+09	7,38E+09	7,38E+09	34,50	34,50	34,50	34,50
Serra da Saudade	0,67	0,67	0,67	0,67	0,01	0,01	0,01	0,01	9,88E+07	9,88E+07	9,88E+07	9,88E+07	0,46	0,46	0,46	0,46
Tiros	11,36	11,36	11,36	11,36	0,25	0,25	0,25	0,25	1,68E+09	1,68E+09	1,68E+09	1,68E+09	7,87	7,87	7,87	7,87
Três Marias	31,23	36,07	41,67	55,62	0,67	0,78	0,90	1,20	4,63E+09	5,34E+09	6,17E+09	8,24E+09	21,63	24,99	28,86	38,52
Varjão de Minas	19,74	22,80	26,34	35,15	0,43	0,49	0,57	0,76	2,92E+09	3,38E+09	3,90E+09	5,21E+09	13,67	15,79	18,24	24,34
Total	750,91	848,84	961,96	1.243,61	16,22	18,34	20,78	26,87	1,11E+11	1,26E+11	1,43E+11	1,84E+11	520,08	587,90	666,25	861,32

3.3. Cargas Industriais

Os valores de concentração de DBO dos efluentes industriais variam de acordo com a tipologia da indústria. A faixa de variação da concentração de DBO para as tipologias de indústrias presentes na bacia SF4 são apresentados em Von Sperling (2011). No entanto os valores adotados de concentração de DBO para as tipologias de indústrias foram definidos a partir dos dados contidos na Declaração de Carga Poluidora da FEAM de algumas indústrias presentes na bacia SF4. A vazão de efluente de cada indústria foi estimada em função dos valores de demandas apresentadas no capítulo 17, utilizando um coeficiente de retorno de 20%.

A carga poluidora bruta de DBO de cada indústria foi estimada multiplicando a vazão pela concentração do efluente. Relações entre as cargas dos demais parâmetros e carga de DBO foram obtidas utilizando os próprios dados da FEAM ou através de referências sobre características de efluentes de alguma tipologia industrial (e.g. Silva, 2011; FURNABE, 2009).

A seguir apresenta-se no **Quadro 3.28** as cargas de DBO, brutas e remanescentes, geradas pela atividade industrial na bacia do SF04, agrupadas por município.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	107

Quadro 3.28 - Cargas brutas e remanescentes de DBO, referente a poluição industrial, gerada na bacia do SF4 no cenário tendencial.

Municípios	Carga Bruta DBO (Kg/dia)				Carga Remanescente DBO (Kg/dia)			
	2015	2020	2025	2035	2015	2020	2025	2035
ABAETÉ	25,84	27,01	28,86	33,04	10,33	10,81	11,55	13,22
ARAPUÁ	5,66	5,91	6,32	7,18	2,27	2,36	2,53	2,87
CARMO DO PARANAÍBA	20,41	21,05	22,24	24,81	8,16	8,42	8,9	9,92
FELIXLÂNDIA	45,09	42,03	39,18	34,07	18,04	16,81	15,68	13,64
MATUTINA	1,88	1,93	2,04	2,29	0,75	0,77	0,82	0,91
MORADA NOVA DE MINAS	25,63	27,2	29,53	34,81	10,25	10,88	11,81	13,92
Paineiras	136,96	140,7	147,81	163,12	54,79	56,28	59,12	65,25
Patos de Minas	15,75	16,7	18,17	21,52	6,3	6,68	7,27	8,61
POMPÉU	13,45	14,48	15,98	19,47	5,37	5,8	6,4	7,78
SÃO GONÇALO DO ABAETÉ	30,72	31,7	33,39	37,03	12,31	12,66	13,35	14,81
SÃO GOTARDO	288,46	309,98	340,81	411,87	115,37	124	136,31	164,76
Três Marias	68,64	70,74	74,63	83,03	27,47	28,3	29,85	33,19
Total Geral	678,49	709,43	758,96	872,24	271,41	283,77	303,59	348,88

4. BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO

4.1. MODELAGEM DOS BALANÇOS HÍDRICOS EM QUANTIDADE E EM QUALIDADE

Para a realização do balanço hídrico quali-quantitativo na UPGRH SF4 foi utilizado um modelo matemático hidrológico, denominado Sistema Georeferenciado de Apoio à Decisão (SGAD), que confronta disponibilidades e demandas por trecho fluvial, e a consequente qualidade de água, como parte de um Sistema de Apoio à Decisão – SAD.

O SGAG inclui em suas rotinas algoritmos matemáticos de simulação dos regimes hídricos em termos quantitativos e qualitativos que observam o princípio de conservação de massa². Todas as ferramentas de análise são programadas utilizando a linguagem Visual Basic for Applications (VBA) dentro de um Sistema de Informações Geográficas - SIG de livre acesso³, denominado MapWindow. Os componentes de programação são os pilares do software MapWindow, de maneira a otimizar e automatizar trabalhos e tarefas organizacionais de modo personalizado (FRAGOSO *et al*, 2008).

É baseado no modelo denominado IPH-SISDEC (PESSOA, 2010) que utilizou como entrada as vazões de referências espacialmente distribuídas geradas pelo modelo IPH-MGB, modelo de grandes bacias (COLLISCHONN, 2002), ambos desenvolvidos no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O principal avanço do SGAG em relação ao IPH-SISDEC é o seu módulo qualitativo construído dentro de um ambiente de processamento georreferenciado, que permite a utilização de Bancos de Dados Georreferenciados e as ferramentas de geoprocessamento disponíveis.

A primeira etapa para utilização do modelo consiste na discretização do domínio, qual seja, das sub-bacias e respectiva rede de drenagem fluvial por microbacias⁴. Em cada trecho fluvial, para o qual são drenadas as águas de uma sub-bacia, são caracterizadas as informações fisiográficas e a conectividade dos trechos, as quais são fundamentais para a modelagem. Dentre as informações podem ser citadas:

² Algoritmos mais sofisticados, ditos hidrodinâmicos, observam igualmente a conservação de energia e permitem a avaliação do regime hidrológico em intervalos curtos de tempo, como horário; para planejamento de recursos hídricos em um Plano de Bacia Hidrográfica, intervalos maiores, como o mensal ou semanal, podem ser adotados, e simulados usando-se simplesmente a conservação de massa. Isto resulta na simplificação dos modelos e, mais importante, da necessidade de dados para as suas calibrações.

³ Um SIG de livre acesso significa que não será necessário o pagamento de taxas para a sua utilização.

⁴ A microbacia (em inglês catchment) é uma unidade de análise hidrológica usada para subdividir as sub-bacias em unidades menores, com a finalidade de explorar melhor a heterogeneidade de entradas (demandas e disponibilidades) e saídas do modelo (comprometimentos hídricos, concentrações de poluentes, etc).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	109

- a) Comprimento do trecho de rio;
- b) Área acumulada a montante do trecho;
- c) Área de contribuição ao trecho;
- d) Código do trecho;
- e) Código do trecho imediatamente a jusante.

A próxima etapa consiste em definir as vazões em cada trecho de rio que são características de um período que se deseja simular. Neste caso, foram consideradas três vazões de referência como sendo representativas do período de estiagem⁵. Equações de regionalização foram estabelecidas para as vazões de referência e, desta maneira, foi calculado para cada trecho de rio a disponibilidade hídrica utilizando a área de drenagem a montante do trecho como variável de entrada. A área de drenagem máxima de cada trecho de rio foi arbitrada como 50 km², de modo a mais bem detalhar espacialmente a dinâmica hidrológica da UPGRH SF4. Este fez com que fossem calculados 1.884 trechos de rios no modelo.

4.1.1. Descrição do Módulo quantitativo

Este módulo tem por base a **Equação 4.1** de continuidade hídrica, ou de conservação de massa, que pode ser escrita como:

$$Q_i = Q_{b_i} + \sum_{j=1}^J Q_j - \sum_{k=1}^K C_k + \sum_{k=1}^K R_k$$

Equação 4.1

onde Q_i é a vazão defluente da seção fluvial i , que concentra as vazões das bacia hidrográfica à montante, Q_{b_i} é a vazão gerada na sub-bacia que drena para a seção fluvial i , Q_j , $j=1, \dots, J$ são as vazões que drenam para as seções fluviais imediatamente a montante da seção fluvial i , C_k , $k=1, \dots, K$ são as captações de água na sub-bacia que drena para a seção fluvial i , R_k , $k=1, \dots, K$ são os retornos de água originados pelos usuários que captam água na mesma sub-bacia.

Para sintetizar os resultados do balanço hídrico quantitativo foi utilizado o índice de comprometimento hídrico (ICH), que representa a razão entre soma das demandas consuntivas

⁵ Vazão de estiagem em 7 dias sucessivos com 10 anos de recorrência (Q7,10), vazão com 95% de permanência (Q95%) e vazão com 90% de permanência (Q90%).

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 110
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

de montante até determinado trecho de rio e a disponibilidade hídrica neste trecho. Foram utilizadas 6 faixas de classificação deste índice:

- Comprometimento muito baixo: ICH variando de 0,00 a 0,01 (0% a 1%);
- Comprometimento baixo: ICH variando de 0,01 a 0,25 (1% a 25%);
- Comprometimento médio: ICH variando de 0,25 a 0,50 (25% a 50%);
- Comprometimento de alerta: ICH variando de 0,50 a 0,75 (50% a 75%);
- Comprometimento crítico: ICH variando de 0,75 a 1,00 (75% a 100%);
- Colapso: ICH acima de 1 ou 100%: o somatório das demandas consuntivas superou a disponibilidade naquele trecho.

Uma avaliação pontual das disponibilidades hídricas, demandas e dos parâmetros de qualidade da água também foi realizada utilizando os pontos de controle apresentados na **Figura 4.1**.

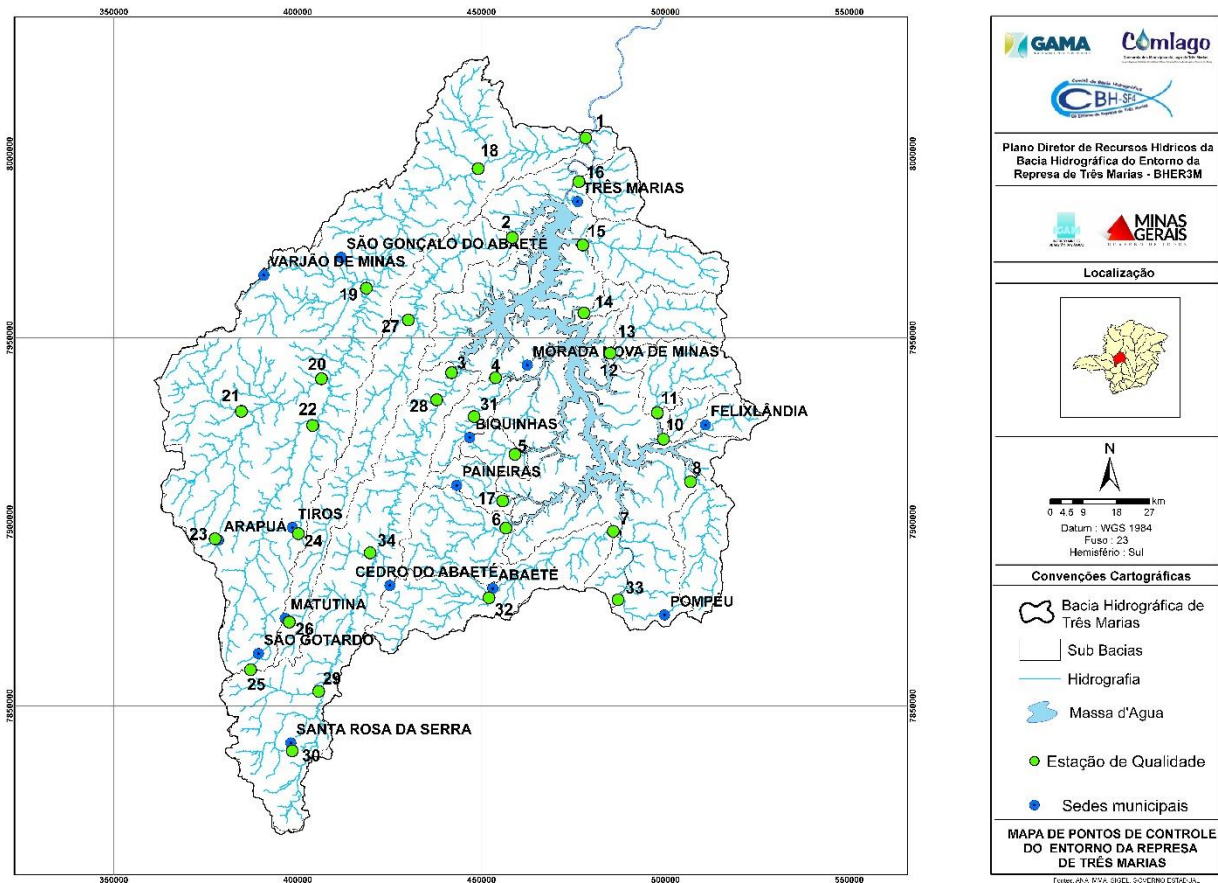


Figura 4.1 – Pontos de controle para avaliação da qualidade da água.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 111
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Uma descrição sobre cada ponto de controle e suas respectivas coordenadas podem ser observadas no **Quadro 4.1**.

Quadro 4.1 – Descrição e coordenadas dos pontos de controle utilizados.

Ponto de Controle		Coord. UTM-X	Coord. UTM-Y
Nº	Descrição		
1	Foz do rio Abaeté	477772	8003680
2	Foz do rio Borrachudo	458811	7977146
3	Foz do rio Indaiá	445000	7941430
4	Foz do ribeirão Sucuriú	457034	7939472
5	Foz do ribeirão da Extrema	461876	7918489
6	Foz do ribeirão São Vicente	458944	7899166
7	Foz do ribeirão Marmelada	487390	7897010
8	Foz do ribeirão Cana-brava	508435	7912317
9	Foz do riacho do Bagre	509638	7924231
10	Foz do riacho Fundo	500433	7922849
11	Foz do ribeirão do Peixe	498651	7930709
12	Foz do córrego Riachão	486123	7943083
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	485403	7945164
14	Foz do córrego do Barrão	478404	7957373
15	Foz do ribeirão do Boi	477668	7976015
16	Foz do córrego do Espírito Santo	480185	7996118
17	Foz do córrego Forquilha	457891	7905683
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	451073	7997476
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	422263	7965020
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	409012	7939163
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	390430	7931253
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	405683	7927349
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	377741	7896317
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	400927	7899516
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	389913	7864876
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	398359	7874557
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	431821	7958346
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	440294	7934863
29	Rio Indaiá - Curso Alto	408299	7857429
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	399719	7841605
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	449994	7930328
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	454878	7881957
33	Jusante de Pompéu	488097	7880041
34	Rio Indaiá - Curso Médio	421990	7892648

4.1.2. Descrição do Módulo Qualitativo

O balanço hídrico qualitativo simula as condições de qualidade de água na rede de drenagem da bacia. Isto é importante para se avaliar como são atendidas as demandas hídricas em termos de qualidade. Da mesma forma que o balanço hídrico quantitativo, este balanço considera a rede de drenagem, as vazões nas diferentes seções fluviais, e as demandas consuntivas hídricas que nelas são supridas, na cena considerada. Além do balanço hídrico quantitativo, devem também ser consideradas as cargas de poluentes lançadas na rede de drenagem, seus processos de transporte, diluição e depuração, e a resultante concentração final dos poluentes, dada pelo quociente entre as cargas de poluentes e as vazões fluviais.

De forma simplificada, na ausência de medições específicas, são adotados coeficientes técnicos que vinculam as cargas de diferentes poluentes lançados às demandas hídricas estimadas na cena atual, considerada como o ano 2015. As abordagens adotadas para estimativa destes coeficientes técnicos serão apresentadas neste Capítulo.

O módulo de qualidade da água leva em consideração a estrutura conceitual apresentada na **Figura 4.2**. No total são 9 variáveis de qualidade da água simuladas pelo modelo:

1. Oxigênio Dissolvido (OD);
2. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);
3. Nitrogênio Orgânico;
4. Nitrogênio Amoniacal (NH₃);
5. Nitrito (NO₂);
6. Nitrato (NO₃);
7. Fósforo Orgânico;
8. Ortofosfato (PO₄); e
9. Coliformes Termotolerantes.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 113
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

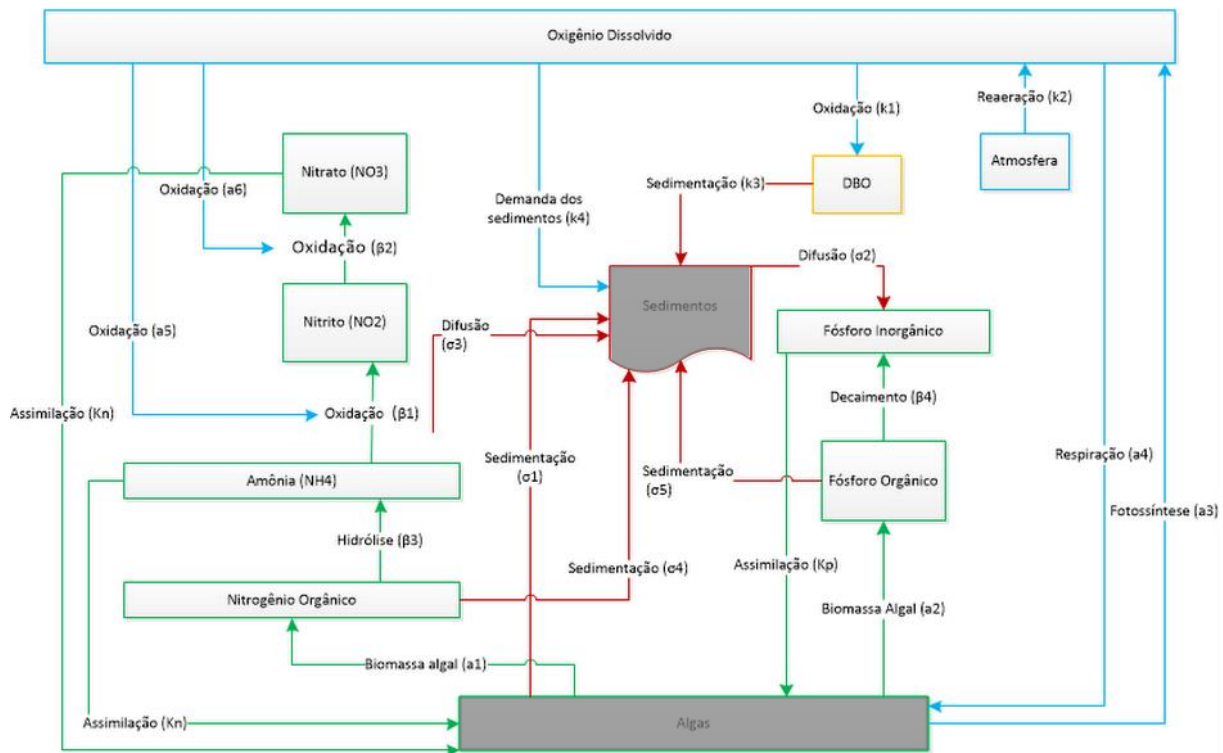


Figura 4.2 – Estrutura do módulo de qualidade da água

Nota: fluxos de oxigênio (azul), nutrientes (verde) e sedimentos (vermelho). A comunidade de algas e sedimentos (caixas cinzas escuras) não foram modelados explicitamente, apenas os processos que estão associadas a estas variáveis.

Estes parâmetros são os mais significativos para a UPGRH SF4 dentre os que são selecionados por compor o Índice de Qualidade de Água (IQA), desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) dos EUA, que padroniza a diretriz nacional de avaliação periódica dos recursos hídricos (ANA, 2011). Esta seleção também levou em consideração os dados de monitoramento da qualidade da água disponíveis, com o intuito de calibrar os parâmetros do modelo.

A seguir é apresentado um detalhamento da formulação matemática utilizada nas variáveis de qualidade da água que foram simuladas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	114

a) Nitrogênio

Em ambiente aquático aeróbio, existe um processo de transformação de nitrogênio orgânico para amônia, nitrito e por fim nitrato. Nitrato se configura como indicador de poluição antiga, principalmente, originada de esgotos que passaram pelo processo de nitrificação, muitas vezes induzido em uma Estação de Tratamento (Von Sperling, 2007). As equações diferenciais para avaliação das formas de nitrogênio são as seguintes:

$$\frac{\partial N_{org}}{\partial t} = -\beta_{N,1}N_{org} \quad \text{Equação 4.2}$$

$$\frac{\partial NH_{4ch}^+}{\partial t} = +\beta_{N,1}N_{org} - \beta_{N,2}NH_{4ch}^+ - \beta_{N,3}NH_{4ch}^+ \quad \text{Equação 4.3}$$

$$\frac{\partial NO_{2ch}^-}{\partial t} = +\beta_{N,2}NH_{4ch}^+ - \beta_{N,4}NO_{2ch}^- \quad \text{Equação 4.4}$$

$$\frac{\partial NO_{3ch}^-}{\partial t} = +\beta_{N,4}NO_{2ch}^- - \beta_{N,5}NO_{3ch}^- - \beta_{N,5}NO_{3ch}^- \quad \text{Equação 4.5}$$

$$\frac{\partial NT}{\partial t} = N_{org} + NH_{4ch}^+ + NO_{2ch}^- + NO_{3ch}^- \quad \text{Equação 4.6}$$

onde N_{org} , NH_{4ch}^+ , NO_{2ch}^- , NO_{3ch}^- e NT é a concentração de nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e nitrogênio total em mg/L; $\beta_{N,1}$ é a taxa de amonificação de N_{org} para NH_{4ch}^+ em dia⁻¹; $\beta_{N,2}$ é a taxa de nitrificação de NH_{4ch}^+ para NO_{2ch}^- em dia⁻¹; $\beta_{N,4}$ é a taxa de nitrificação de NO_{2ch}^- para NO_{3ch}^- em dia⁻¹; $\beta_{N,3}$ e $\beta_{N,5}$ são as taxas de assimilação por algas e desnitrificação, respectivamente, em dia⁻¹.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 115
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Fósforo

Apesar do fósforo não ser diretamente tóxico em sistemas hídricos, ele é geralmente o nutriente limitante para o crescimento aquático e em altas concentrações pode levar ao crescimento excessivo de algas ou outras plantas podendo contribuir para a eutrofização do corpo hídrico. A quantidade de fósforo orgânico no fluxo do rio pode aumentar pela mortalidade de biomassa algal e pode decair devido à transformação de fósforo orgânico para solúvel inorgânico ou sedimentação de fósforo orgânico com sedimento. A mudança da concentração do fósforo orgânico é calculada como:

$$\frac{\partial P_{ch,org}}{\partial t} = -\beta_{P,1}P_{ch,org} \quad \text{Equação 4.7}$$

onde $P_{ch,org}$ é a concentração de fósforo orgânico dissolvido em mg/L; $\beta_{P,1}$ é a taxa de mineralização de fósforo orgânico em dia⁻¹.

A quantidade de fósforo inorgânico solúvel no fluxo pode ser aumentada pela mineralização de fósforo orgânico. A concentração de fósforo solúvel pode decrescer pela assimilação de fósforo inorgânico pelas algas e imobilização pela matéria inorgânica (ligação iônica). A mudança da concentração de fósforo solúvel é dada por:

$$\frac{\partial P_{ch,inorg}}{\partial t} = \beta_{P,1}P_{ch,org} - \beta_{P,2}P_{ch,inorg} \quad \text{Equação 4.8}$$

onde $P_{ch,inorg}$ é a concentração de fósforo inorgânico solúvel em mg/L; $\beta_{P,2}$ é a taxa de processos de perda de fósforo inorgânico por imobilização, sedimentação e assimilação por algas em dia⁻¹. A concentração de fósforo total foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\frac{\partial PT}{\partial t} = P_{ch,org} + P_{ch,inorg} \quad \text{Equação 4.9}$$

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 116
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

b) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO representa a quantidade de oxigênio demandada para a decomposição do material orgânico, sendo incrementada no fluxo pelo aporte de cargas difusas provenientes de escoamento superficial na bacia ou através de lançamentos pontuais. No rio, dois processos são modelados que impactam nos níveis de DBO, ambos dos quais servem para reduzir esse parâmetro no decorrer do fluxo: a taxa de degradação da matéria orgânica (k_1), em dia^{-1} , e a perda por sedimentação (k_3), em dia^{-1} . A variação da concentração de DBO no tempo é calculada por:

$$\frac{d(DBO_{ch})}{dt} = -k_1 DBO_{ch} - k_3 DBO_{ch} \quad \text{Equação 4.10}$$

c) Oxigênio Dissolvido (OD)

Um nível adequado de oxigênio dissolvido é requisito para um ecossistema aquático saudável. O modelo considera que a concentração de OD no fluxo varia em função da reaeração atmosférica, fotossíntese, respiração das plantas e animais, DBO, nitrificação e temperatura. A variação da concentração de OD é dada por:

$$\frac{dOD_{ch}}{dt} = k_2(OD_{sat} - OD_{ch}) - k_1 DBO_{ch} - a_5 \beta_{N,1} NH_{4ch}^+ - a_6 \beta_{N,1} NO_{2ch}^- \quad \text{Equação 4.11}$$

onde k_2 é a taxa de reaeração em dia^{-1} ; a_5 é a taxa de oxidação do NH_4^+ em $\text{mgO}/\text{mg } NH_4^+$; a_6 é a taxa de oxidação do NO_2^- em $\text{mgO}/\text{mg } NO_3^-$; OD_{sat} é a concentração de oxigênio dissolvido na saturação em mg/L .

d) Coliformes Termotolerantes

Um dos mais importantes aspectos de poluição das águas é aquele associado às doenças de veiculação hídrica por micro-organismos patogênicos, tal como coliformes termotolerantes. Sabe-se que a maioria destes agentes transmissores existem no trato intestinal humano e animal, onde crescem e reproduzem em condições ótimas. Uma vez submetidos às adversas condições

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 117
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

prevalentes nos corpos d'água, eles tendem a decrescer em número, caracterizando assim um decaimento (von Sperling, 2007).

A taxa de mortalidade bacteriana é geralmente estimada pela lei de Chick, segundo a qual a taxa de remoção é diretamente proporcional à concentração de bactérias (reação de primeira ordem):

$$\frac{dCT}{dt} = -K_m CT \quad \text{Equação 4.12}$$

onde CT é a concentração de Coliformes Termotolerantes em Número Máximo Provável (NMP) por 100 mL e K_m é a taxa de mortalidade em dia^{-1} .

Os resultados do modelo de qualidade foram sintetizados por um sistema de cores que foi atribuído aos trechos de rio, em que cada uma representa a classe de qualidade de águas doces da Resolução CONAMA 357/05. Neste sentido, sempre que houver a violação de uma classe, em termos da concentração de qualquer parâmetro de qualidade, o trecho será colorido com a cor correspondente à classe imediatamente superior, ou seja, onde as exigências de qualidade são menos restritivas.

Estimativa dos parâmetros de qualidade de água

Os valores dos parâmetros de reação dos poluentes simulados foram obtidos na bibliografia especializada e também por ajustes considerando os dados de monitoramento. Os valores do decaimento para alguns poluentes foram estimados trecho a trecho considerando as características físicas do local, como a velocidade, profundidade e largura do trecho.

O valor do parâmetro k_1 foi estimado para cada trecho através de uma relação com a profundidade apresentada por CHAPRA (1997):

$$k_1 = 0,3 \left(\frac{H}{2,4} \right)^{-0,434} \quad \text{Equação 4.13}$$

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 118
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

A taxa de sedimentação k_3 por trecho, foi calculada em função da velocidade de sedimentação da matéria orgânica, $v_{s,mo}$, e da profundidade, H , através da seguinte relação:

$$k_3 = \left(\frac{v_{s,mo}}{H} \right) \quad \text{Equação 4.14}$$

A **Figura 4.3** apresenta a variação dos valores nos trechos da rede de drenagem da soma do coeficiente de decaimento da matéria orgânica (k_1) com o coeficiente de sedimentação da matéria orgânica (k_3), considerando a vazão $Q_{90\%}$ como a vazão de referência. Para as vazões $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ o coeficiente de decaimento da matéria orgânica (k_1) aumenta levemente em relação a vazão $Q_{90\%}$, uma vez que a profundidade diminui com a redução das vazões.

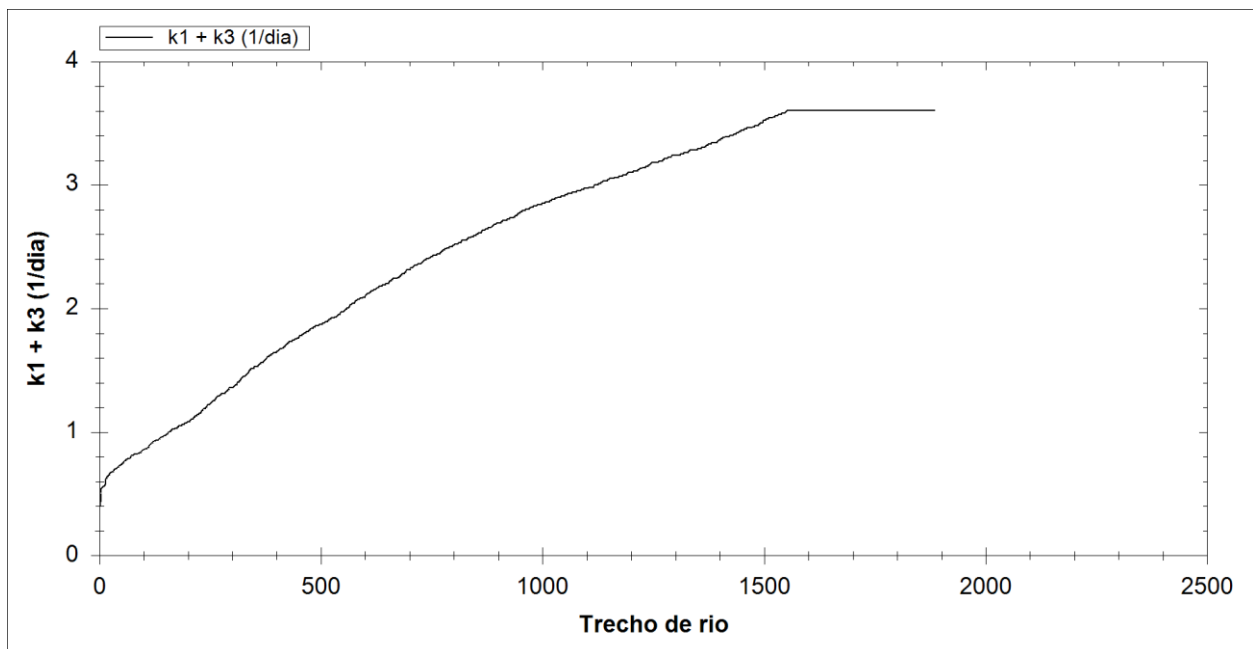


Figura 4.3 – Estimativa do decaimento e sedimentação da matéria orgânica (k_1+k_3) em todos os trechos de rio da rede de drenagem da bacia SF4, considerando a $Q_{90\%}$ como vazão de referência.

Os valores da taxa de reaeração, k_2 , foram estimados para cada trecho de rio utilizando a relação apresentada por LARENTIS (2004), que relaciona a reaeração com a declividade do canal, de acordo com a equação:

$$k_2 = 100 \cdot \text{declividade} \left(\frac{m}{m} \right) \quad \text{Equação 4.15}$$

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 119
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

A **Figura 4.4** apresenta os valores estimados da taxa de reaeração para todos os trechos de rio da UPGRH SF4.

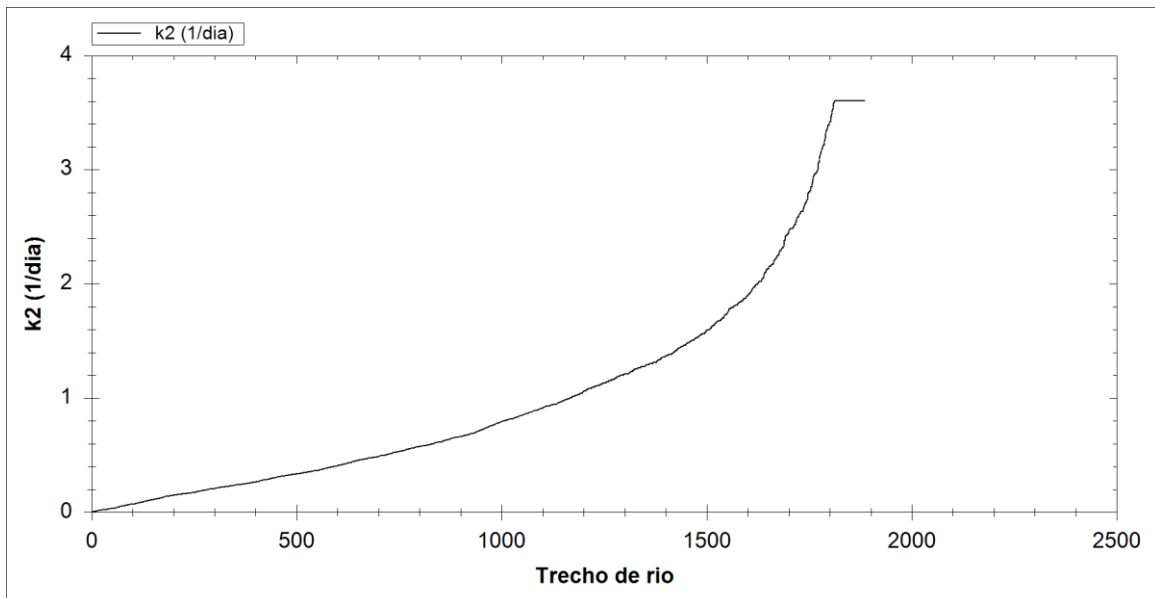


Figura 4.4 – Estimativa do coeficiente de reaeração, k_2 , em todos os trechos de rio da rede de drenagem da bacia SF4.

As taxas de transformação da concentração de coliformes fecais em rios consideradas no modelo são as taxas de mortalidade e de sedimentação. A mortalidade está relacionada a diversos fatores, como a temperatura, radiação solar na superfície da água, concentração de sólidos suspensos e profundidade, os quais segundo CHAPRA (1998) podem ser relacionados da seguinte forma:

$$k_m = k_{dx} + \frac{I/24}{k_e H} (1 - e^{-k_e H}) \quad \text{Equação 4.16}$$

onde k_{dx} representa a taxa de mortalidade em função da temperatura, considerado igual a 0.8 d⁻¹, I é referente à radiação solar e k_e é um coeficiente de extinção da luz, que é função da quantidade de material particulado na água, dado por:

$$k_e = k_e' \cdot CSS \quad \text{Equação 4.17}$$

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 120
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

onde k'_e é o coeficiente de extinção de referência, considerado igual a 0,55, segundo CHAPRA (1997), e CSS é a concentração de sólidos suspensos na água. Dessa forma, a equação fica dependendo apenas da taxa de radiação e da profundidade. A radiação média diária da região foi obtida junto ao INMET.

A taxa de sedimentação dos coliformes foi estimada relacionando a velocidade de sedimentação dos mesmos com a velocidade do fluxo hídrico, estabelecendo-se um coeficiente de sedimentação (k_{scol}) da mesma forma aplicado no caso da sedimentação da matéria orgânica. Os valores finais da taxa de mortalidade de coliformes termotolerantes para todos os trechos de rio, para a vazão de referência $Q_{90\%}$, estão apresentados na **Figura 4.5**. Para as vazões $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ o coeficiente de mortalidade aumenta levemente em relação a vazão $Q_{90\%}$, uma vez que a profundidade diminui com a redução das vazões.

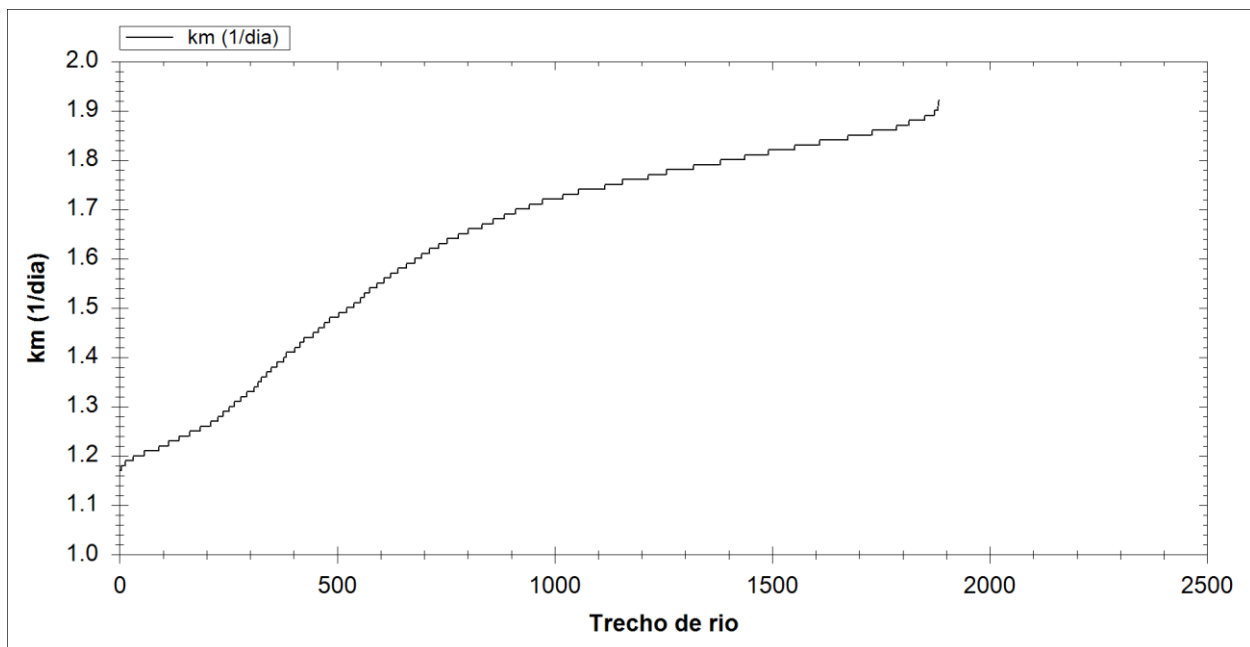


Figura 4.5 – Estimativa da taxa de mortalidade de coliformes, k_m , em todos os trechos de rio da rede de drenagem da bacia SF4, considerando a $Q_{90\%}$ como vazão de referência.

Foi adotado um valor constante em todos os trechos de rio para as taxas de perdas do fósforo inorgânico, baseado em CHAPRA (1997), e posteriormente ajustado na calibração, sendo igual a $0,40 \text{ dia}^{-1}$. A taxa de mineralização de fósforo orgânico para inorgânico foi considerada constante igual a $0,65 \text{ dia}^{-1}$. Para as reações de transformação do nitrogênio na água, CHAPRA (1997) apresenta valores de k_{oa} , k_{ai} e k_{in} , iguais a 0,5, 0,25 e $0,65 \text{ dia}^{-1}$, para a taxa de amonificação, nitrificação de nitrogênio amoniacal para nitrito e nitrificação de nitrito para nitrato, respectivamente. A taxa de perdas ortofosfato por assimilação por algas e de nitrato por desnitrificação e assimilação por algas foi ajustado durante o processo de calibração, sendo igual a $0,65 \text{ dia}^{-1}$.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 121
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

4.1.3. Balanço Hídrico Quantitativo na cena atual

Para a realização dos balanços foi adotada a disponibilidade hídrica em trechos de rios sem regularização, correspondendo à vazão de estiagem (vazão com 90% de permanência, vazão com 95% de permanência e a vazão mínima com sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos).

As demandas consuntivas por setor usuário de água - abastecimento urbano, abastecimento rural, pecuária, irrigação, industrial e mineração - foram atribuídas considerando sua posição na rede de drenagem. As estimativas das demandas consuntivas de abastecimento urbano, abastecimento rural e pecuária por município ou fração de município dentro da bacia (ver Capítulo 16) foram distribuídas no espaço nos setores censitários definidos pelo IBGE. Uma ponderação entre a área do setor censitário e a área do município (ou fração de município dentro da bacia quando o município não está totalmente inserido na bacia) foi utilizada para estimar a demanda urbana, rural e pecuária em cada setor censitário. No caso das demandas industriais e de mineração, foram utilizadas as coordenadas obtidas nas outorgas de uso para georeferenciar a posição de cada demanda consuntiva industrial e de mineração na bacia. Já as demandas consuntivas devido à irrigação foram espacialmente atribuídas por microbacia (área associada a um trecho de rio do modelo), sendo ponderado pela área de cada perímetro irrigado. As áreas de cada perímetro irrigado foram digitalizadas e delimitadas com o uso de imagens satélites.

Dados de entrada e cenários de simulação

Para a simulação balanço quantitativo foi necessário definir as vazões em cada trecho de rio que são características de um período que se deseja simular. Neste caso, foram admitidas três vazões de referência como sendo representativas do período de estiagem⁶. Com a definição de equações de regionalização as para as vazões de referência, a disponibilidade hídrica foi calculada para cada trecho de rio em função da área de drenagem a montante do trecho. A área de drenagem máxima de cada trecho de rio foi considerada como sendo 50 km², totalizando 1884 trechos de rios para a bacia. Além da disponibilidade hídrica por trecho, o SGAG também foi alimentado com as informações sobre demandas consuntivas hídricas. Estas demandas consuntivas por setor usuário de água - abastecimento urbano, abastecimento rural, pecuária, irrigação, industrial e

⁶ Foram adotadas as vazões de estiagem em 7 dias sucessivos com 10 anos de recorrência (Q7,10), a vazão com 95% de permanência (Q95%) e a vazão com 90% de permanência.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	122

mineração - foram atribuídas considerando sua posição na rede de drenagem. As demandas consuntivas por abastecimento urbano, abastecimento rural e pecuária foram distribuídas no espaço de acordo com o levantamento censitário. As demandas consuntivas por irrigação foram admitidas distribuídas na bacia considerando os diferentes valores de demanda consuntivas por núcleo de irrigação.

Foram admitidos dois cenários de simulação para o balanço quantitativo por trecho na bacia SF4:

- Confronto entre todas as demandas consuntivas, excluindo irrigação, e as três vazões de referência;
- Confronto entre todas as demandas consuntivas e as três vazões de referência;

Para avaliar o impacto das demandas consuntivas na disponibilidade, foi utilizado o Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), definido como a razão entre soma das demandas consuntivas e a disponibilidade hídrica em um determinado trecho de rio. Foram utilizadas 6 faixas de classificação deste índice, a saber:

- Comprometimento muito baixo: ICH variando de 0,00 a 0,01;
- Comprometimento baixo: ICH variando de 0,01 a 0,25;
- Comprometimento médio: ICH variando de 0,25 a 0,50;
- Comprometimento elevado: ICH variando de 0,50 a 0,75;
- Comprometimento muito elevado: ICH variando de 0,75 a 1,00;
- Comprometimento crítico: ICH acima de 1 (o somatório das demandas consuntivas superou a disponibilidade naquele trecho).

Simulação de balanço quantitativo na cena atual

Os Índices de Comprometimento Hídrico (ICH) calculados por trecho de rio podem ser observados da **Figura 4.6** a **Figura 4.11**. O suprimento de todas as demandas consuntivas, excluindo irrigação, representam comprometimento hídrico na maioria dos trechos muito baixo (inferior a 1% da disponibilidade hídrica) ou baixo (inferior a 25% da disponibilidade hídrica) nas três vazões de referência adotadas. É possível observar que existe uma grande extensão espacial com trechos apresentando comprometimento hídrico baixo, padrão que está mais associado com as demandas consuntivas pecuárias. O impacto das demandas consuntivas industriais na disponibilidade hídrica é, em geral, baixo e com leve extensão espacial.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 123
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Os mapas de ICH considerando o efeito de todas as demandas consuntivas nas três vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados da **Figura 4.9** até a **Figura 4.11**, respectivamente. O comprometimento hídrico pelas demandas consuntivas por usos múltiplos é, na grande maioria dos trechos, muito baixo ou baixo. O ICH indicou situações de alerta, onde aproximadamente em 5% dos trechos as demandas são maiores que 50% das disponibilidades hídricas para a vazão de estiagem $Q_{7,10}$. O incremento das demandas consuntivas por irrigação causa, em alguns trechos, comprometimento hídrico crítico (consumo supera a disponibilidade hídrica), uma vez que existe uma grande presença de núcleos de irrigação nas cabeceiras dos rios onde a disponibilidade hídrica é menor, como, por exemplo, na cabeceira do rio Abaeté. O impacto no comprometimento hídrico é maior nas sub-bacias do rio Abaeté, do Ribeirão Canabrava e do Ribeirão do Boi, onde o efeito deste comprometimento é estendido a jusante, levando a foz destes rios a um comprometimento baixo (inferior a 25% da disponibilidade hídrica), para as vazões de referência Q_{90} e Q_{95} , e a um comprometimento médio (inferior a 50% da disponibilidade hídrica), para a vazão de referência $Q_{7,10}$.

Da **Figura 4.12** a **Figura 4.27** são apresentados os perfis longitudinais das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo nos principais rios, ribeirões e córregos da bacia SF4. No rio Abaeté (**Figura 4.12**), apenas em um pequeno trecho de rio próximo a cabeceira a demanda consuntiva total supera as vazões de referência. Entretanto, a medida que se afasta da nascente do rio Abaeté, as vazões de referência vão superando a demanda total por uso consultivo. Nos demais perfis longitudinais, observa-se uma situação de conforto hídrico, da cabeceira a foz, onde a demanda total consuntiva é bem abaixo das vazões de estiagem. Tal situação de conforto hídrico também é observada na maior parte dos principais rios da bacia SF4.

O **Quadro 4.2** apresenta os valores de disponibilidades hídricas e demandas consultivas nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena atual.

Como conclusão final, pode-se afirmar que o balanço hídrico em quantidade em hipótese alguma respalda as percepções de que haveria problemas expressivos de escassez hídrica na bacia SF4. Ao contrário, existe água em quantidade suficiente não apenas para atender às demandas presentes de água, bem como permitir as suas expansões, de forma significativa. Os trechos fluviais onde são evidenciados problemas de suprimento podem ser gerenciados seja por meio de investimentos voltados ao aumento de vazões nos períodos de estiagem, os deslocando as demandas para trechos fluviais com maior abundância de água, quando isto for possível. Estas são propostas a serem mais bem aprofundadas na próxima fase deste PDRH.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 124
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

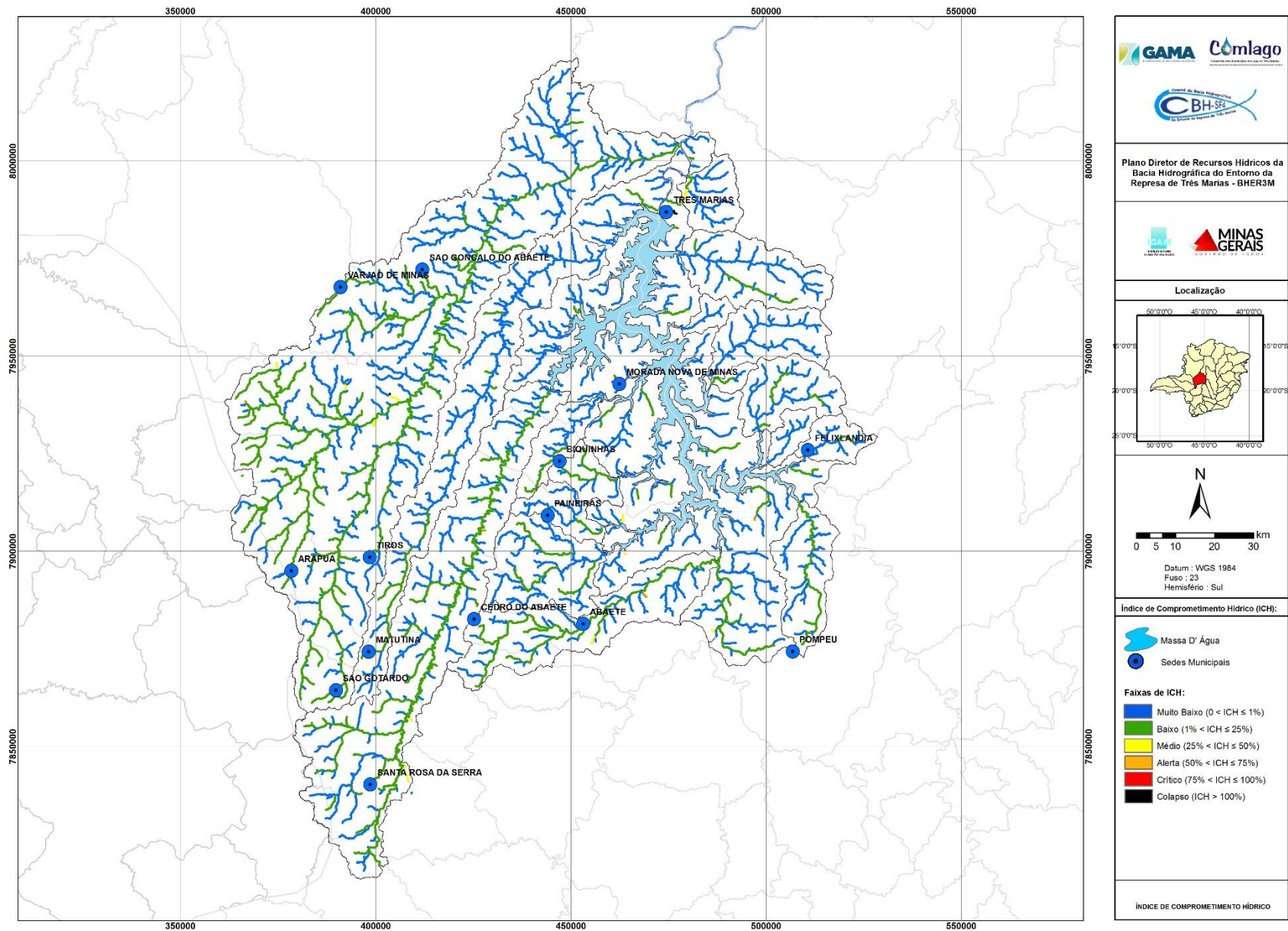


Figura 4.6 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 125
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

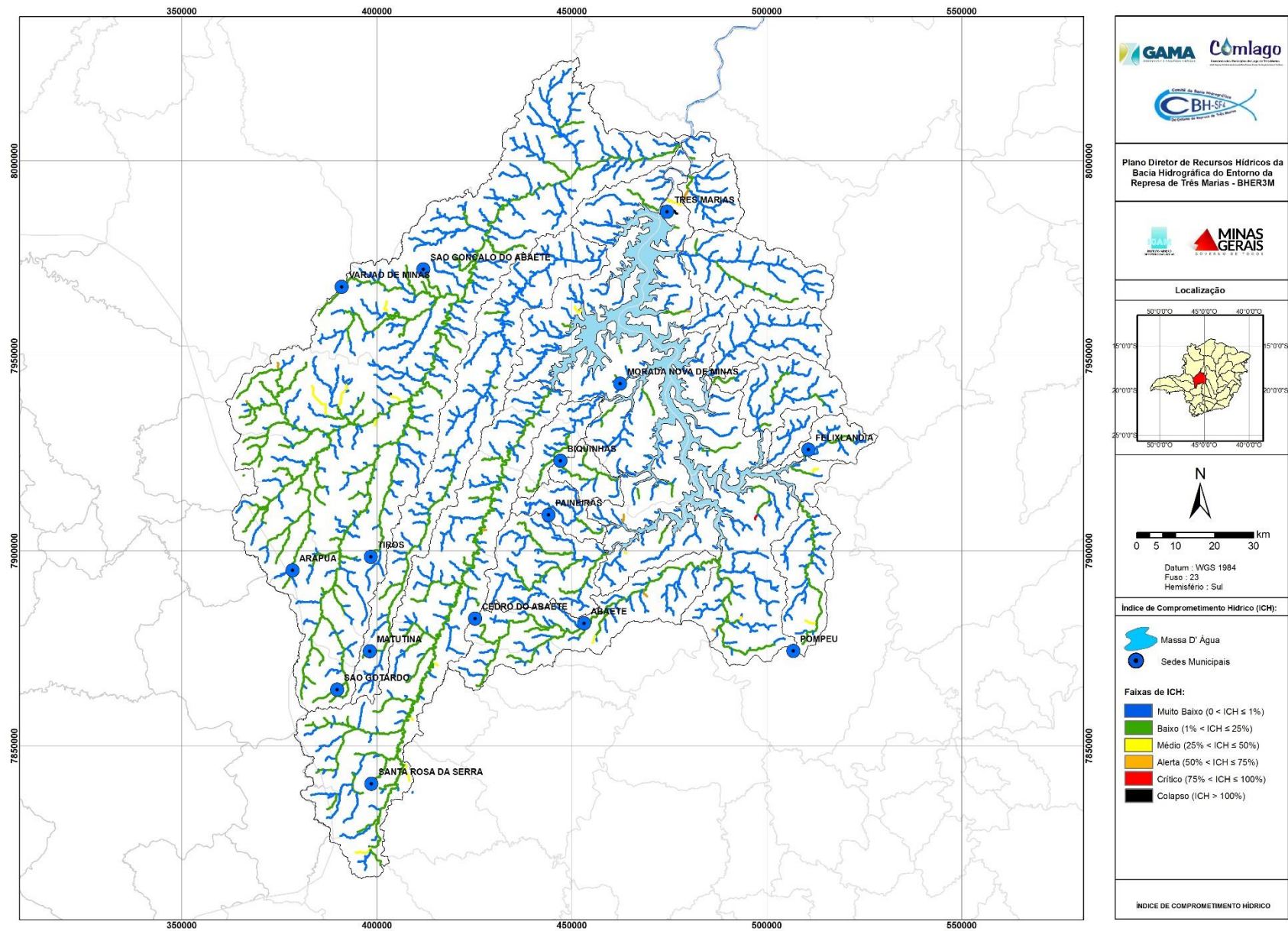


Figura 4.7 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 126
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

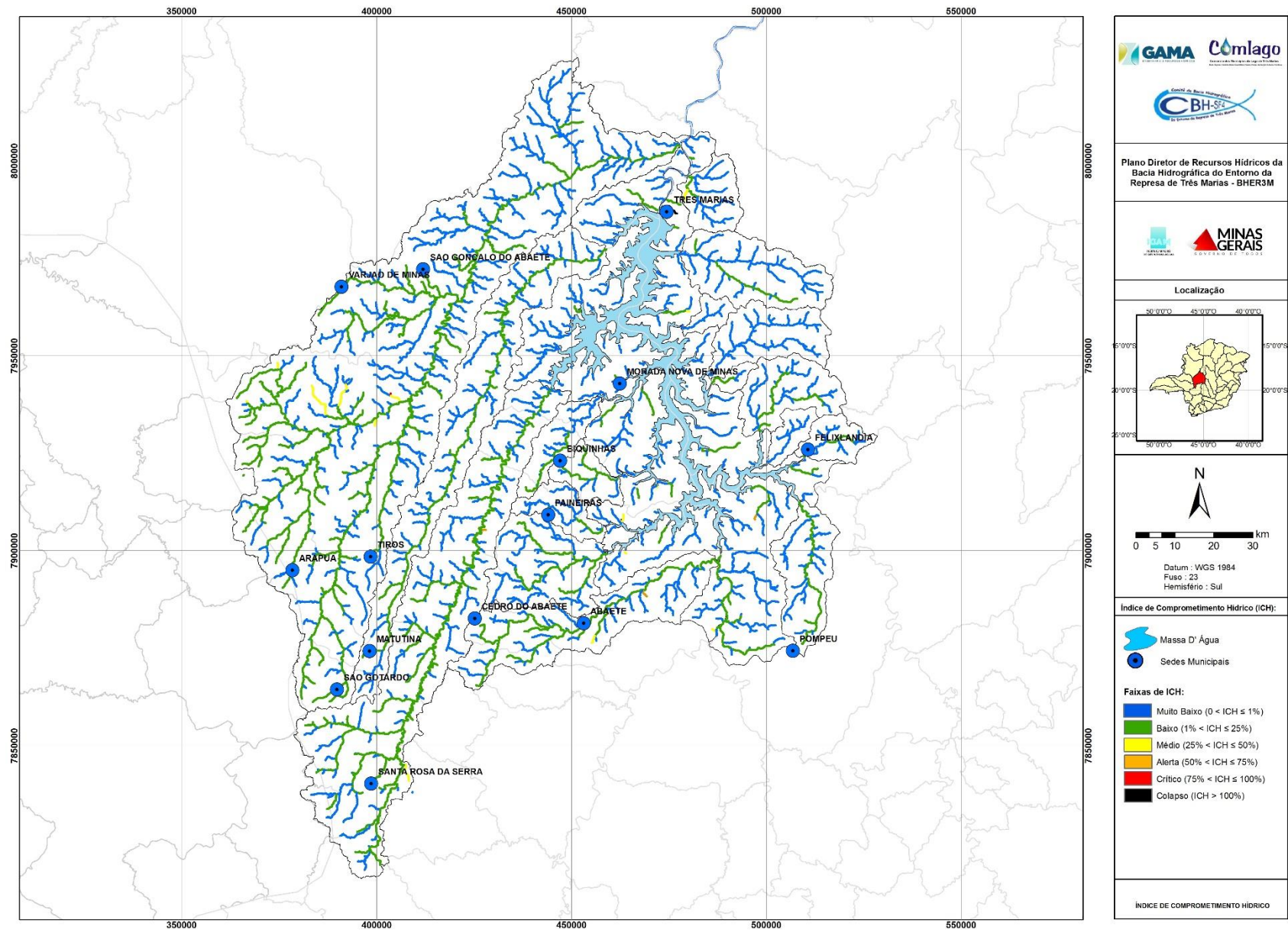


Figura 4.8 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 127
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

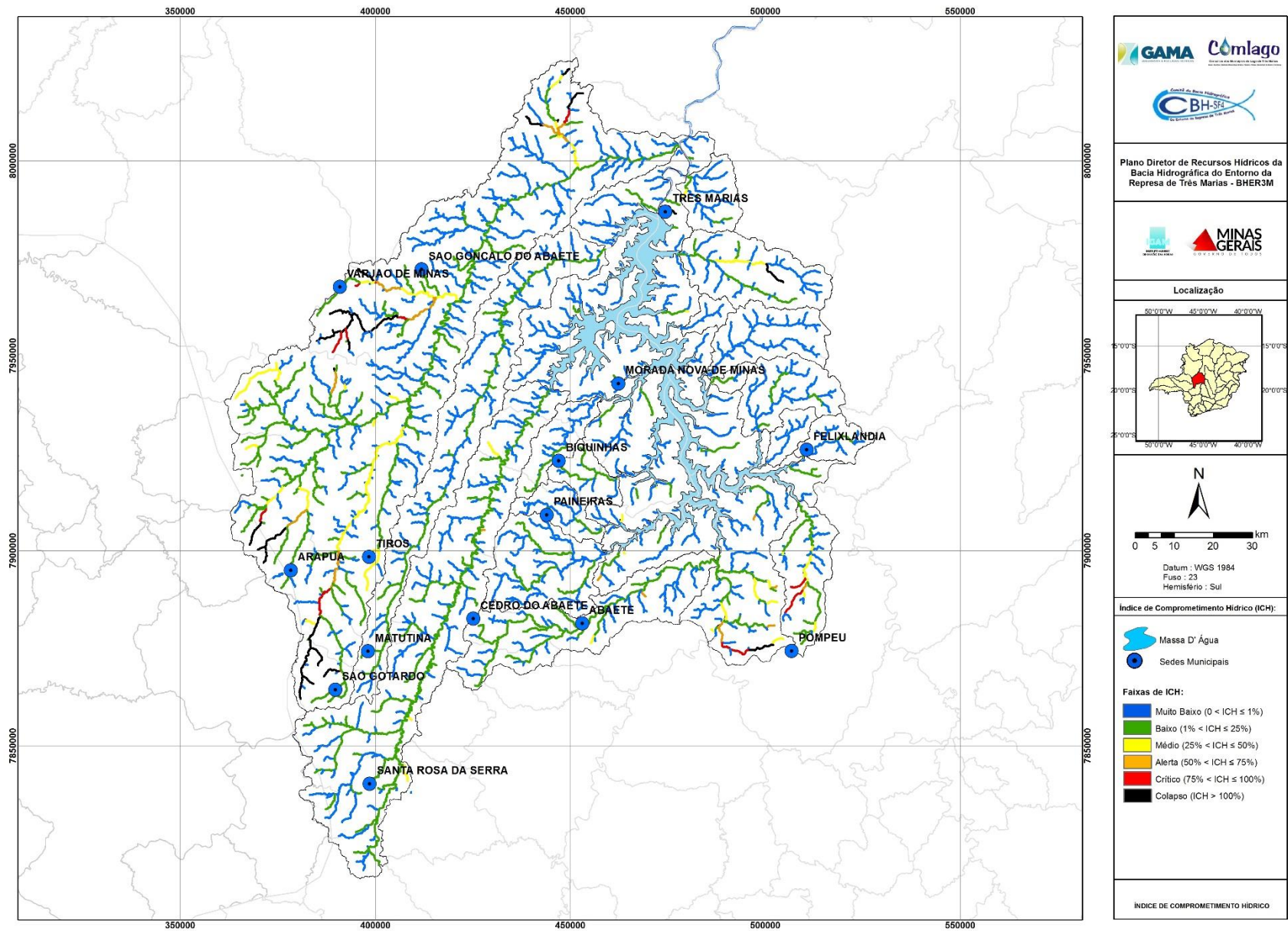


Figura 4.9 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica.

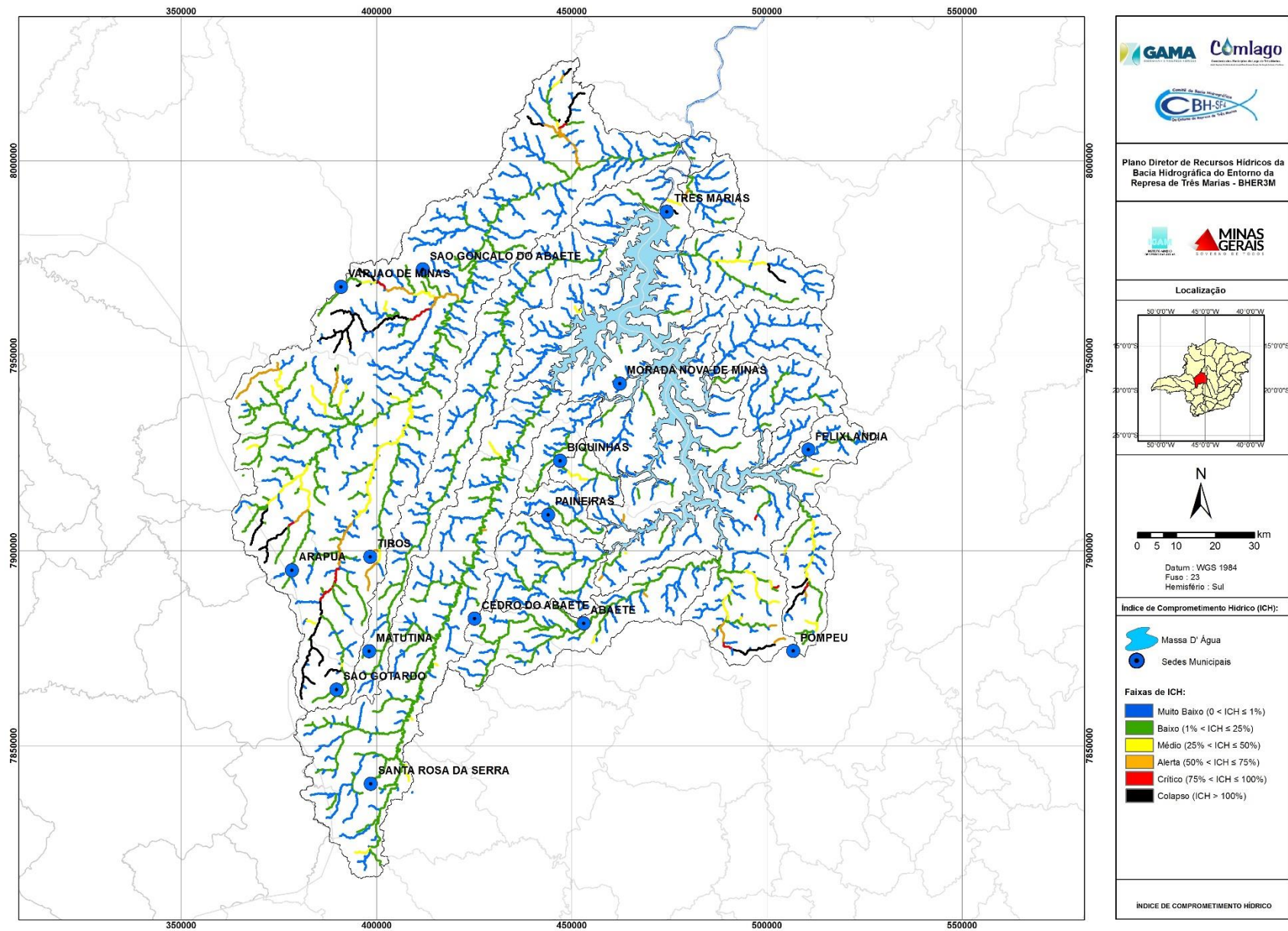


Figura 4.10 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 129
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

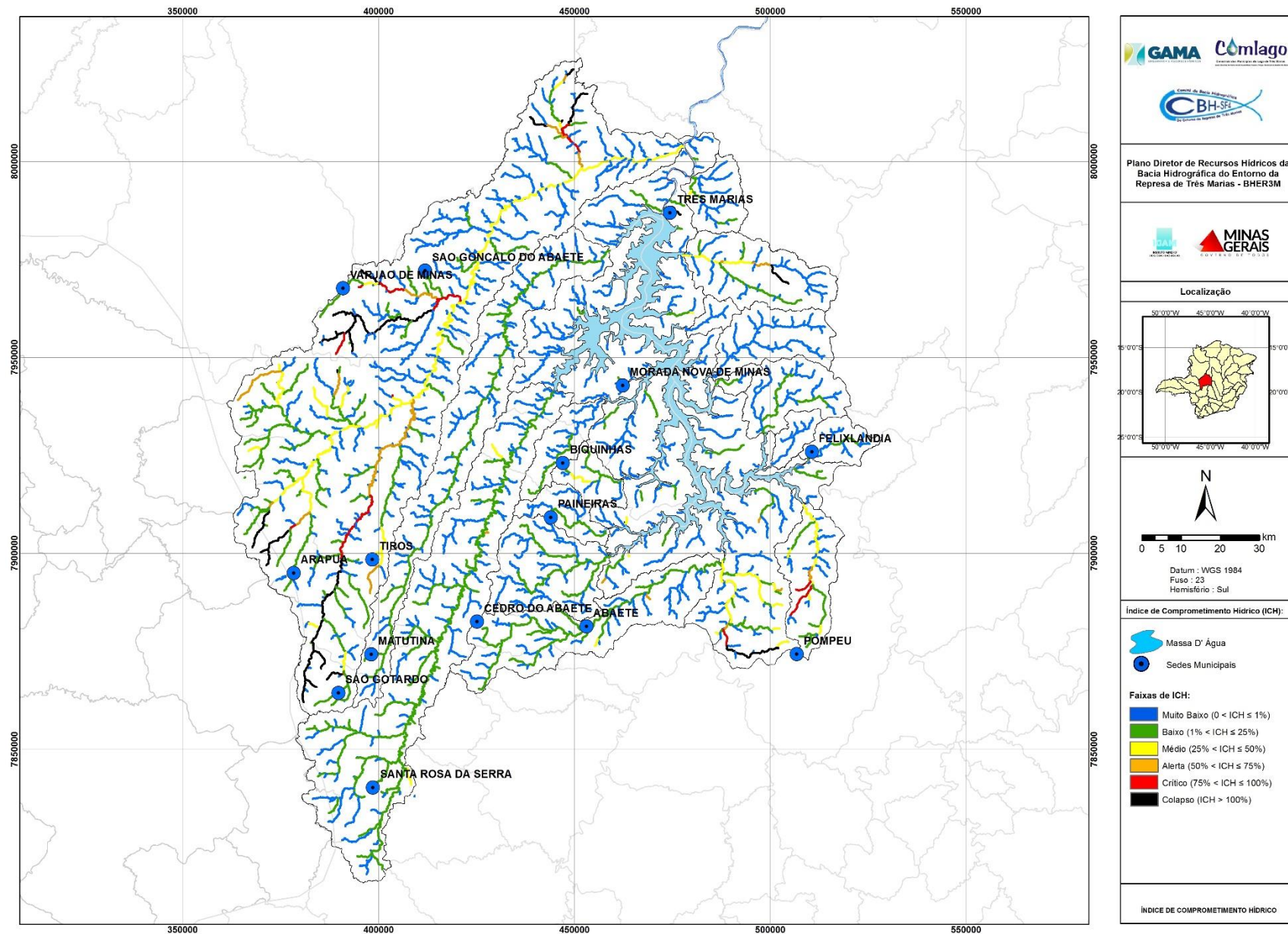


Figura 4.11 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica.

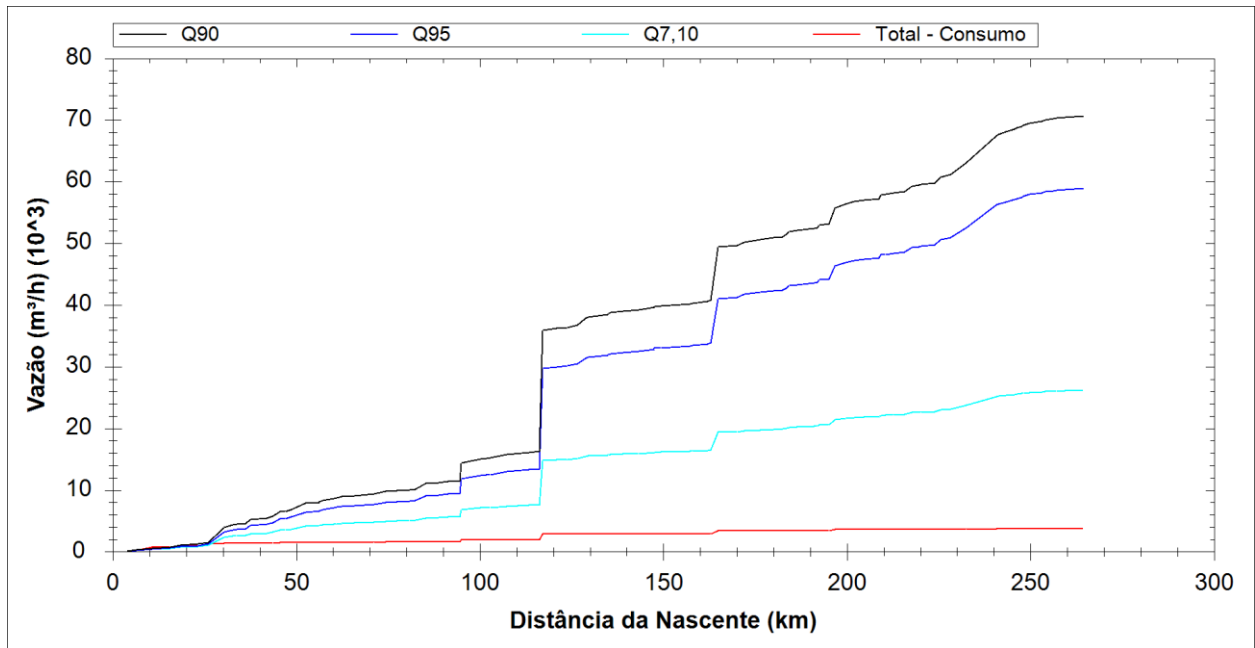


Figura 4.12 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no rio Abaeté.

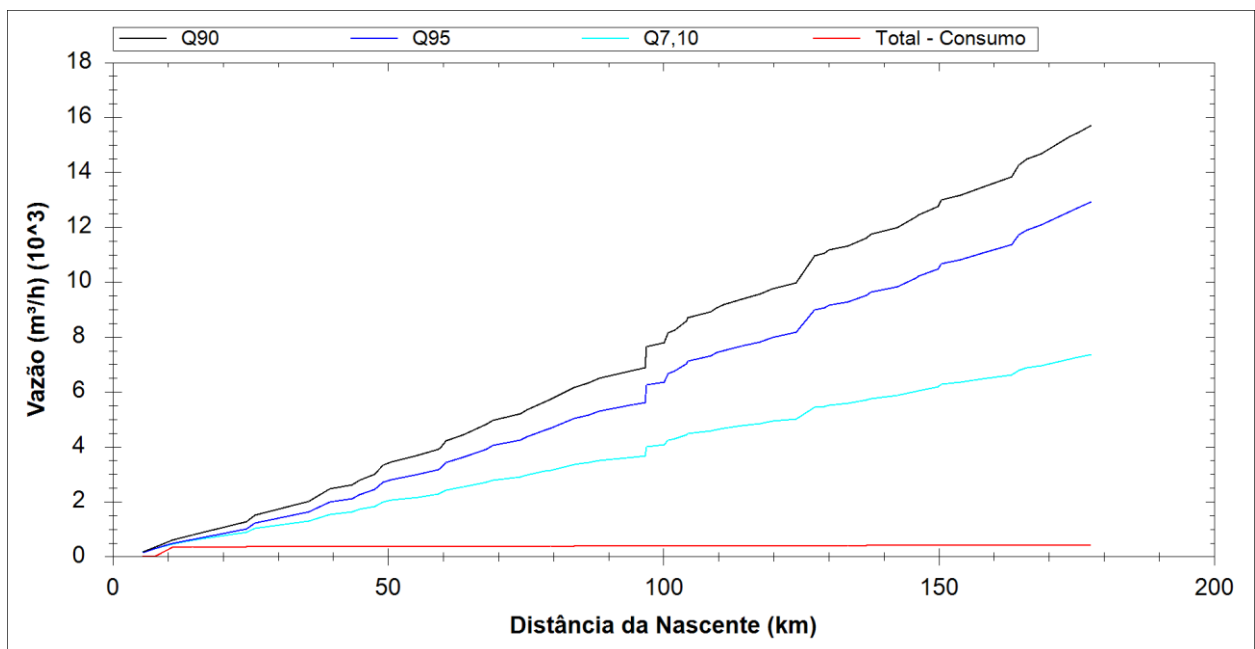


Figura 4.13 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no rio Borrachudo.

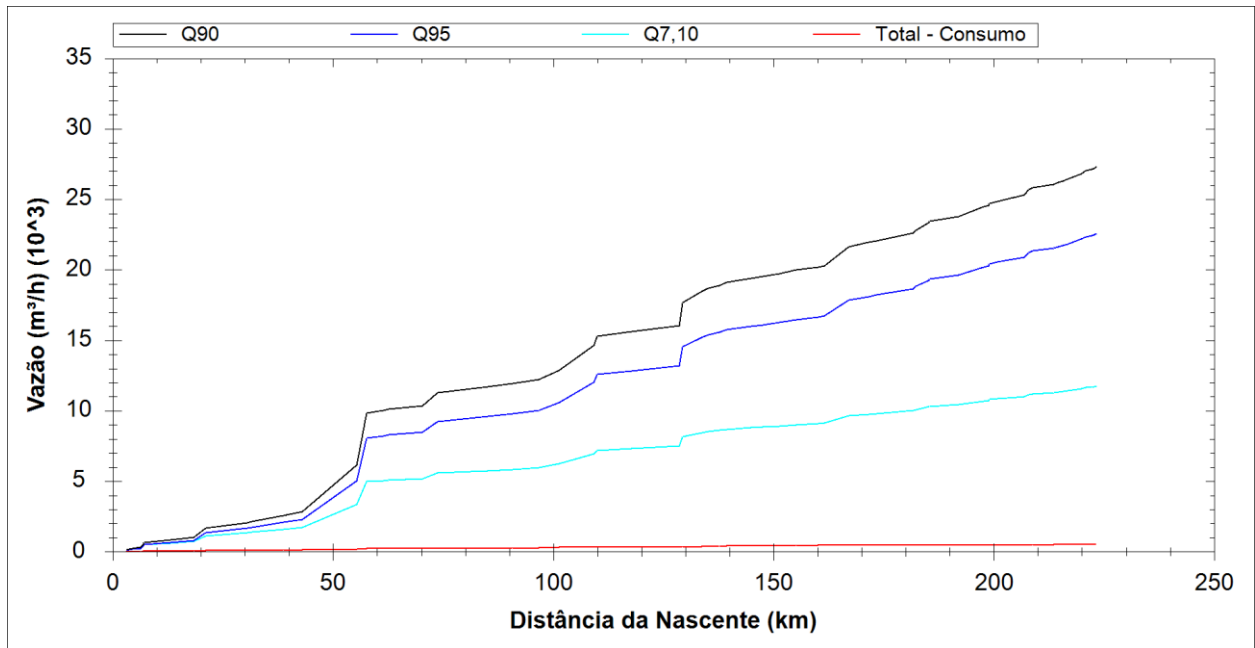


Figura 4.14 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no rio Indaiá.

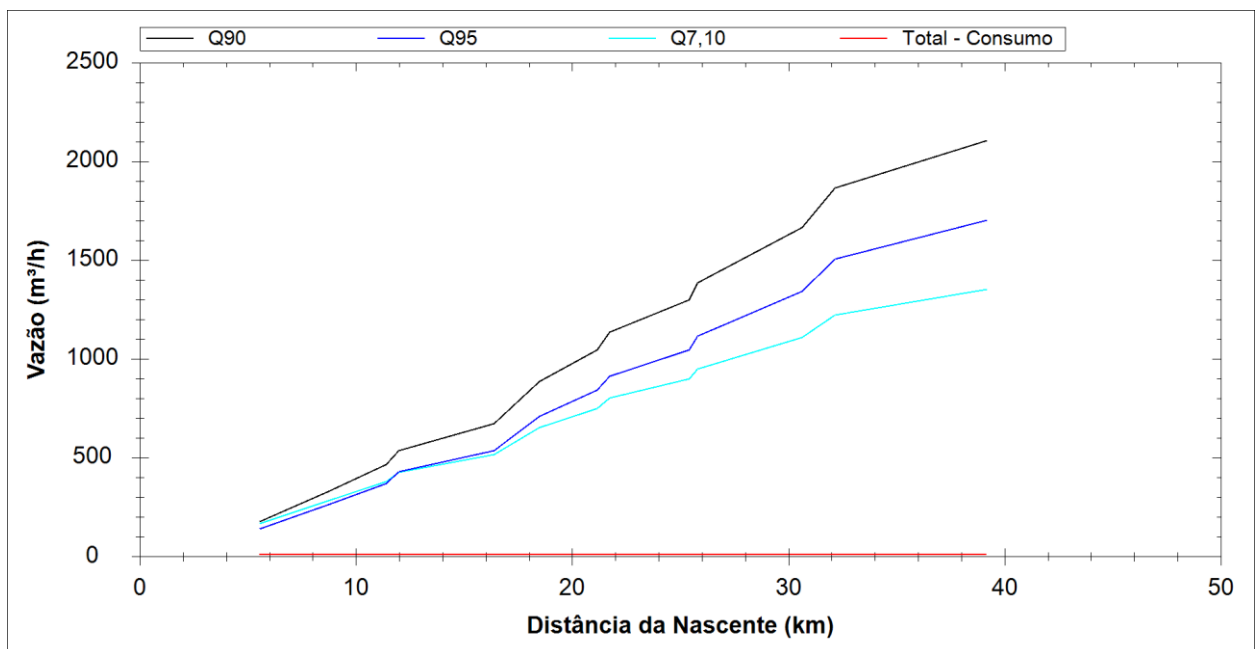


Figura 4.15 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão Sucuriú.

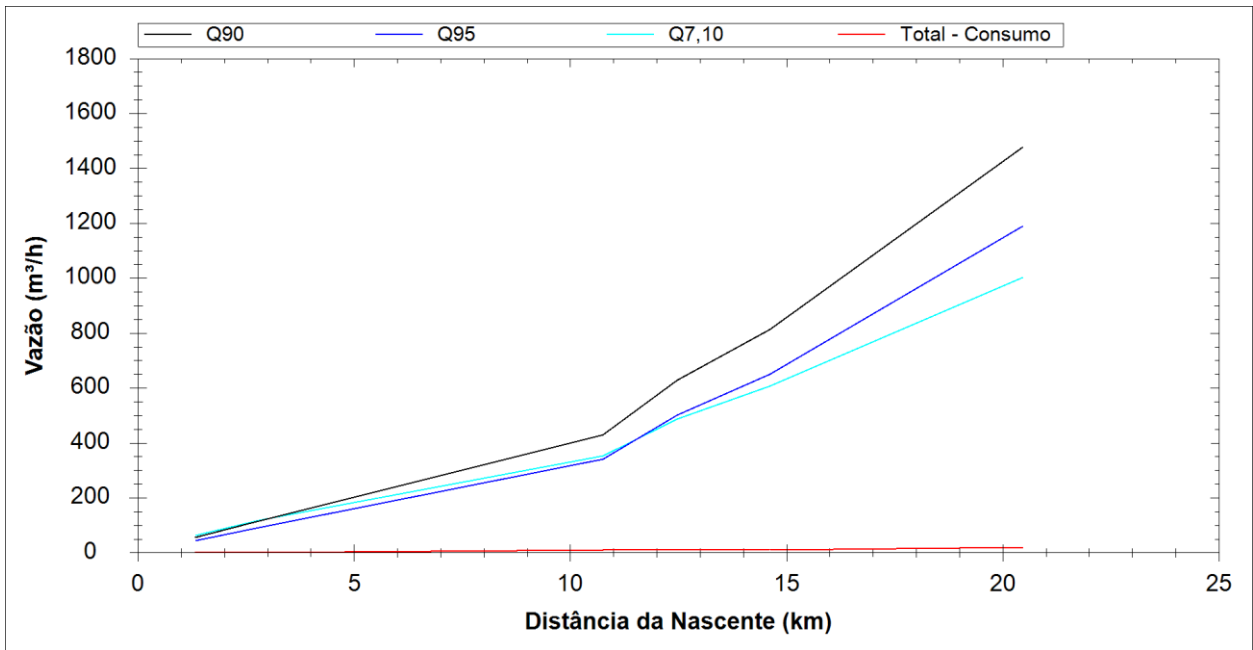


Figura 4.16 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão da Extrema.

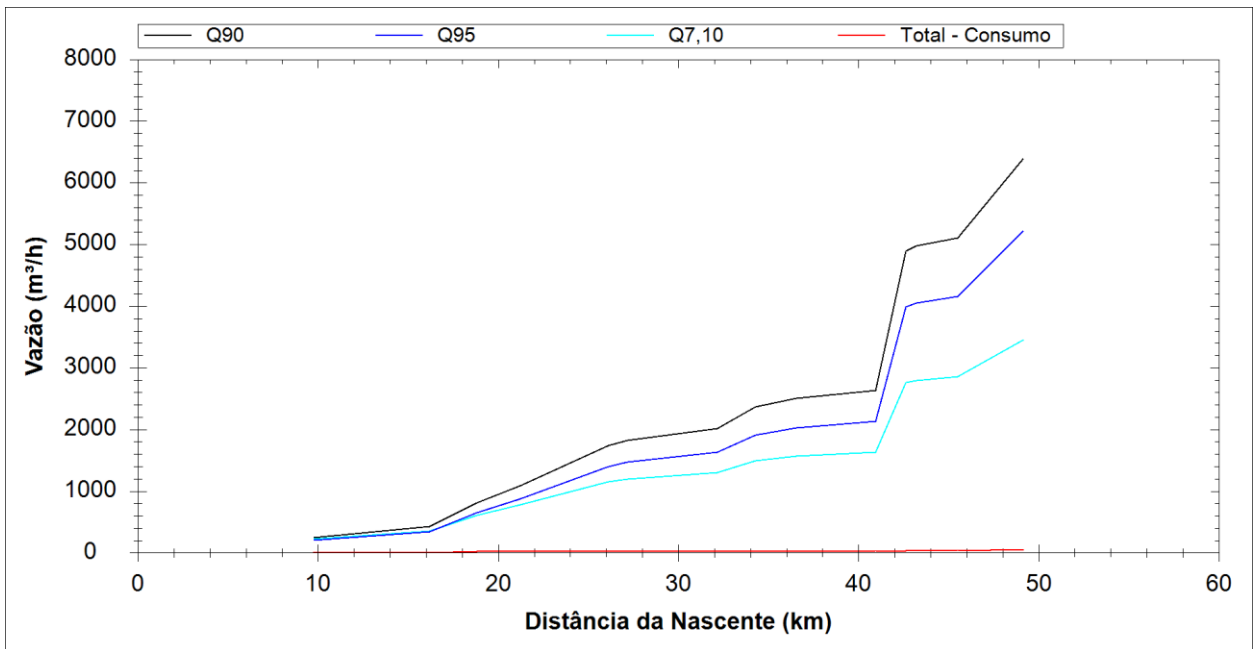


Figura 4.17 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão São Vicente.

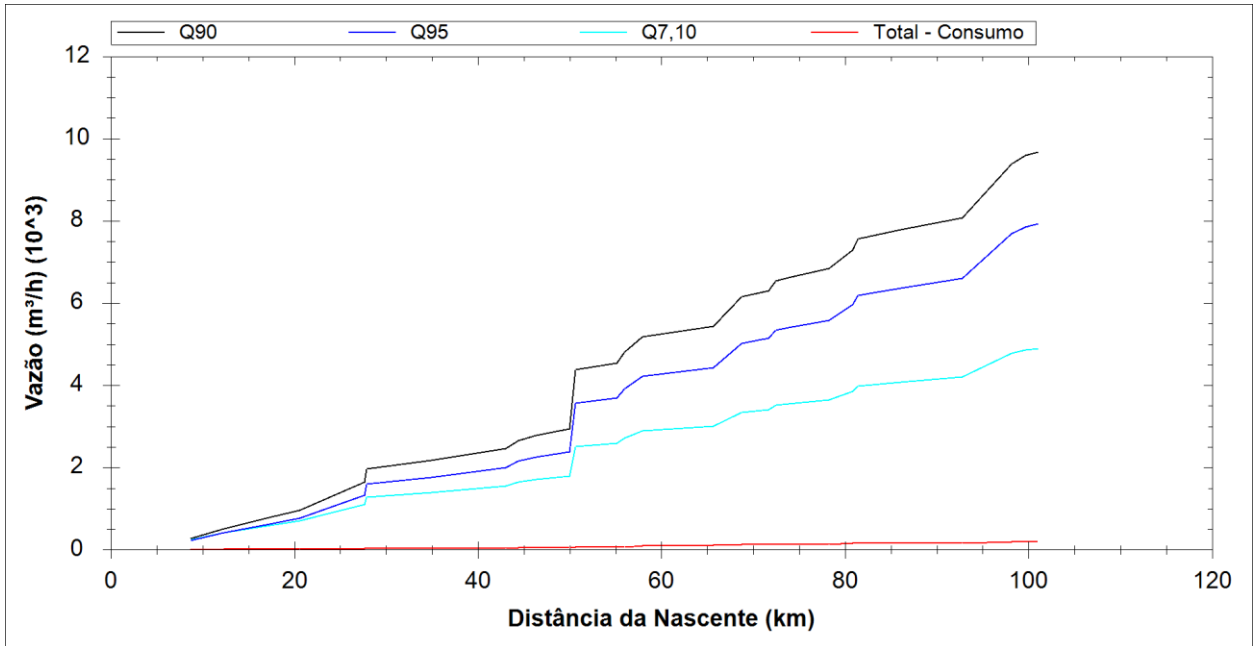


Figura 4.18 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão Marmelada.

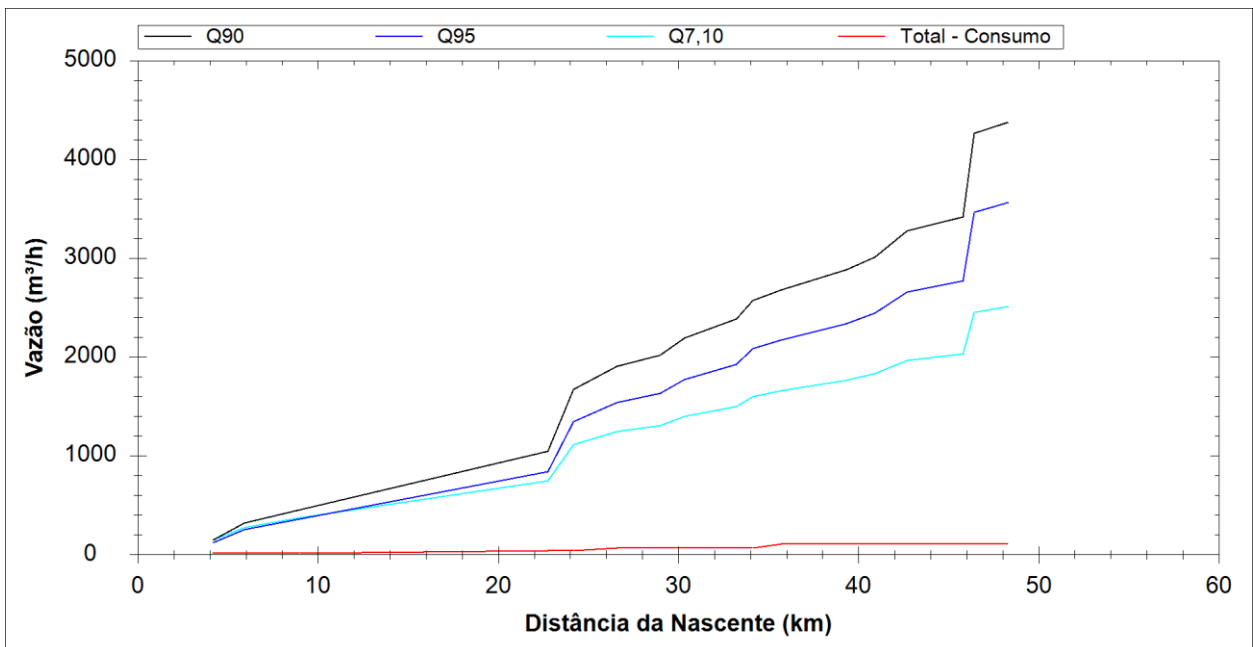


Figura 4.19 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão Cana-brava.

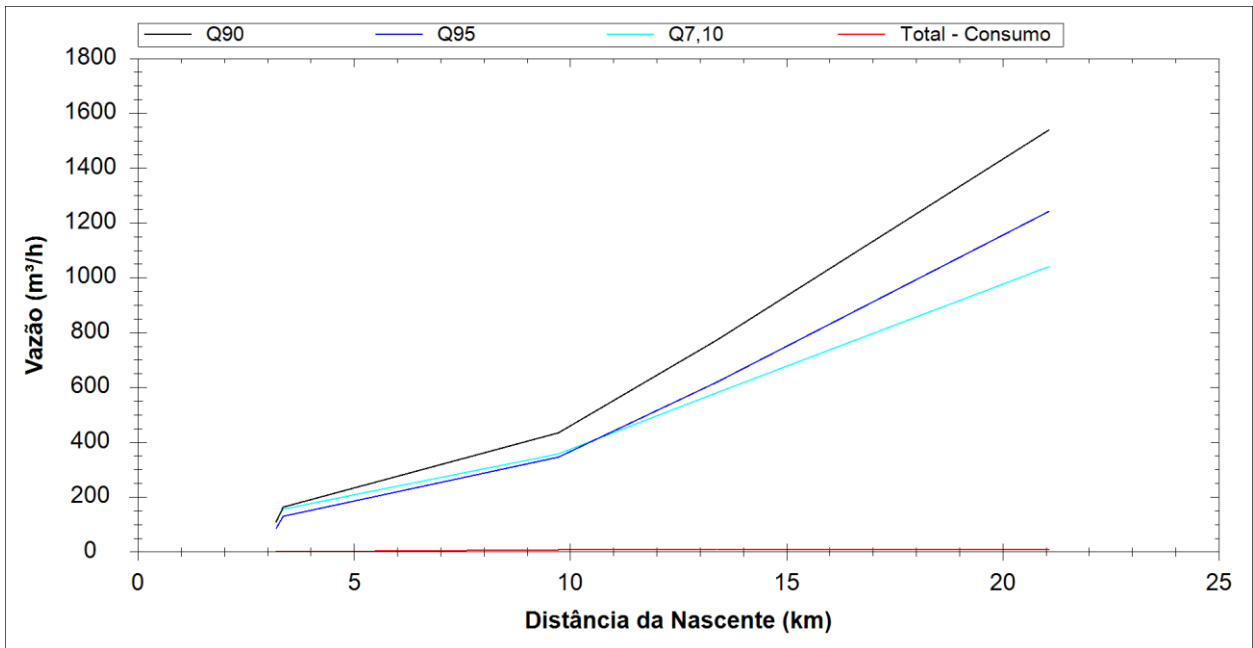


Figura 4.20 – Perfil longitudinal das vazões de referência (Q_{90%}, Q_{95%} e Q_{7,10}) e das demandas totais por uso consultivo no Riacho do Bagre.

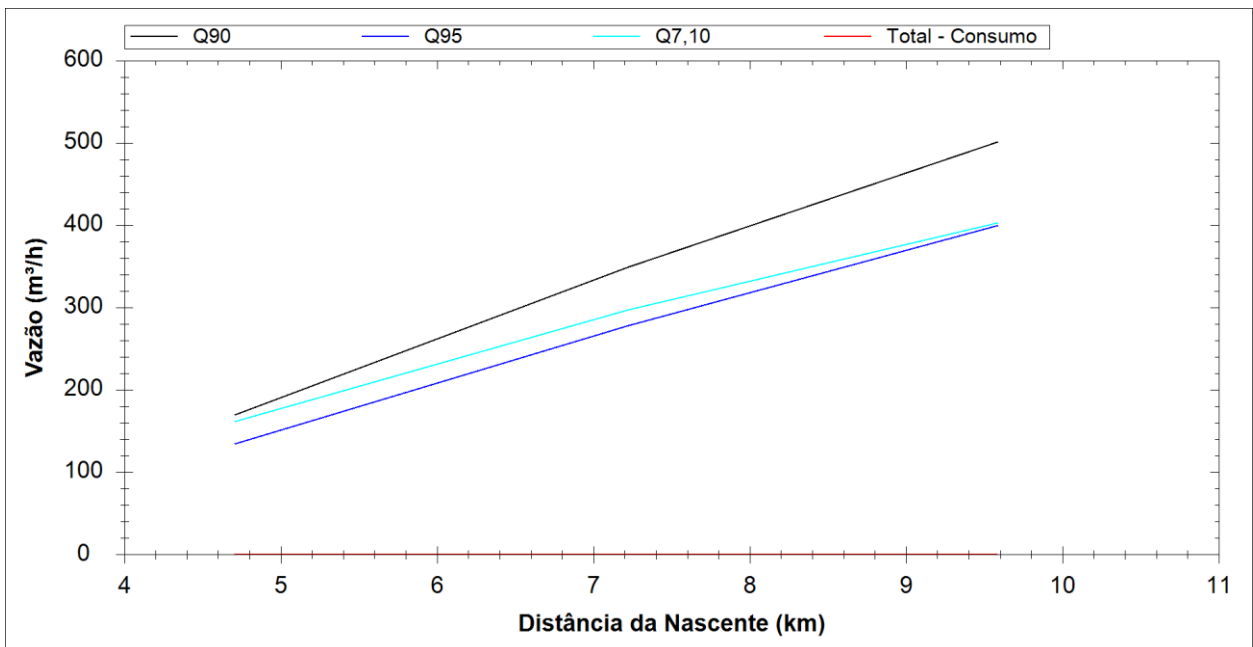


Figura 4.21 – Perfil longitudinal das vazões de referência (Q_{90%}, Q_{95%} e Q_{7,10}) e das demandas totais por uso consultivo no Riacho Fundo.

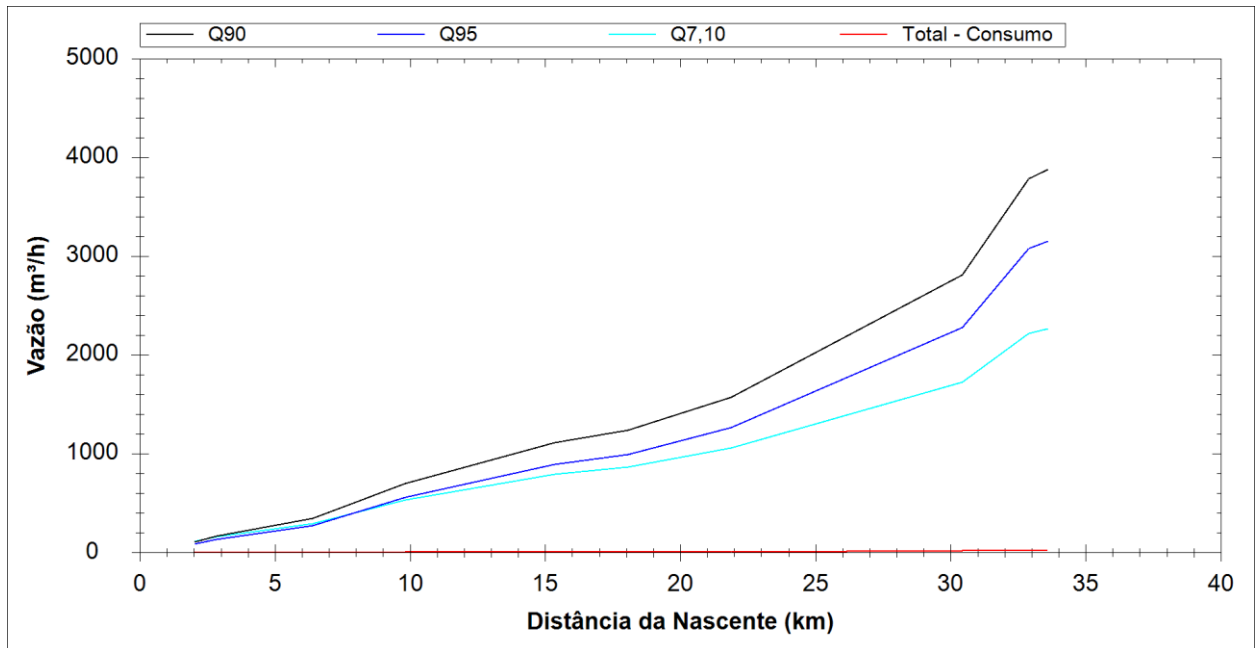


Figura 4.22 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão do Peixe.

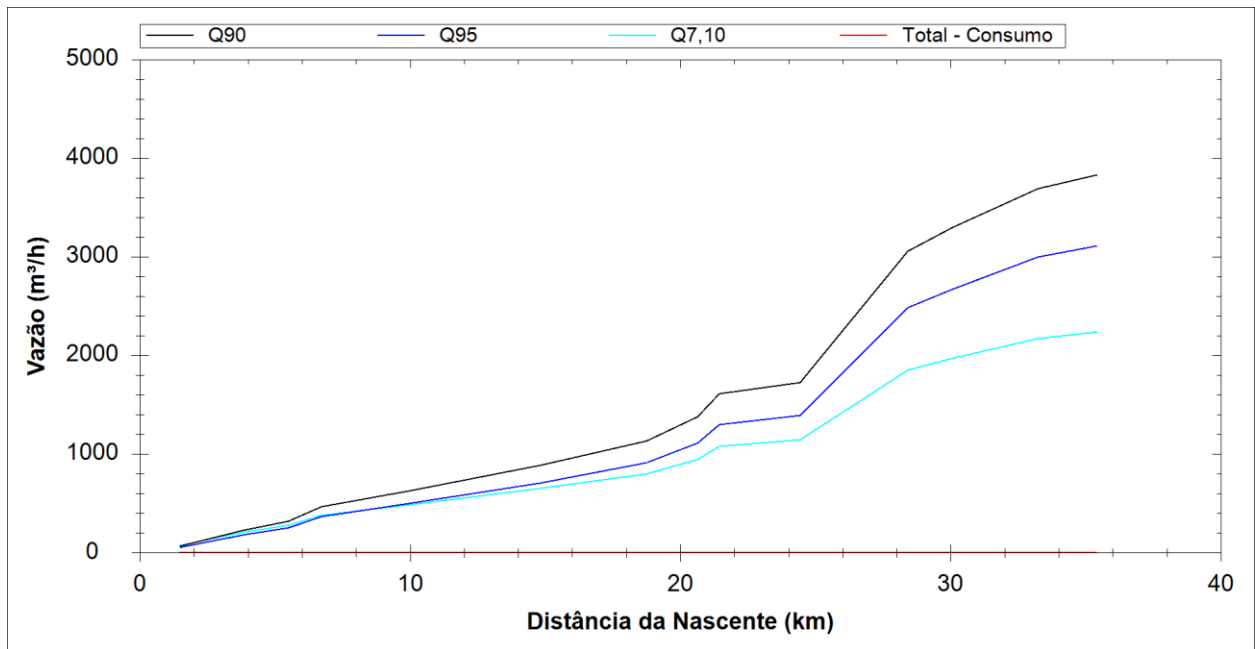


Figura 4.23 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão da Extrema Grande.

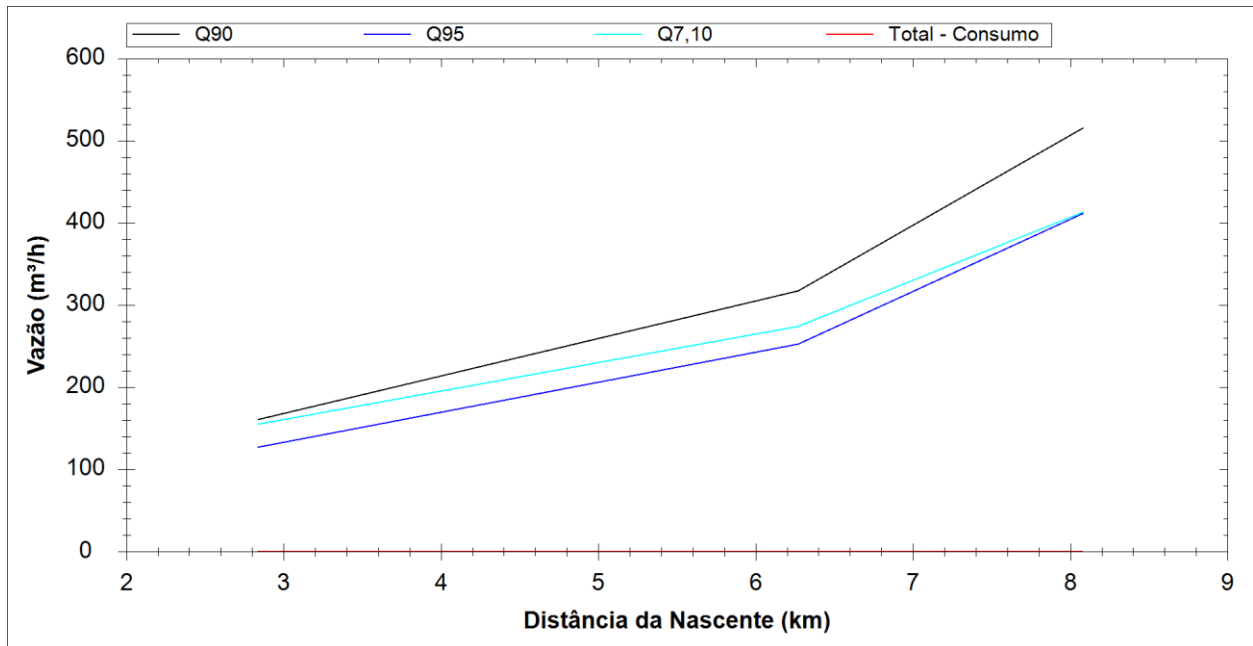


Figura 4.24 – Perfil longitudinal das vazões de referência (Q_{90%}, Q_{95%} e Q_{7,10}) e das demandas totais por uso consultivo no Córrego do Barrão.

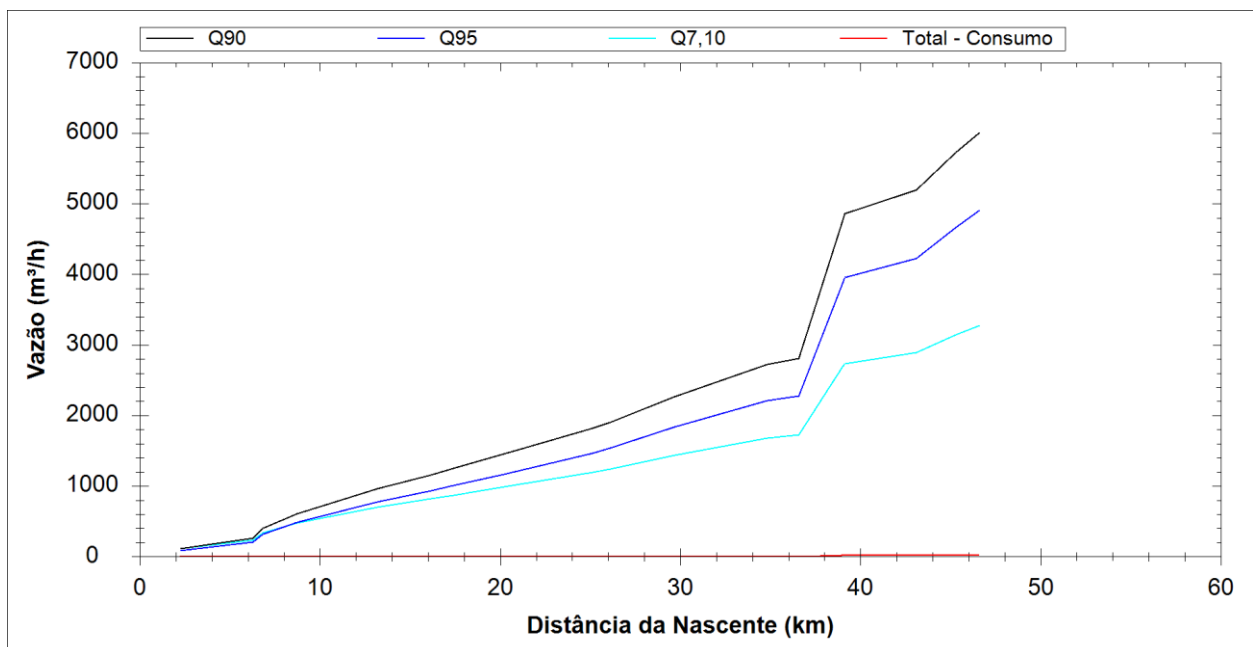


Figura 4.25 – Perfil longitudinal das vazões de referência (Q_{90%}, Q_{95%} e Q_{7,10}) e das demandas totais por uso consultivo no Ribeirão do Boi.

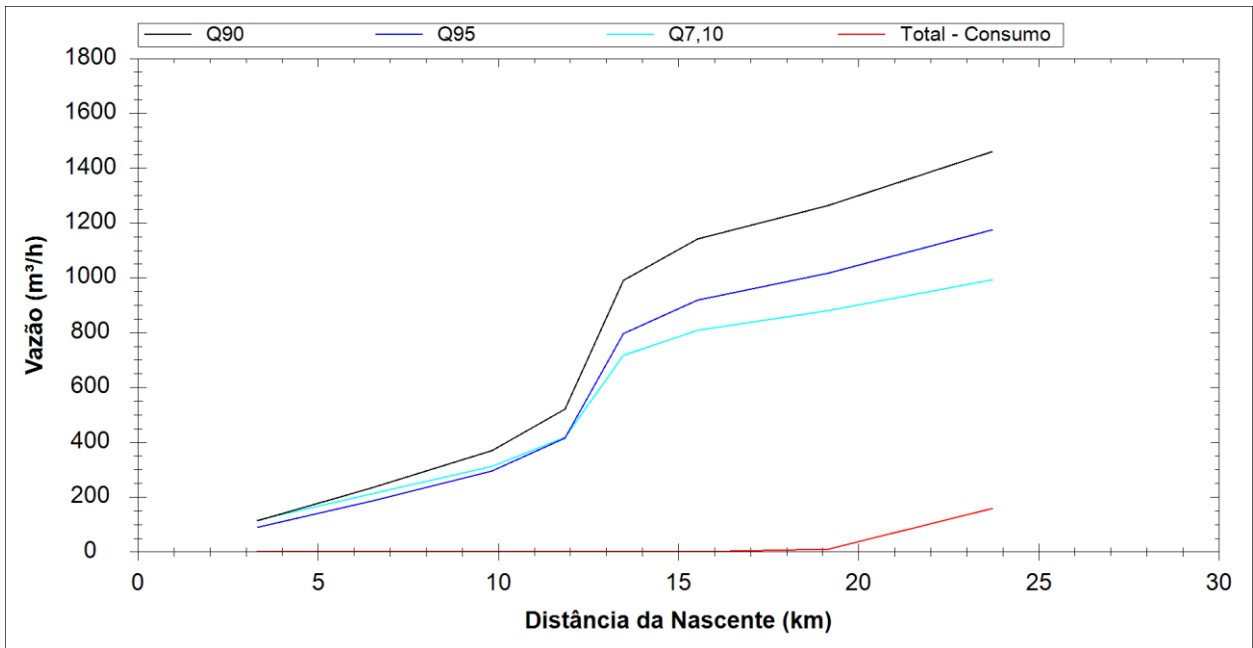


Figura 4.26 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Córrego do Espírito Santo.

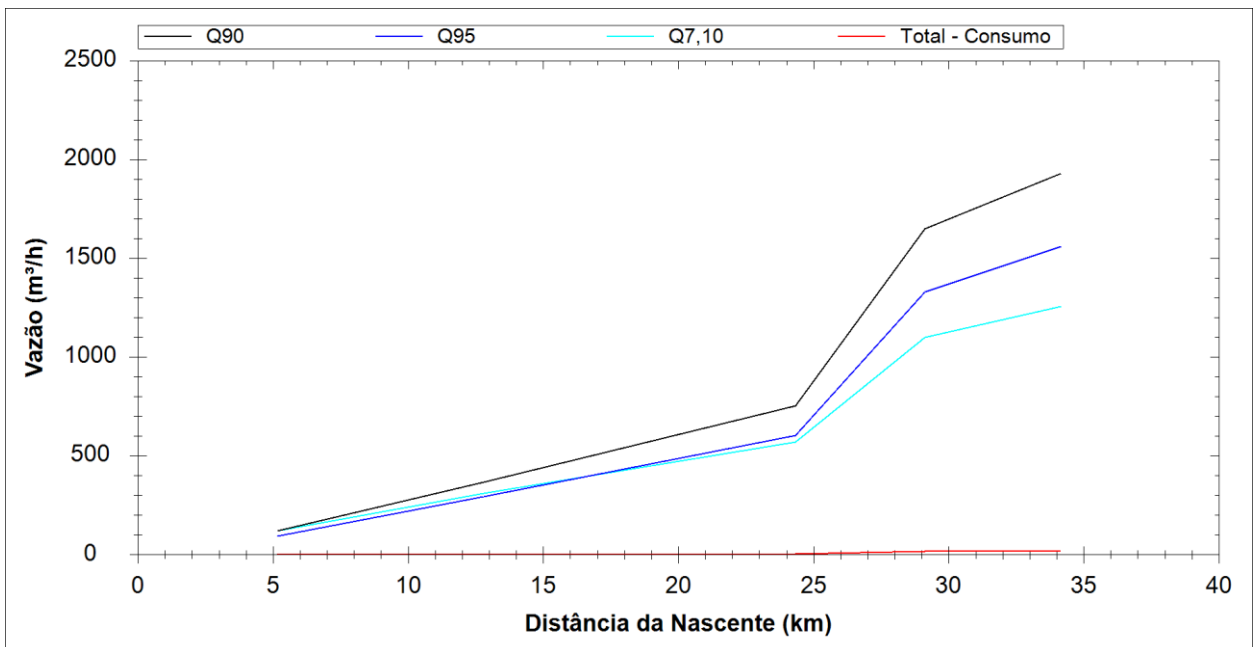


Figura 4.27 – Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no Córrego Forquilha.

Quadro 4.2 – Disponibilidade e demandas consultivas nos pontos de controle para a cena atual.

PC N°	Q90 (m³/h)	Q95 (m³/h)	Q7,10 (m³/h)	Urbano (m³/h)	Rural (m³/h)	Industrial (m³/h)	Irrigação (m³/h)	Pecuária (m³/h)	Mineração (m³/h)	Total (m³/h)
1	70.936,3	59.133,1	26.237,7	107,6	14,1	21,6	9.570,4	1.033,7	17,3	10.764,6
2	15.812,7	13.008,2	7.402,4	7,1	1,9	0,0	461,4	66,4	0,0	536,8
3	27.432,8	22.677,4	11.778,4	22,8	6,2	4,3	60,5	334,6	131,0	559,4
4	2.447,3	1.980,4	1.535,4	2,5	0,3	0,0	0,0	8,1	0,0	10,9
5	1.761,1	1.421,0	1.163,5	1,9	1,0	0,0	80,1	18,2	0,0	101,1
6	6.581,9	5.372,8	3.535,6	1,6	1,0	0,3	0,0	56,8	0,0	59,7
7	9.970,1	8.168,5	5.017,7	44,1	2,0	1,6	113,8	151,2	0,0	312,7
8	4.549,5	3.701,7	2.589,7	0,0	0,0	0,0	713,6	76,5	0,0	790,2
9	1.712,2	1.381,2	1.136,2	15,7	0,2	0,0	0,0	7,0	0,0	22,9
10	1.145,0	920,3	809,3	0,0	0,3	0,0	0,0	3,8	0,0	4,1
11	4.048,0	3.290,3	2.346,8	0,5	1,7	0,0	0,0	28,8	0,0	30,9
12	497,0	396,6	400,5	0,0	0,8	0,0	0,0	21,0	15,8	37,6
13	4.294,5	3.492,5	2.466,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
14	786,7	630,3	589,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	6.131,8	5.002,3	3.330,6	0,0	0,5	0,0	992,3	20,7	0,0	1.013,5
16	2.488,6	2.014,1	1.557,2	0,0	0,2	37,3	2,9	8,6	0,0	49,0
17	2.006,7	1.621,0	1.298,9	4,9	1,1	0,0	1,2	13,5	0,0	20,7
18	63.041,4	52.497,2	23.753,4	104,5	14,1	21,6	8.081,4	1.027,0	17,3	9.265,9
19	49.660,5	41.267,4	19.425,5	93,4	14,1	21,6	8.081,4	995,4	11,5	9.217,4
20	16.302,3	13.414,6	7.595,2	40,2	9,3	17,2	3.554,2	178,4	0,0	3.799,4
21	13.640,3	11.206,5	6.535,3	22,5	2,6	2,9	1.308,7	446,7	0,0	1.783,4
22	14.394,9	11.832,1	6.838,8	40,2	9,2	17,2	3.554,2	168,7	0,0	3.789,6
23	913,7	733,0	669,1	3,7	0,4	2,1	72,0	7,9	0,0	86,1
24	487,6	389,0	394,1	1,3	0,0	0,0	126,7	0,0	0,0	128,0
25	343,8	273,5	293,5	21,8	4,9	16,3	11,5	0,0	0,0	54,5
26	223,3	177,0	204,0	4,8	0,3	0,0	0,0	11,3	0,0	16,3
27	11.043,2	9.055,9	5.469,3	4,8	1,9	0,0	461,4	60,2	0,0	528,3
28	26.036,7	21.513,4	11.271,0	22,8	6,2	4,3	60,5	334,6	131,0	559,4
29	10.015,9	8.206,4	5.037,1	22,1	2,7	4,3	0,0	186,9	0,0	216,0
30	215,4	170,6	197,9	2,3	1,3	0,0	0,0	7,9	0,0	11,5
31	1.664,7	1.342,5	1.109,5	2,5	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0	10,5
32	5.438,7	4.432,2	3.010,3	44,1	0,8	1,6	107,0	60,6	0,0	214,1
33	1.024,4	822,6	736,9	24,4	0,4	2,0	575,1	0,0	0,0	602,0
34	18.446,5	15.195,5	8.429,1	22,8	4,9	4,3	0,0	275,1	80,6	387,7

4.1.1. Balanço Hídrico Qualitativo na cena atual

Para o balanço hídrico qualitativo foram consideradas as cargas de poluentes por usos múltiplos no intuito de avaliar a qualidade da água por trecho de rio no período de estiagem (período mais crítico em termos de disponibilidade da água e, conseqüentemente, para diluição de esgotos domésticos e industriais).

Cargas provenientes de esgotos domésticos do meio urbano, por meio da rede de coleta de esgotos, foram considerados lançamentos de fontes pontuais de poluição.

Quanto à poluição difusa da agricultura entende-se que ela será reduzida nas condições hidrológicas de estiagem, quando o principal fator de suas mobilizações e transporte – a chuva e as drenagens superficiais por ela gerada – seria nulo. Portanto, para o período de estiagem a carga agrícola não foi considerada.

Quanto às cargas dos habitantes rurais, foi suposto que os sistemas de fossa/sumidouro seriam efetivos para eliminar o tipo considerado de carga poluente, não havendo necessidade de suas considerações, ainda mais frente à reduzida população rural da bacia e sua distribuição esparsa.

As cargas de poluição provenientes da indústria foram consideradas como pontuais. Foi assumido que cargas orgânicas, bacteriológicas e nutrientes industriais são pequenas considerando as tipologias industriais da região. E, quando não forem, estas cargas estariam incorporadas aos esgotos domésticos, via sistemas universais de coleta de esgotos.

Para a estimativa das cargas remanescentes (i.e. aquelas efetivamente lançadas em corpos d'água, após reduções ocorridas em sistemas coletores e/ou de tratamento), foram utilizados coeficientes técnicos de redução de carga orgânica aplicados, medida pela Demanda Bioquímica de Oxigênio de 5 dias a 20° C – DBO, relacionados ao tipo de tratamento/afastamento dos efluentes apresentados pelo IBGE, conforme apresentado no **Quadro 4.3**. Também, foram consultados os dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) a fim de verificar a existência de algum tipo de tratamento do esgoto coletado, no entanto nenhuma informação foi encontrada. Na falta de informações, adotou-se um fator de redução único de 60%, baseado e nos fatores de redução do **Quadro 4.3**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	140

Quadro 4.3 - Fatores de redução de carga orgânica (DBO₅).

DBO	Populações ligadas à rede geral (canalizações mistas)	0,5	rede geral de esgoto ou pluvial
			rio, lago ou mar
			outro escoadouro
	Populações atendidas por fossa séptica (sistema decantação/ infiltração)	0,85	fossa séptica
			fossa rudimentar
			Vala
			sem banheiro / sanitário

Fonte: FEPAM/FAURGS (2003)

As cargas das formas de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato) e fósforo (orgânico e inorgânico) foram estimadas através dos valores de frações dos constituintes de nitrogênio e fósforo total no esgoto, conforme apresentado no **Quadro 4.4**.

Quadro 4.4 – Frações de formas constituintes no Fósforo e Nitrogênio Total.

Nutriente	Formas constituintes	Fração (%)
Fósforo Total	Orgânico	20
	Inorgânico	80
Nitrogênio Total	Orgânico	20
	Amoniacal	78
	Nitrito	1
	Nitrato	1

Fonte: Rössle & Pretorius (2001)

Calibração do modelo

Os parâmetros de qualidade da água do modelo foram calibrados considerando o cenário atual de disponibilidade hídrica, produção de efluentes e de tratamento de esgoto no período de estiagem. Para a calibração do modelo foram selecionadas as estações de monitoramento de qualidade de água existentes. Para isto foram consideradas apenas as informações no período de estiagem, uma vez que o modelo simula a qualidade da água para uma condição de estiagem de referência e em condição de regime permanente.

Os valores observados são apresentados como *boxplot* e foram posicionados no gráfico de acordo com a sua localização na rede de drenagem. O *boxplot* é um elemento gráfico que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base em alguns de seus parâmetros descritivos, quais sejam: a mediana, o quartil inferior, o quartil superior e do intervalo interquartil.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 141
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Os valores dos parâmetros do modelo foram previamente definidos utilizando a literatura, conforme apresentado na seção anterior. Subsequentemente, os parâmetros do modelo foram manualmente e gradualmente alterados até que se atingisse a uma correspondência satisfatória entre a saída do modelo e os *boxplots*, que representam uma síntese dos dados observados em cada seção fluvial.

As concentrações dos poluentes simulados pelo modelo foram comparados com os *boxplots* dos dados observados ao longo da calha do rio Abaeté (da **Figura 4.28** a **Figura 4.34**), rio Borrachudo (da **Figura 4.35** a **Figura 4.41**), ria Indaiá (da **Figura 4.42** a **Figura 4.48**), Ribeirão Sucuriú (da **Figura 4.49** a **Figura 4.55**) e ribeirão Marmelada (da **Figura 4.56** a **Figura 4.62**). No caso da DBO, os valores de monitoramento ficaram no limite de detecção do aparelho, correspondente a 2 mg/L. As fontes consideradas de poluição foram somente os esgotos domésticos urbanos, acatando-se a hipótese de que em condições de estiagem não haveria influência de cargas difusas e que a poluição industrial estaria incluída nos esgotos domésticos urbanos. Os valores de monitoramento são indicativos, tendo sido usados na calibração, para que os valores simulados ficassem em torno da variabilidade das concentrações observadas.

Julgou-se pelos resultados, e considerando as limitações das informações para a estimativa das cargas de poluentes e dos coeficientes do modelo, que o modelo retrata razoavelmente a realidade da bacia, podendo ser usado com a precisão demandada em um estudo de planejamento.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 142
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

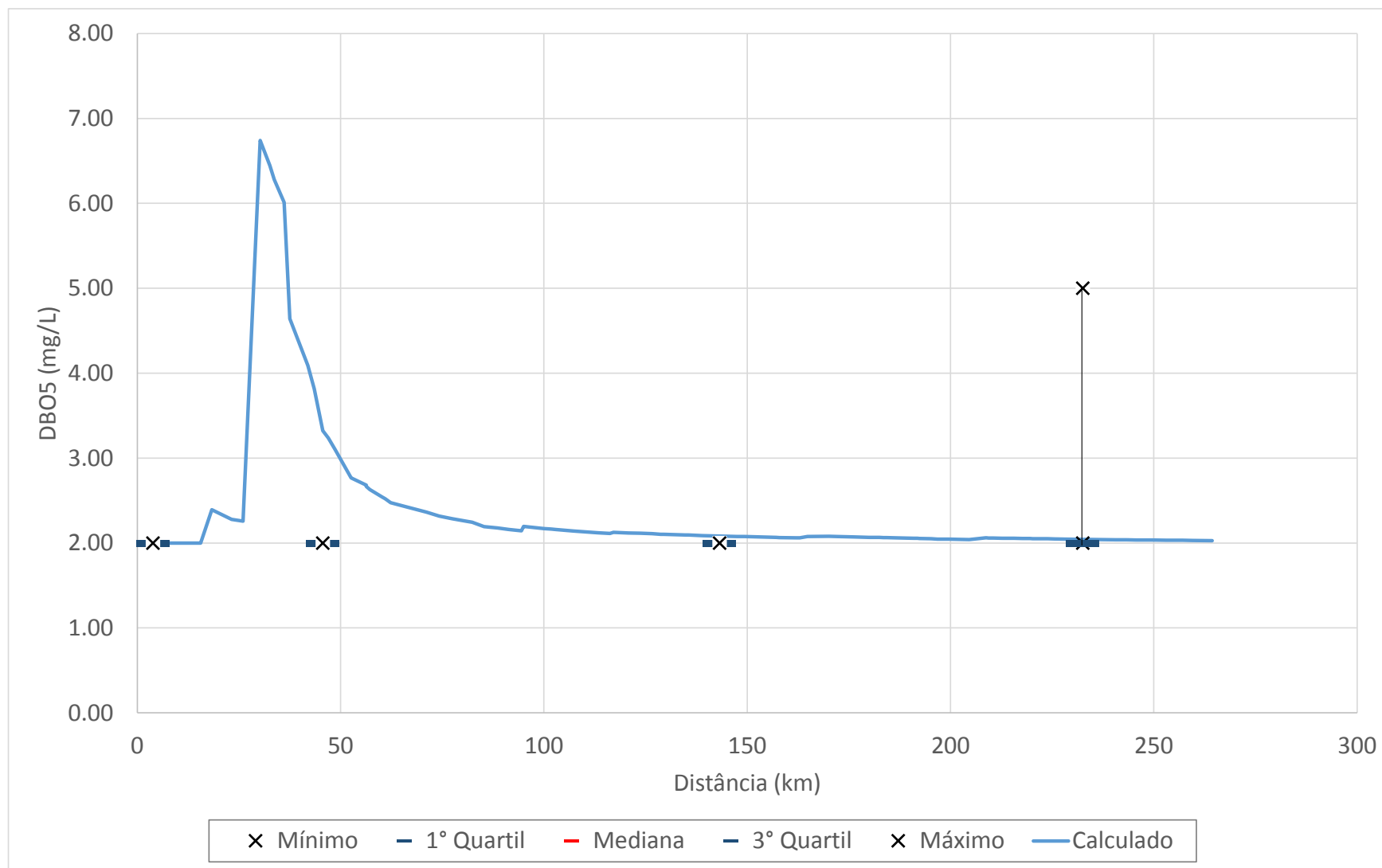


Figura 4.28 – Comparação entre as concentrações de DBO₅, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

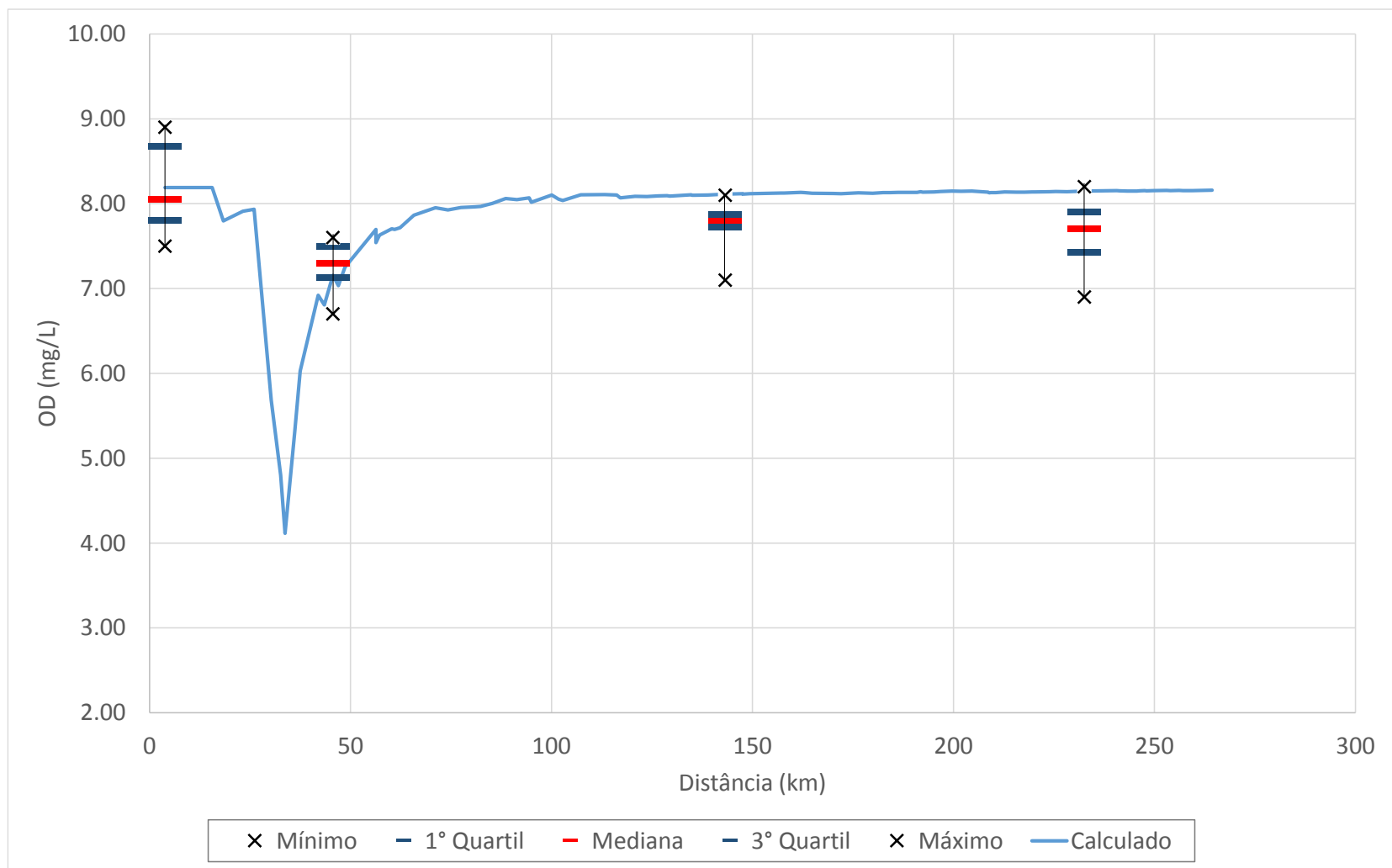


Figura 4.29 – Comparação entre as concentrações de OD, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

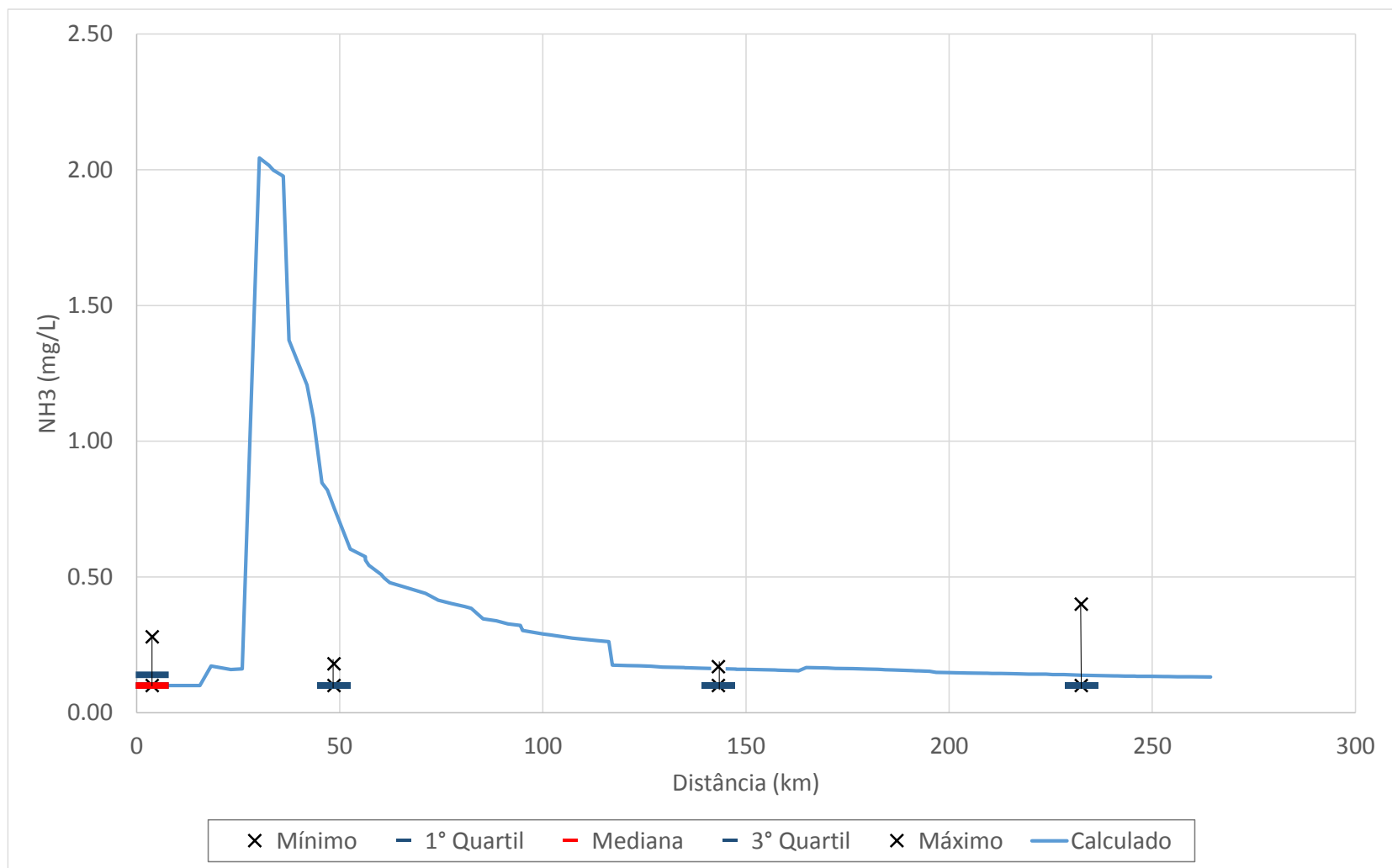


Figura 4.30 – Comparação entre as concentrações de NH₃, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

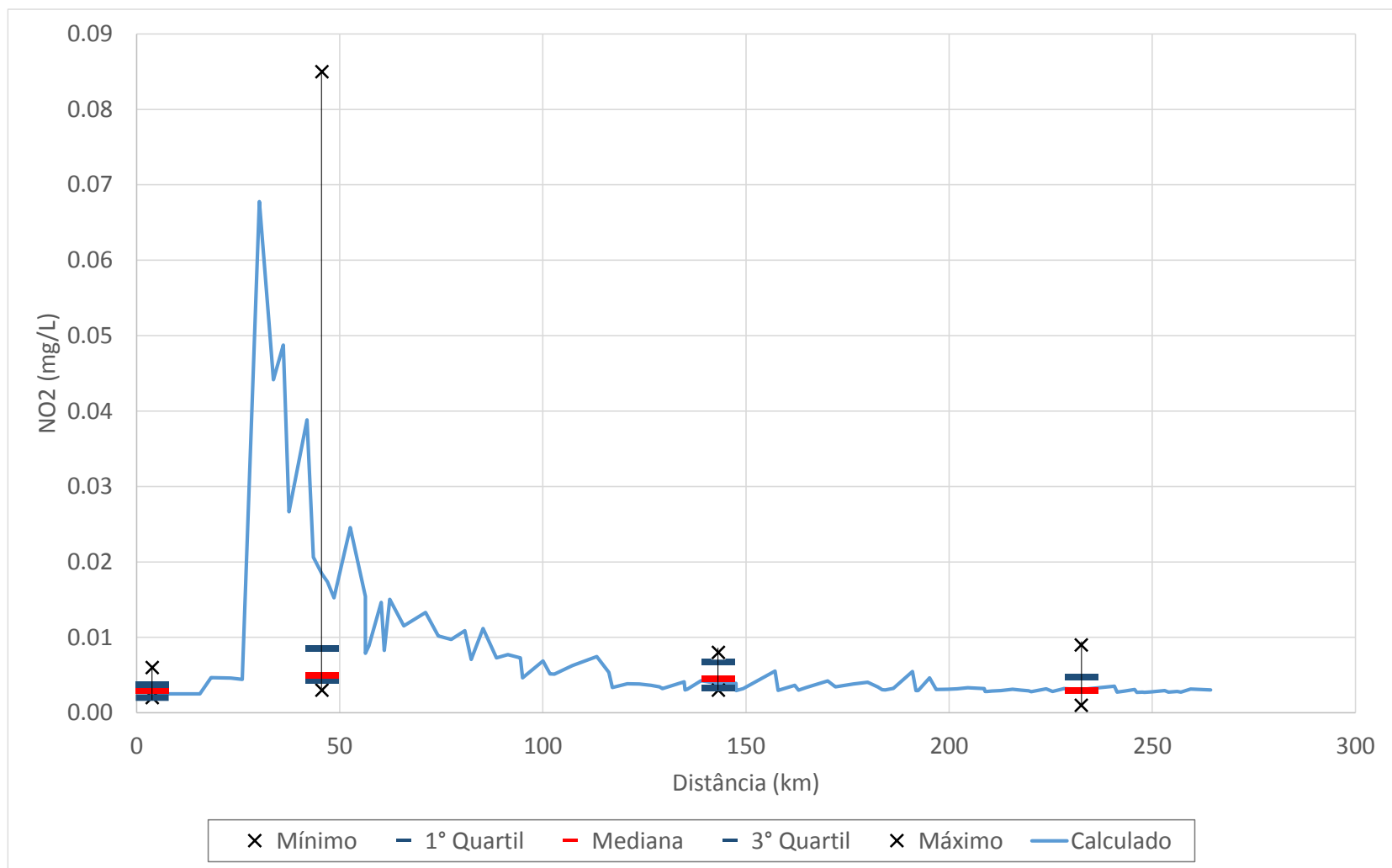


Figura 4.31 – Comparação entre as concentrações de NO₂, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

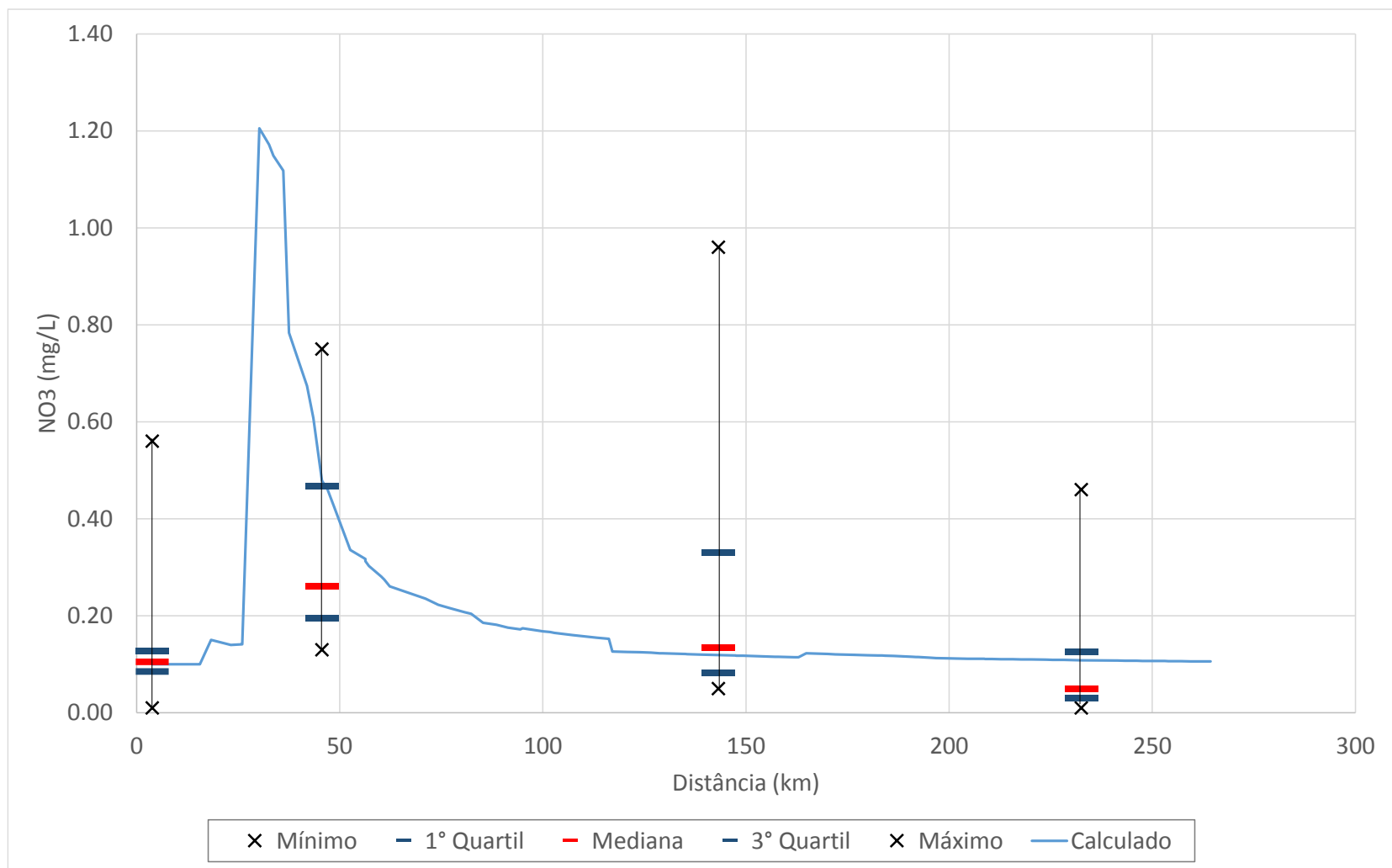


Figura 4.32 – Comparação entre as concentrações de NO_3 , em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

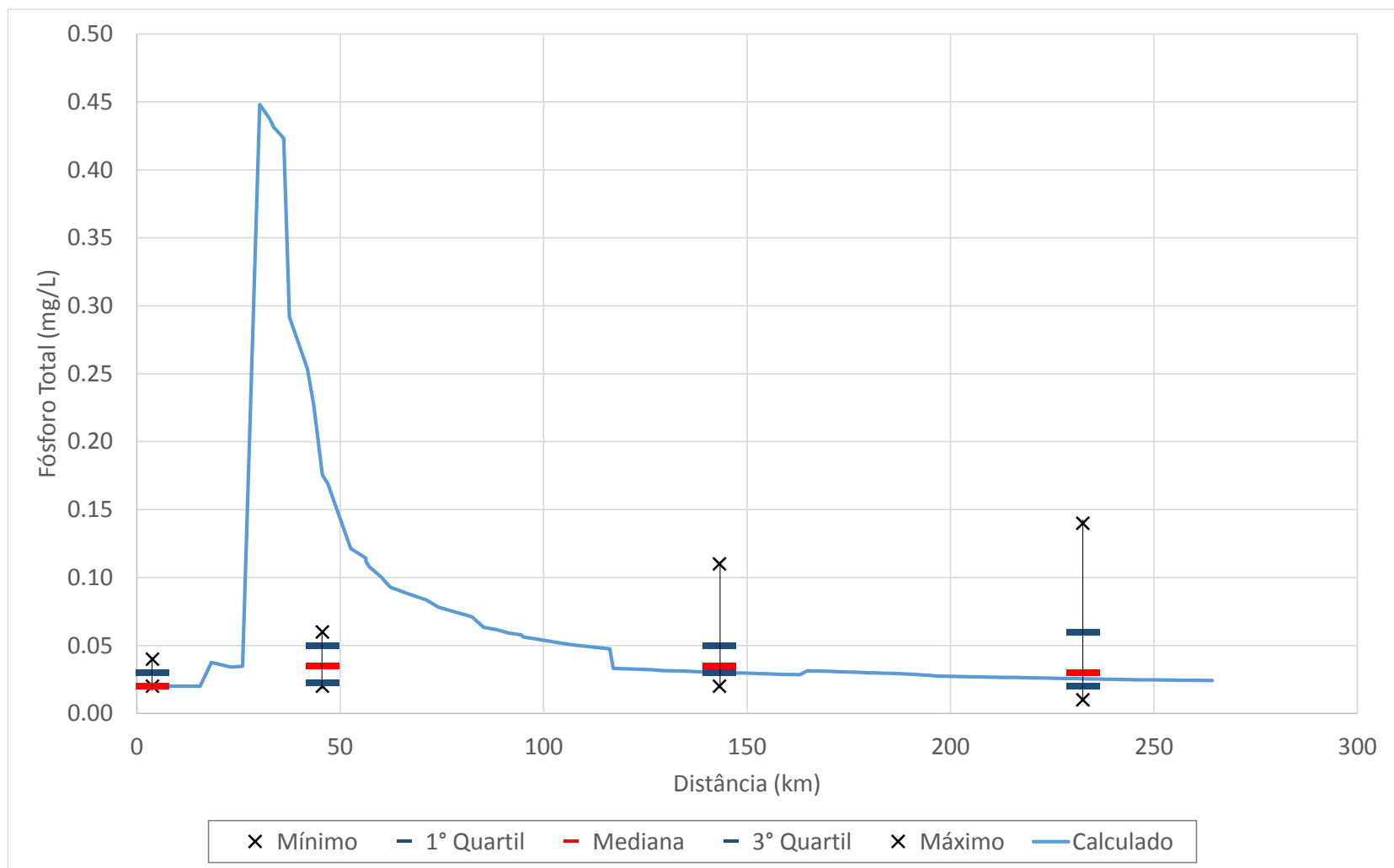


Figura 4.33 – Comparação entre as concentrações de Fósforo Total, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

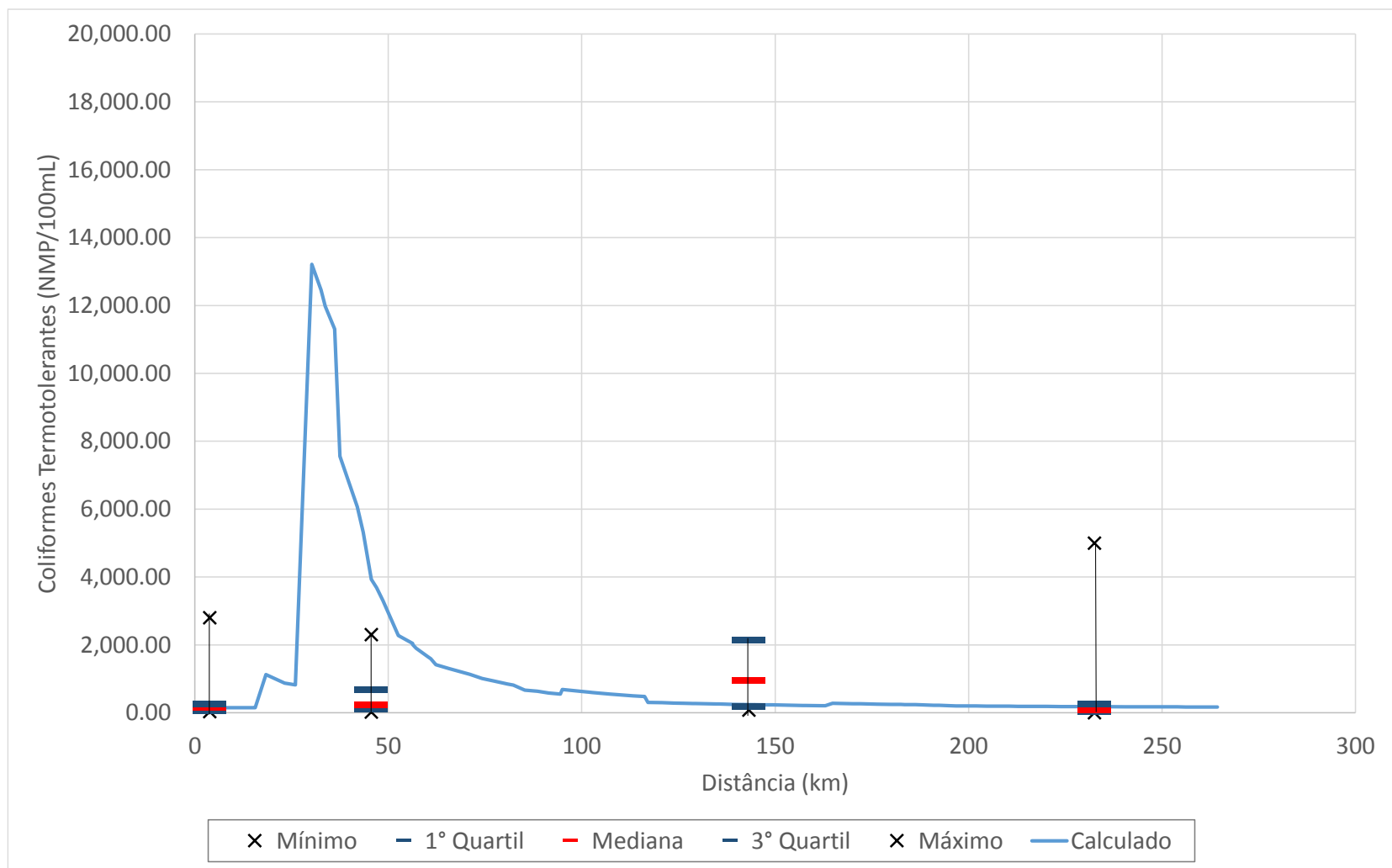


Figura 4.34 – Comparação entre as concentrações de Coliformes Termotolerantes, em NMP/100 mL, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Abaeté (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

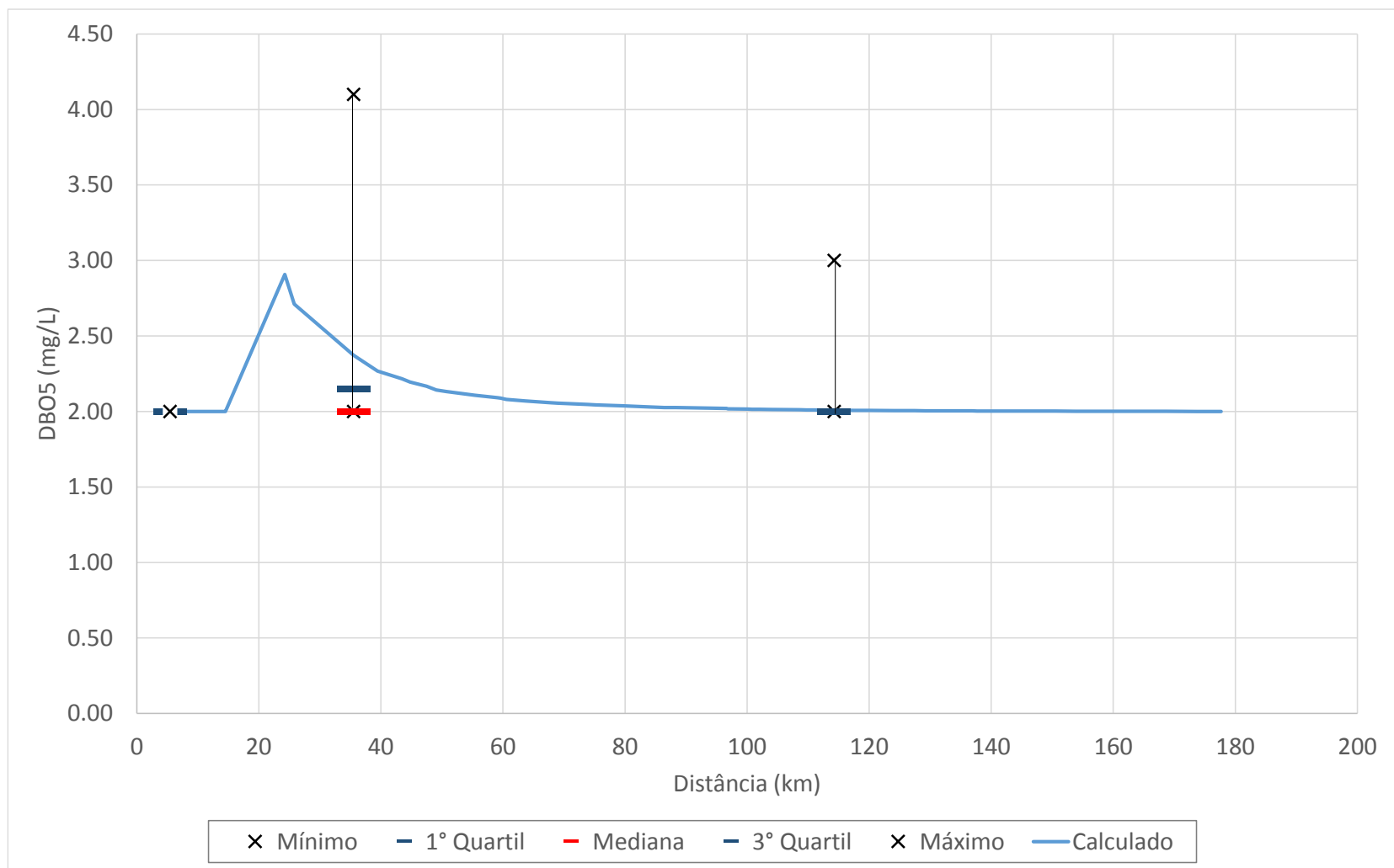


Figura 4.35 – Comparação entre as concentrações de DBO₅, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

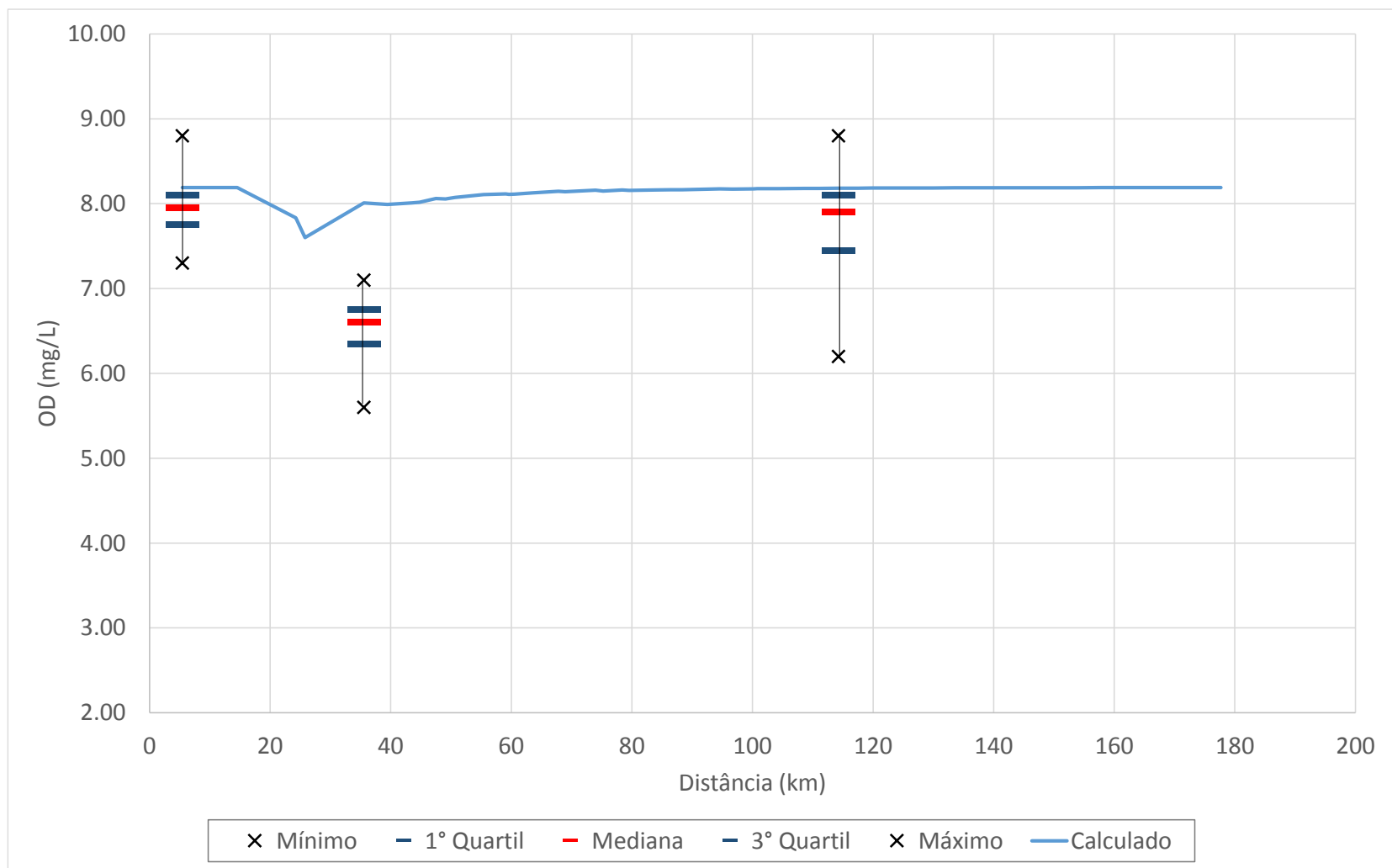


Figura 4.36 – Comparação entre as concentrações de OD, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

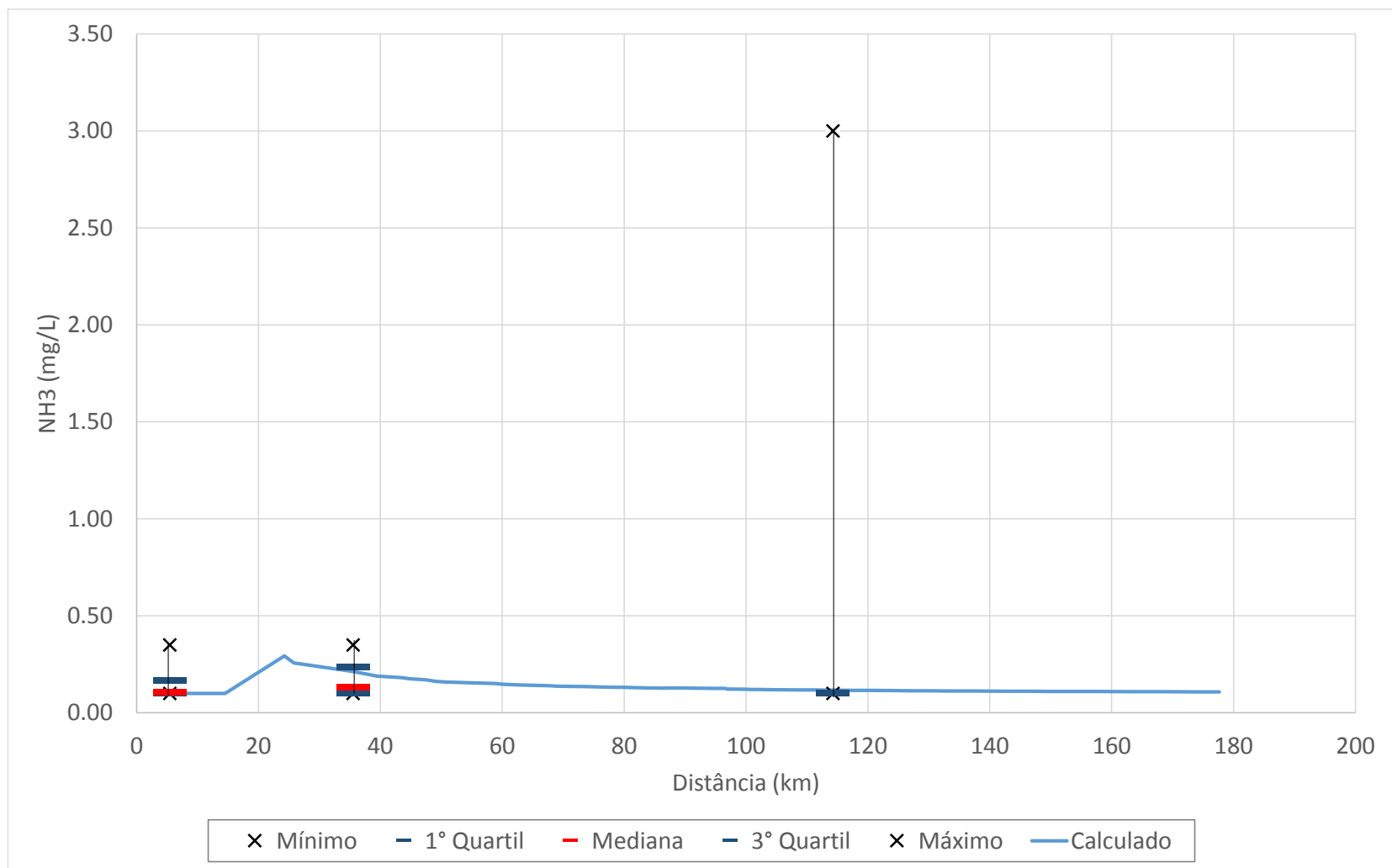


Figura 4.37 – Comparação entre as concentrações de NH_3 , em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

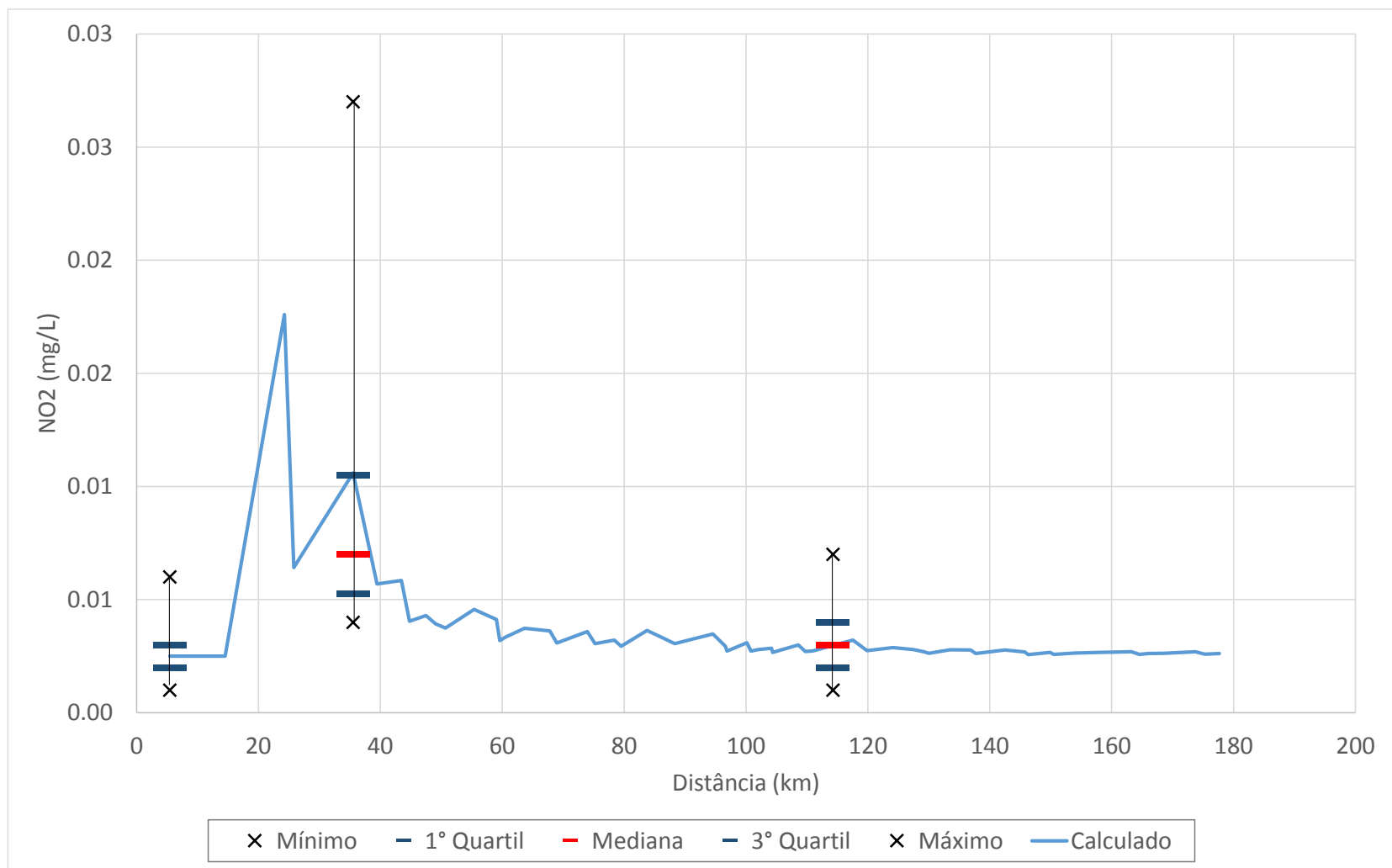


Figura 4.38 – Comparação entre as concentrações de NO₂, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

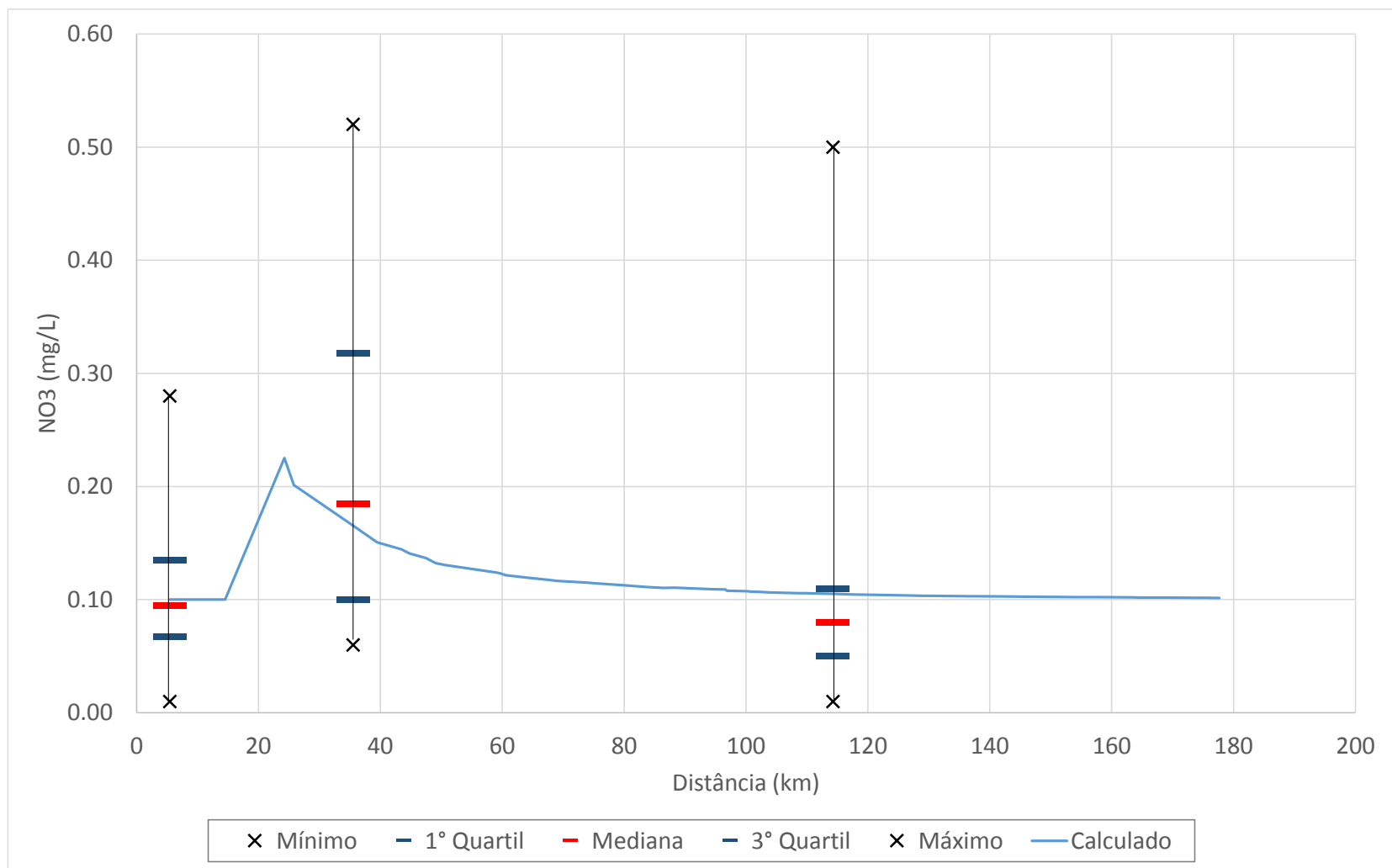


Figura 4.39 – Comparação entre as concentrações de NO₃, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

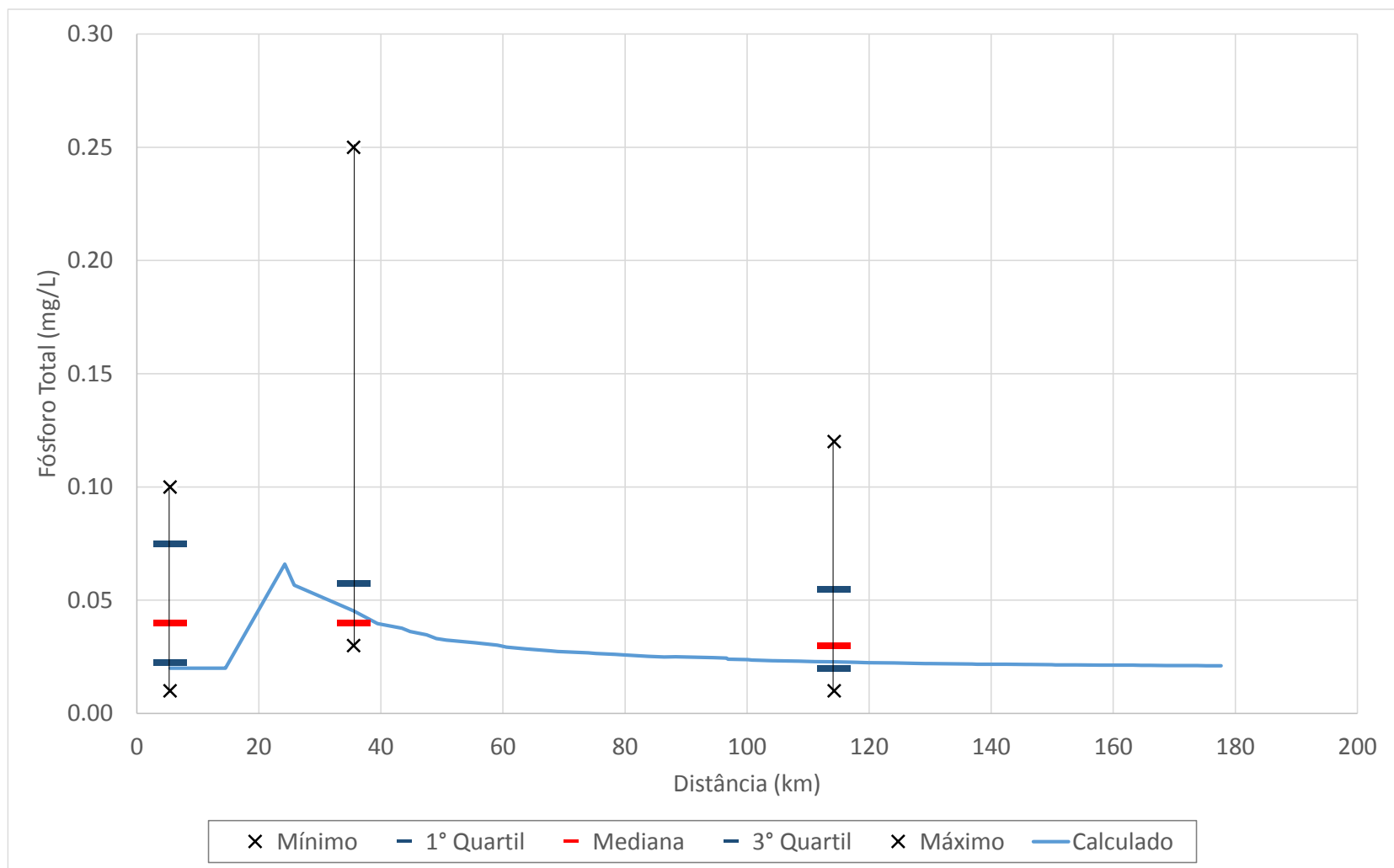


Figura 4.40 – Comparação entre as concentrações de Fósforo Total, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

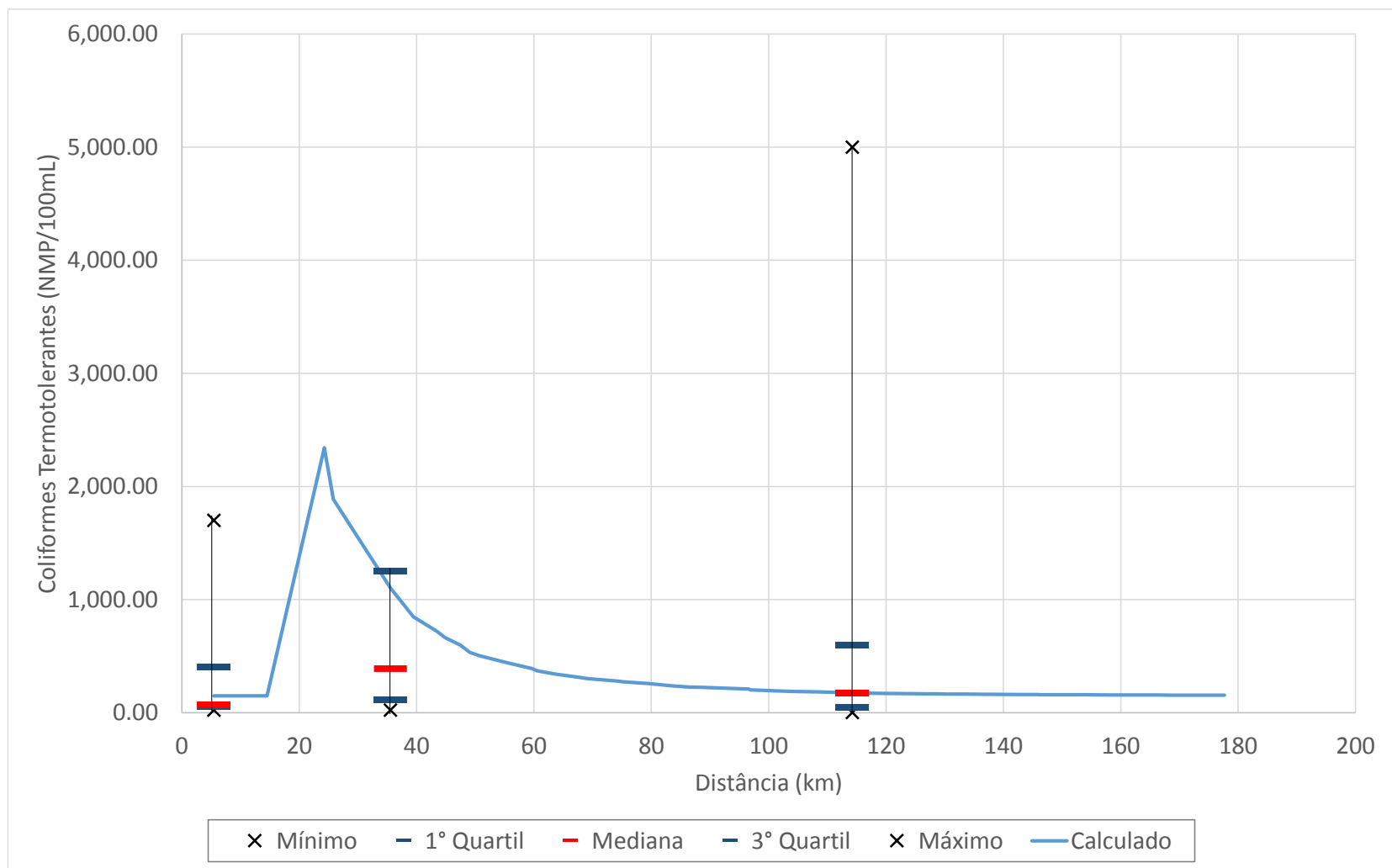


Figura 4.41 – Comparação entre as concentrações de Coliformes Termotolerantes, em NMP/100 mL, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Borrachudo (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

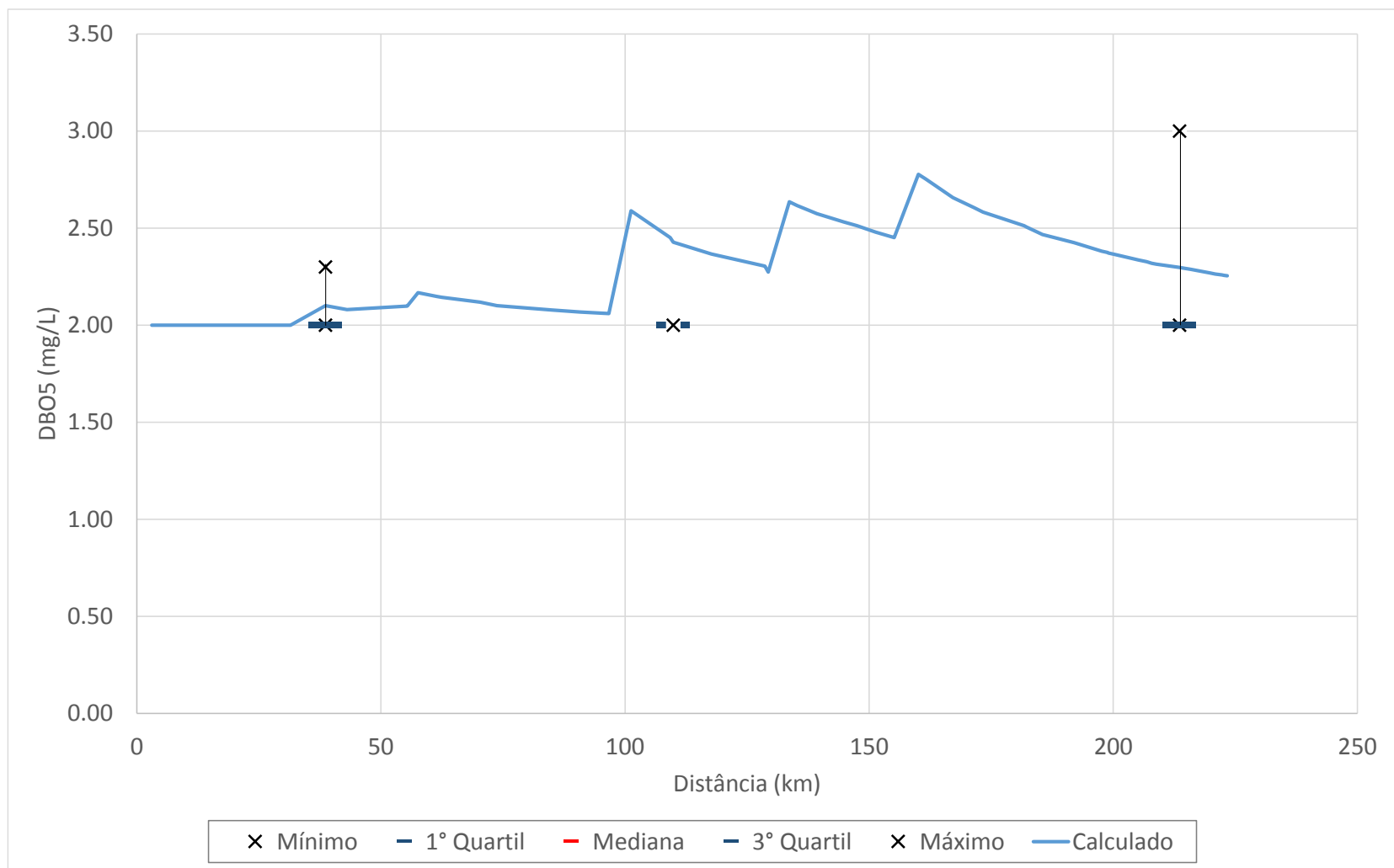


Figura 4.42 – Comparação entre as concentrações de DBO₅, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

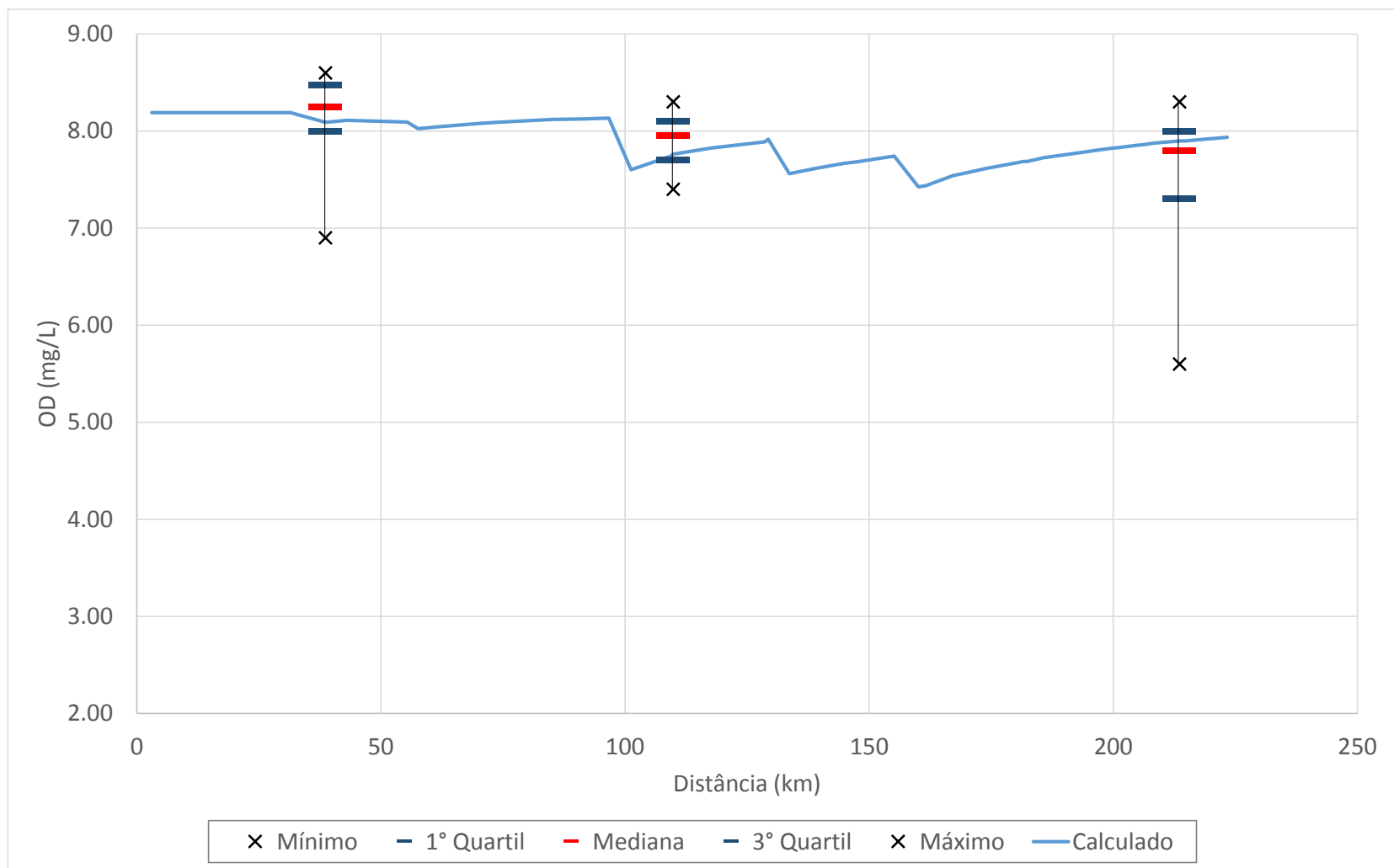


Figura 4.43 – Comparação entre as concentrações de OD, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

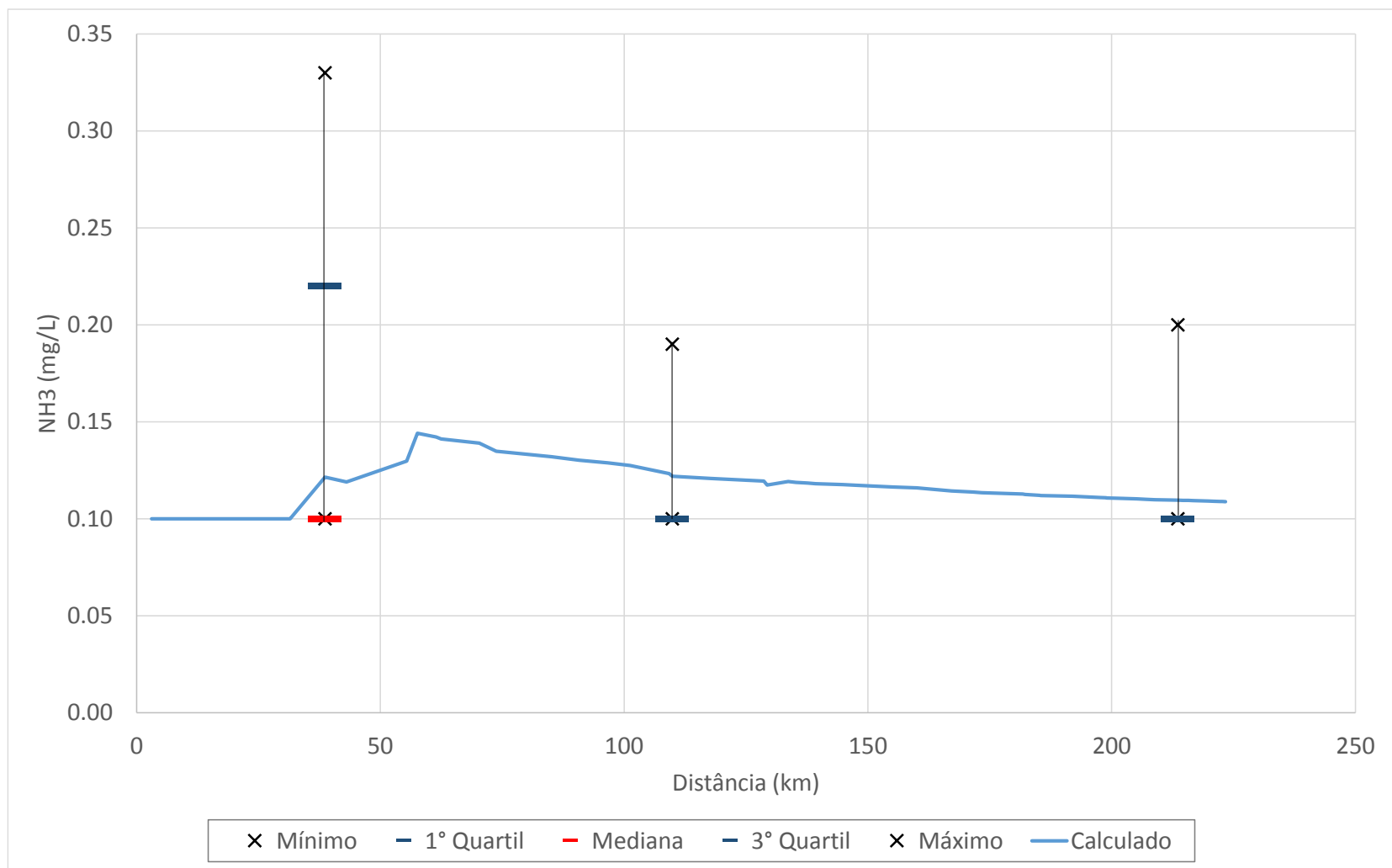


Figura 4.44 – Comparação entre as concentrações de NH_3 , em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

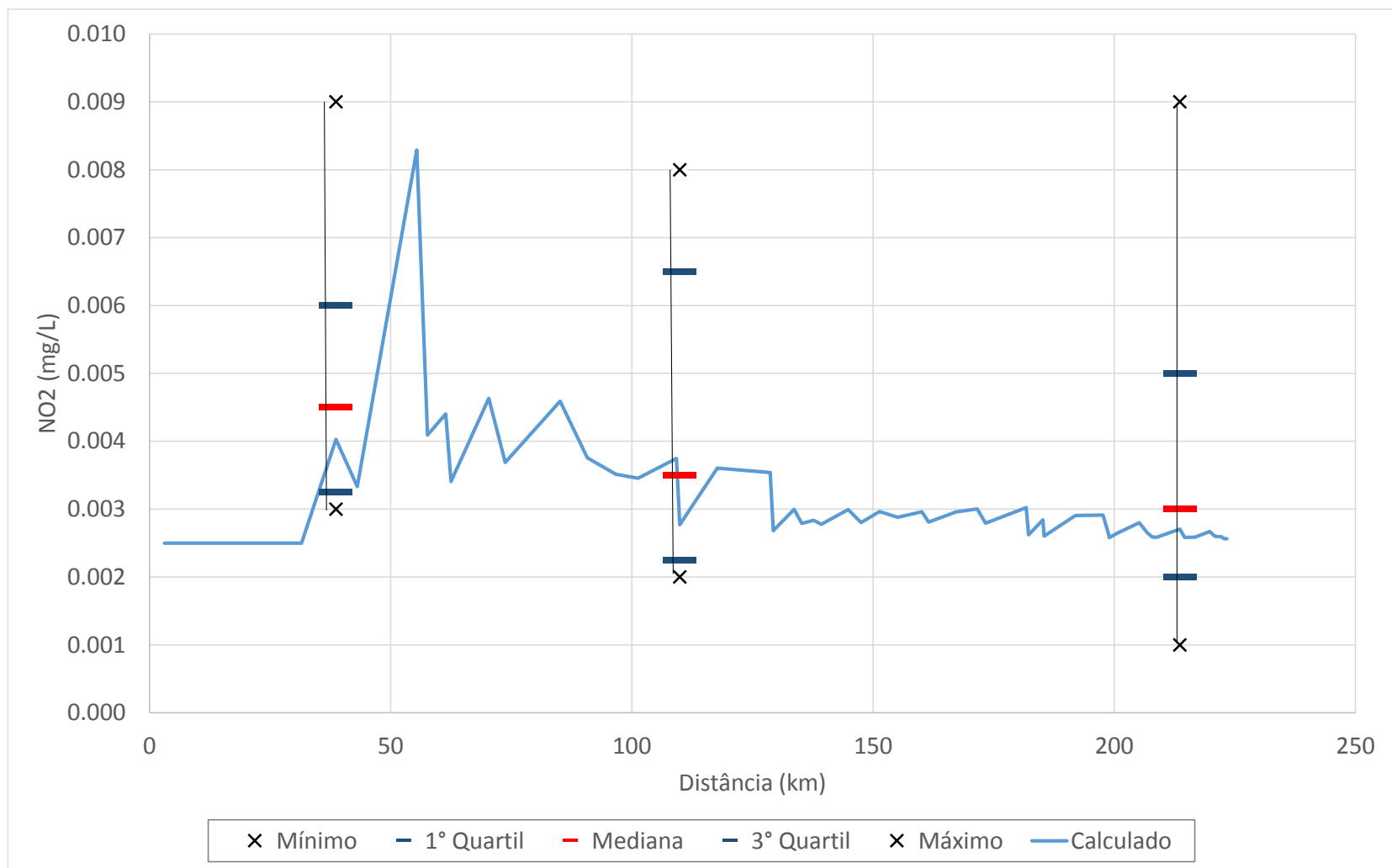


Figura 4.45 – Comparação entre as concentrações de NO₂, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

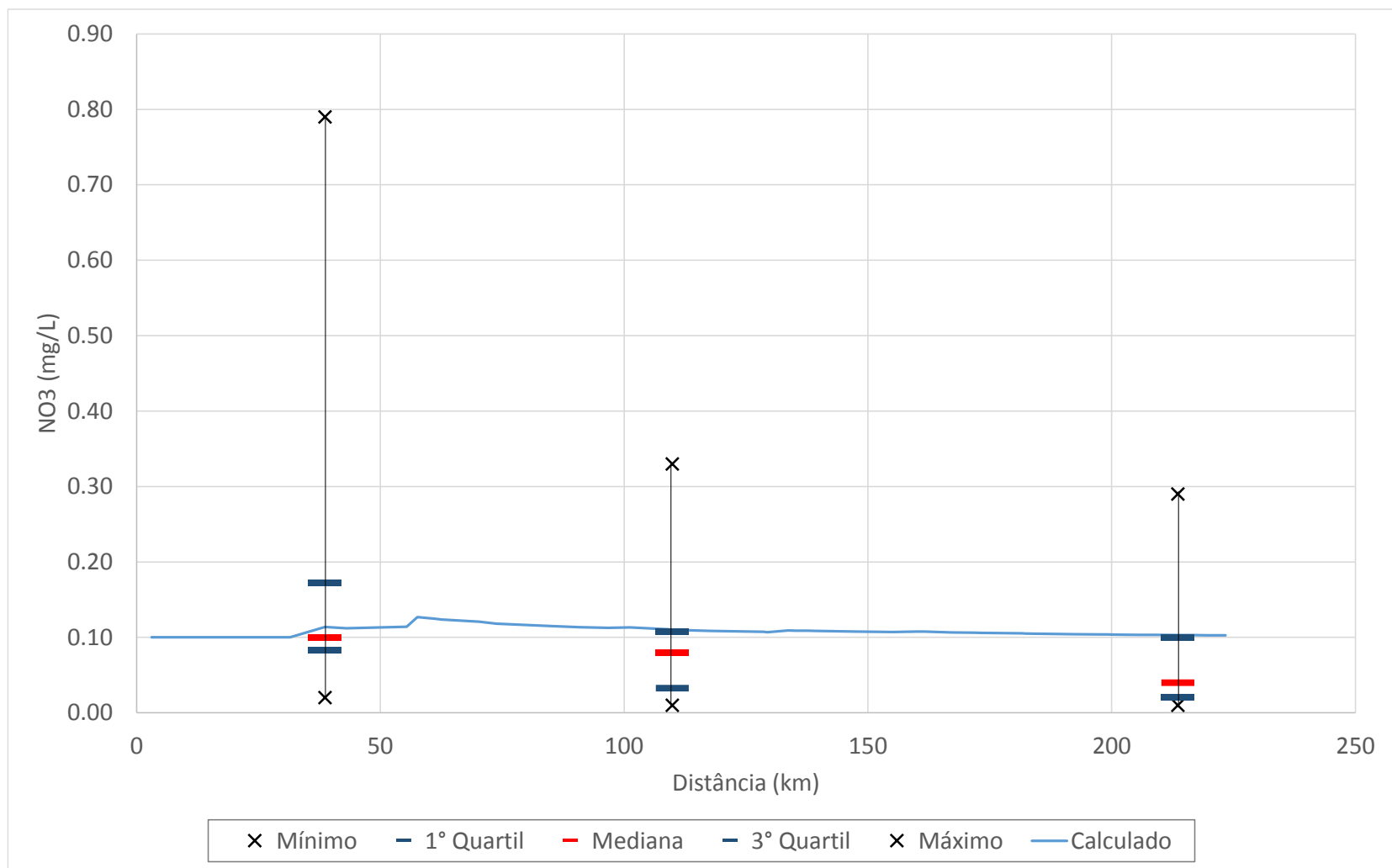


Figura 4.46 – Comparação entre as concentrações de NO_3 , em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

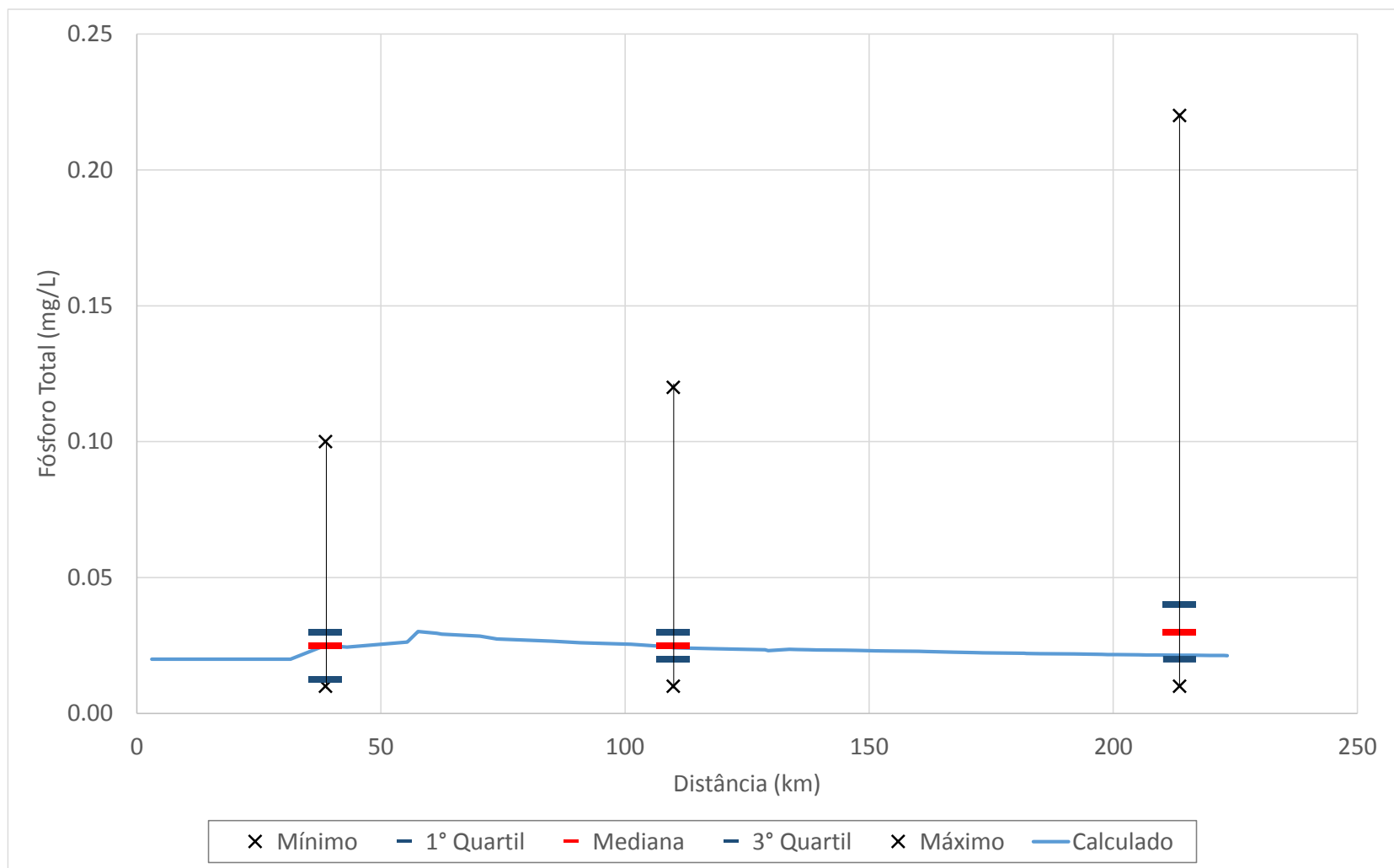


Figura 4.47 – Comparação entre as concentrações de Fósforo Total, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

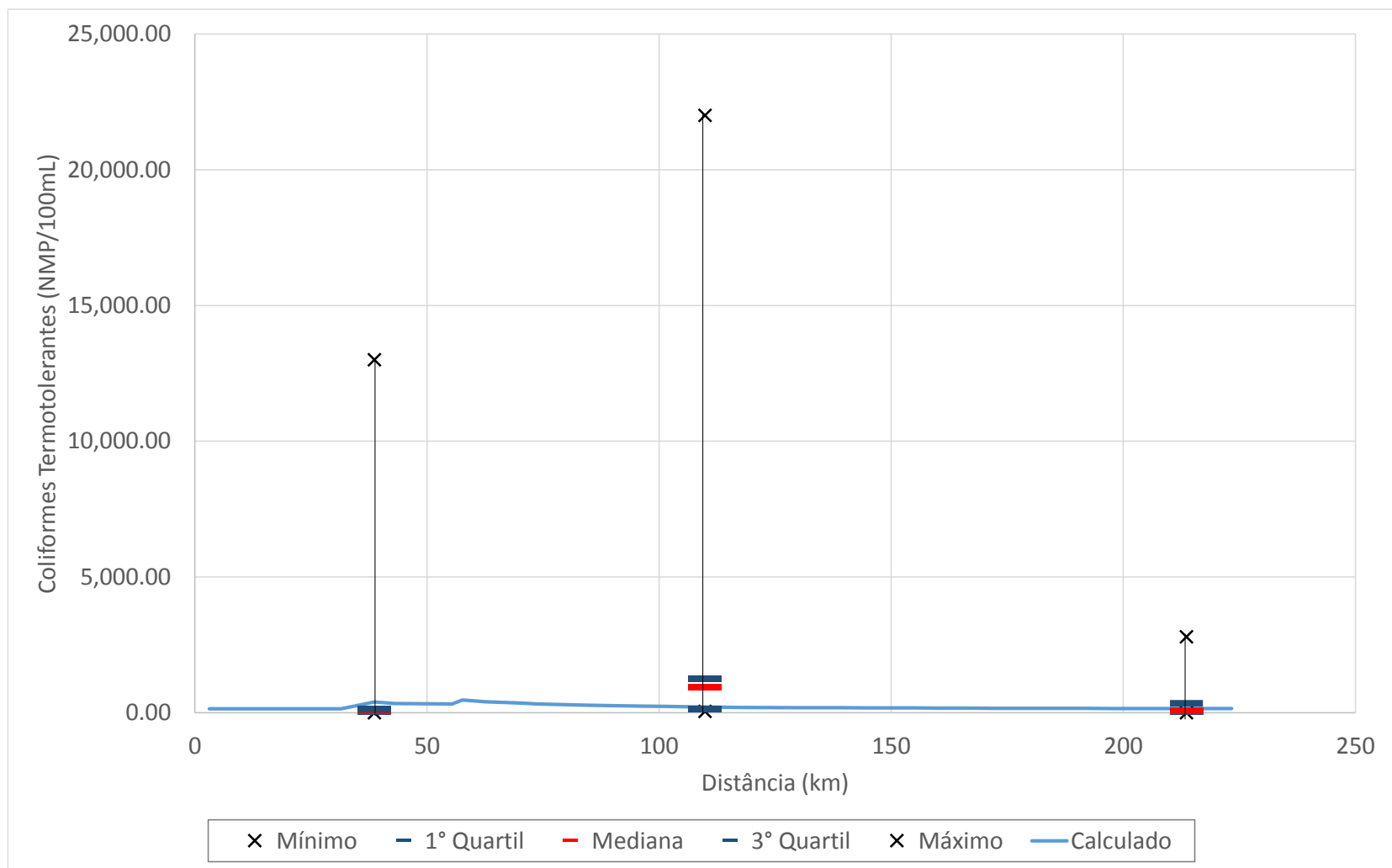


Figura 4.48 – Comparação entre as concentrações de Coliformes Termotolerantes, em NMP/100 mL, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Indaiá (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

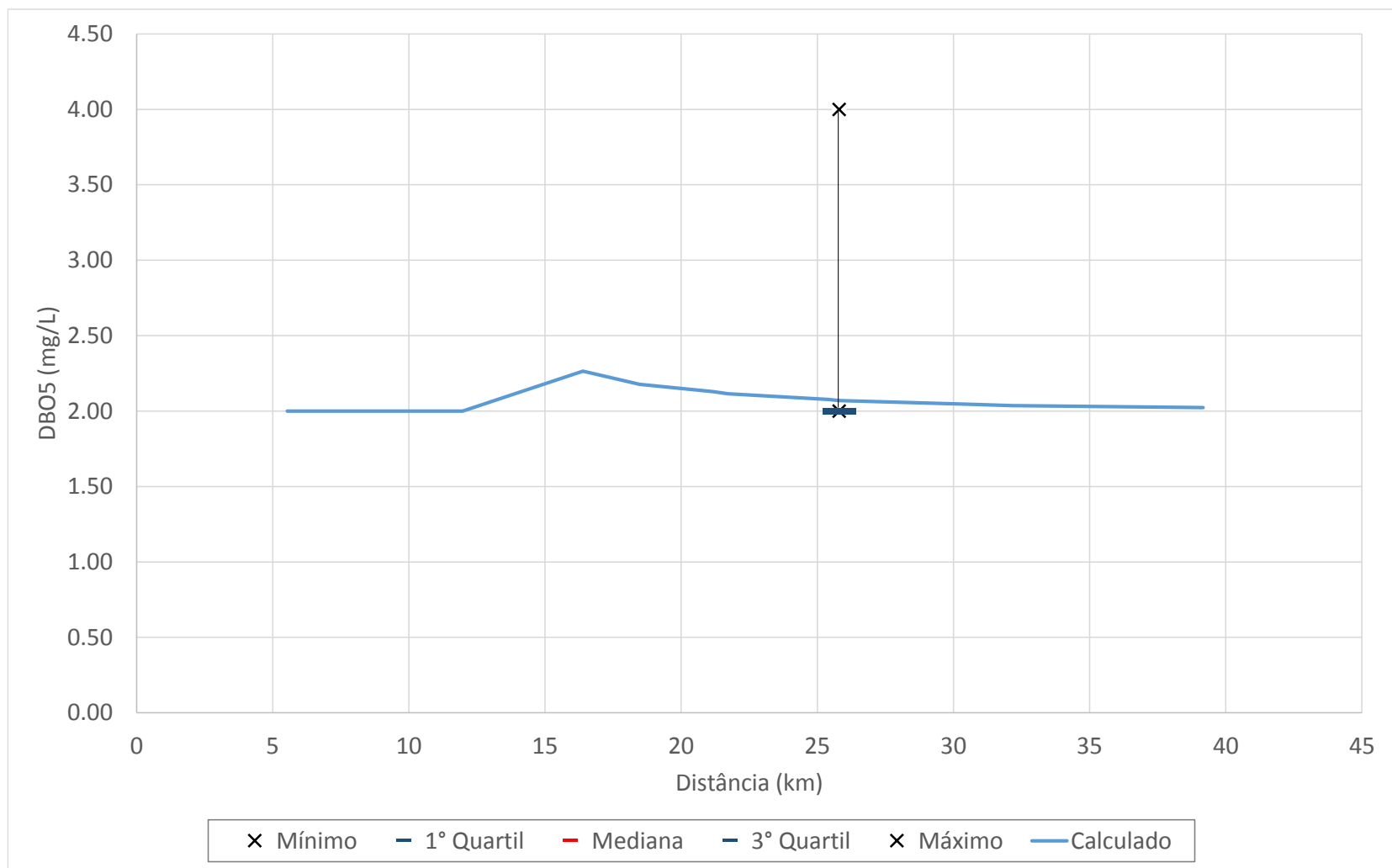


Figura 4.49 – Comparação entre as concentrações de DBO₅, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

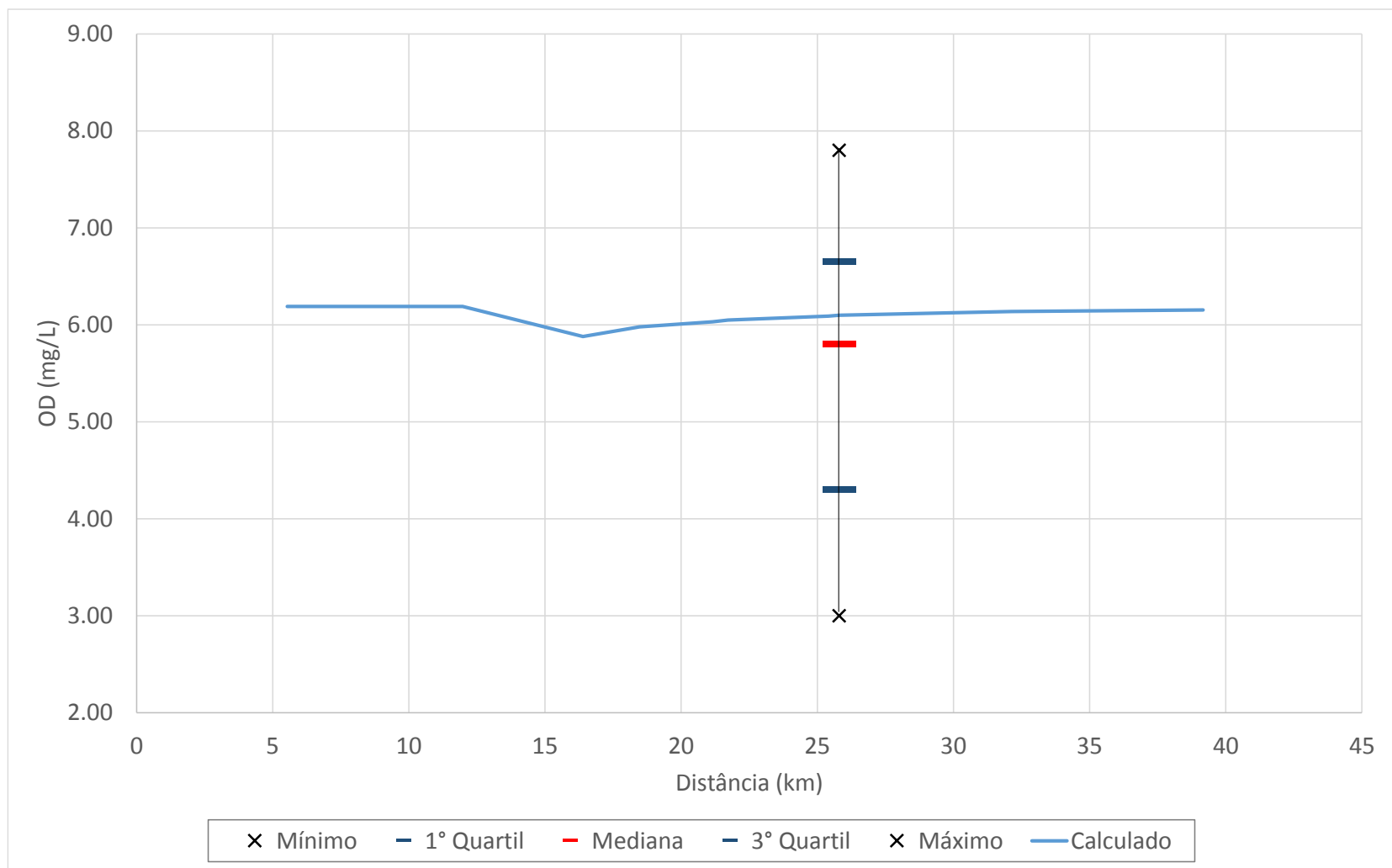


Figura 4.50 – Comparação entre as concentrações de OD, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

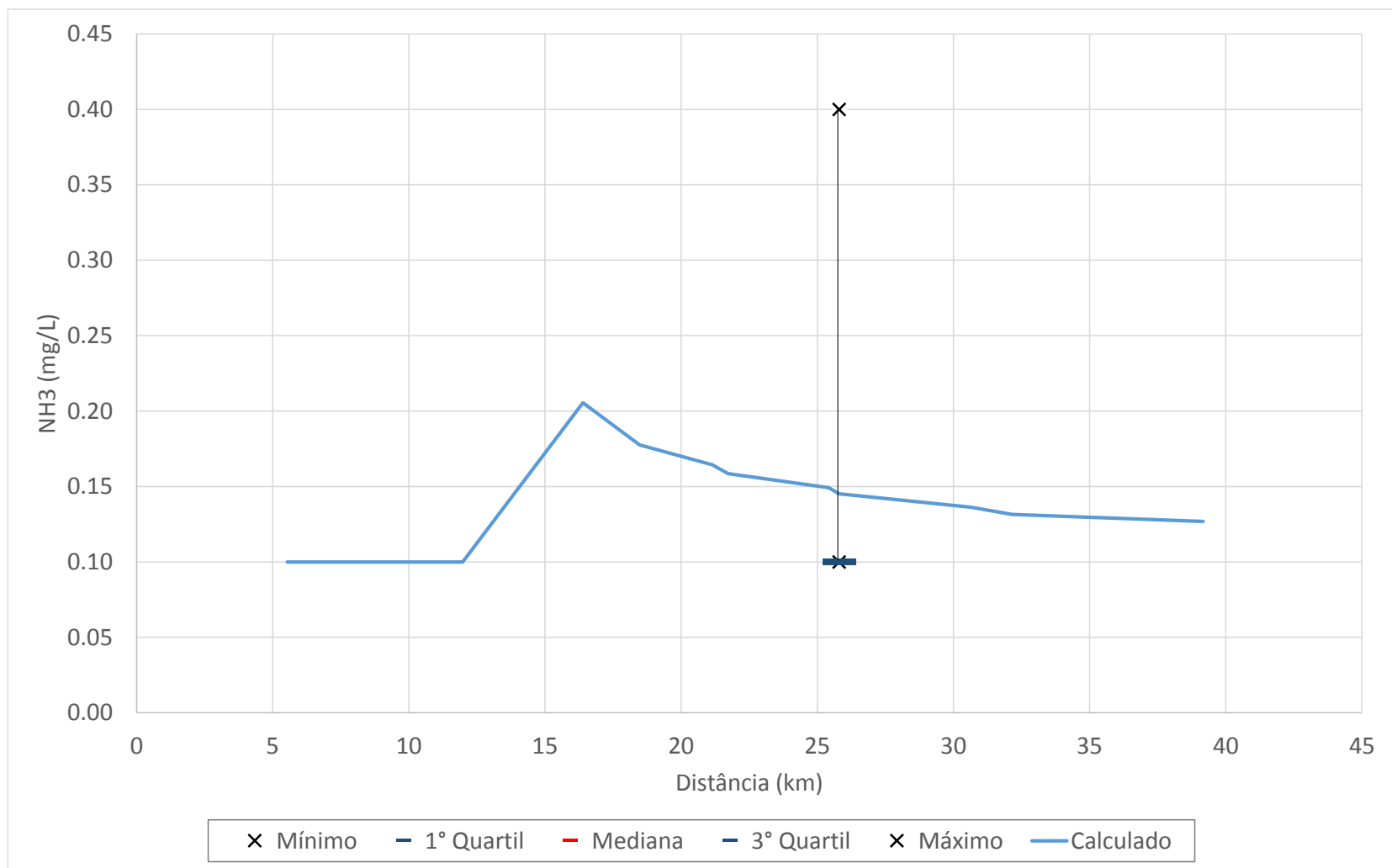


Figura 4.51 – Comparação entre as concentrações de NH₃, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

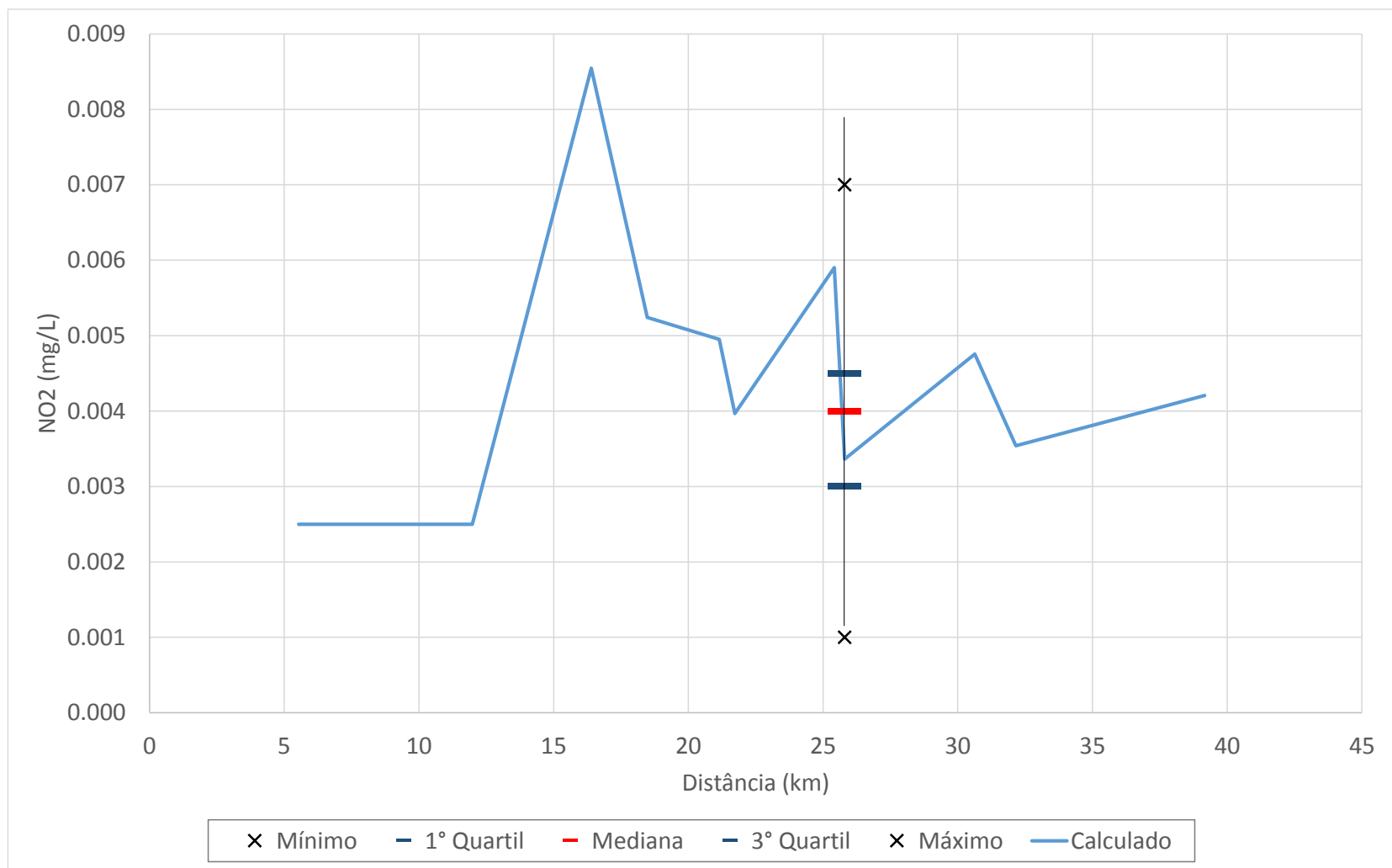


Figura 4.52 – Comparação entre as concentrações de NO₂, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

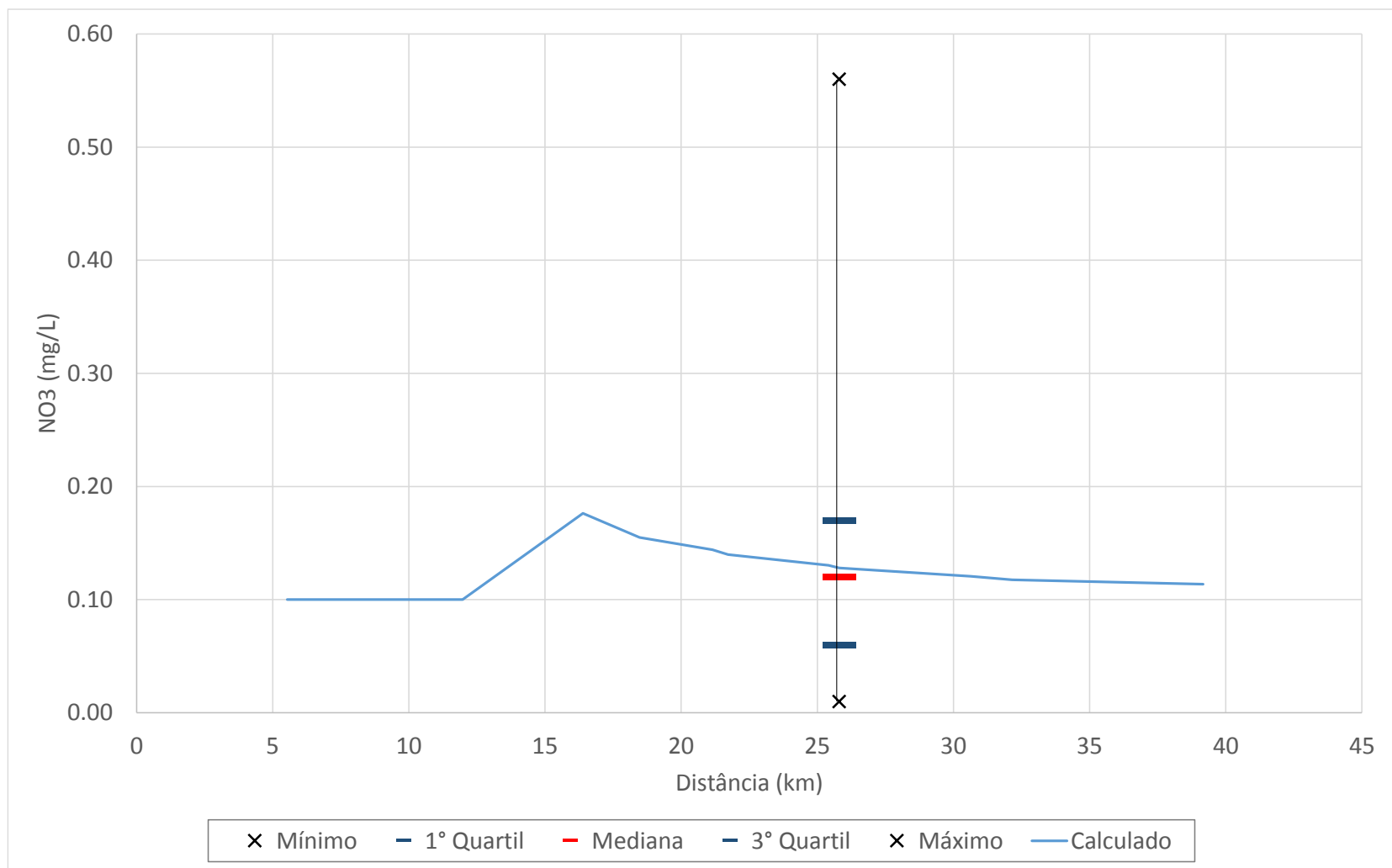


Figura 4.53 – Comparação entre as concentrações de NO_3 , em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

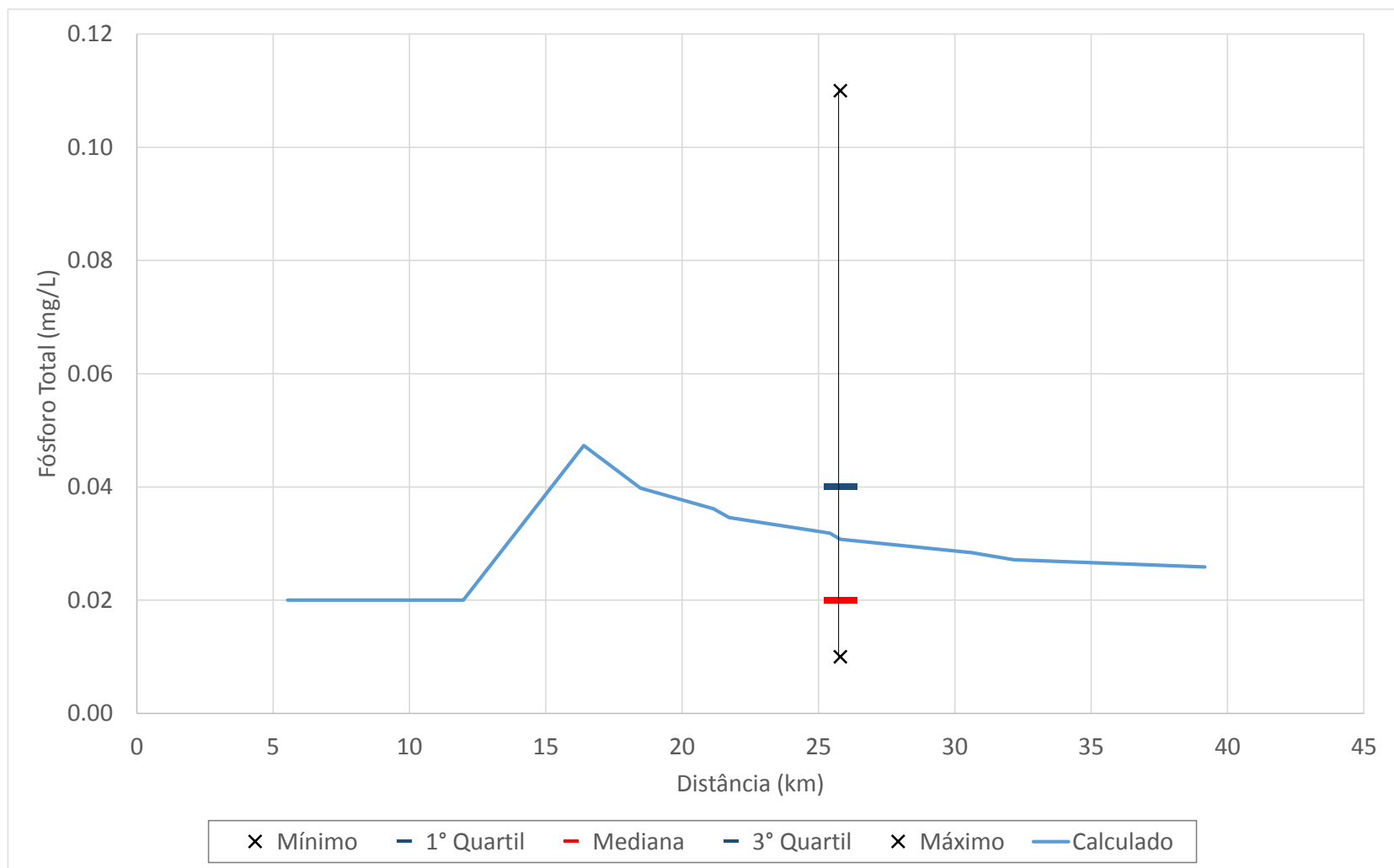


Figura 4.54 – Comparação entre as concentrações de Fósforo Total, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

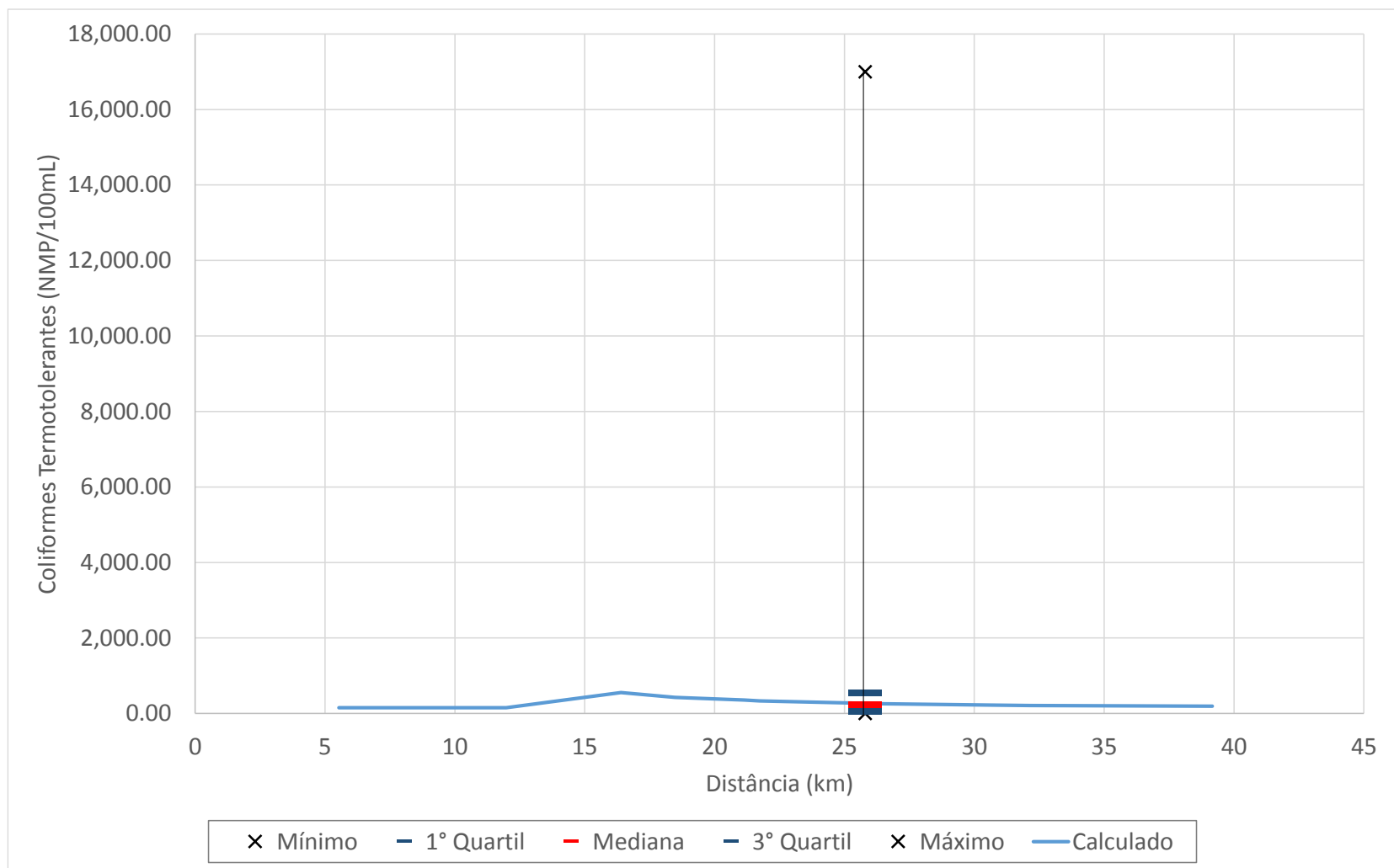


Figura 4.55 – Comparação entre as concentrações de Coliformes Termotolerantes, em NMP/100 mL, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Sucuriú (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

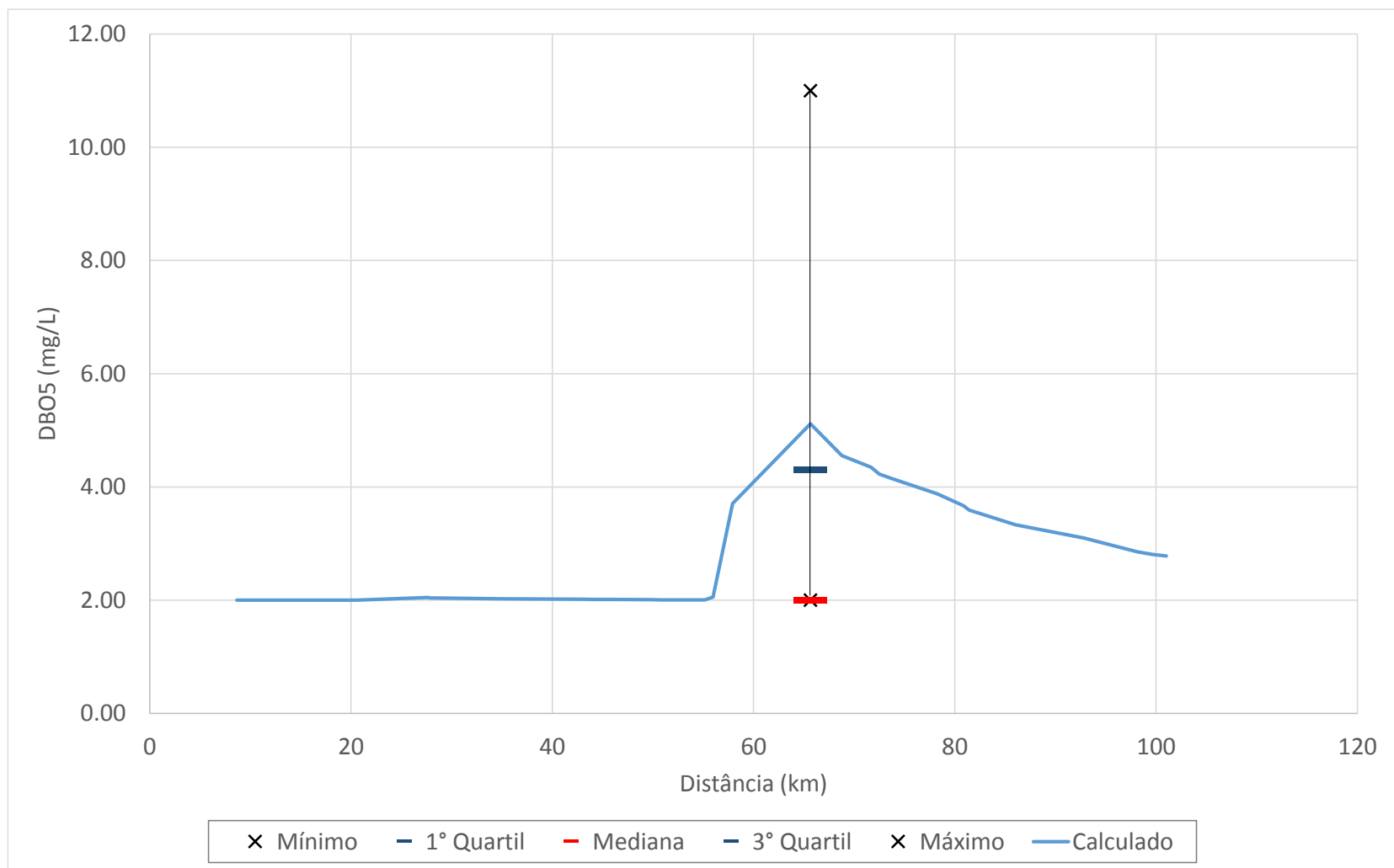


Figura 4.56 – Comparação entre as concentrações de DBO₅, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

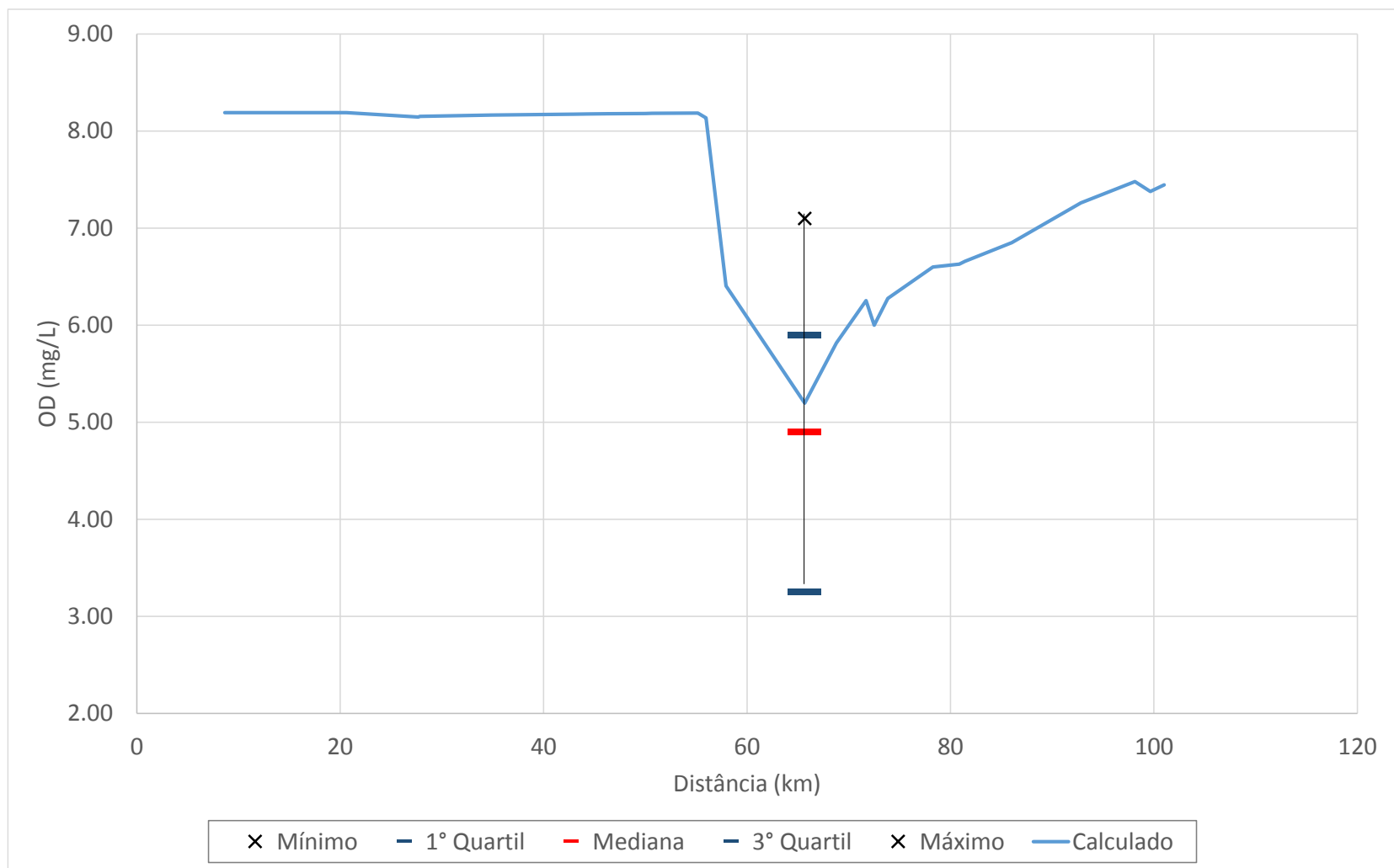


Figura 4.57 – Comparação entre as concentrações de OD, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

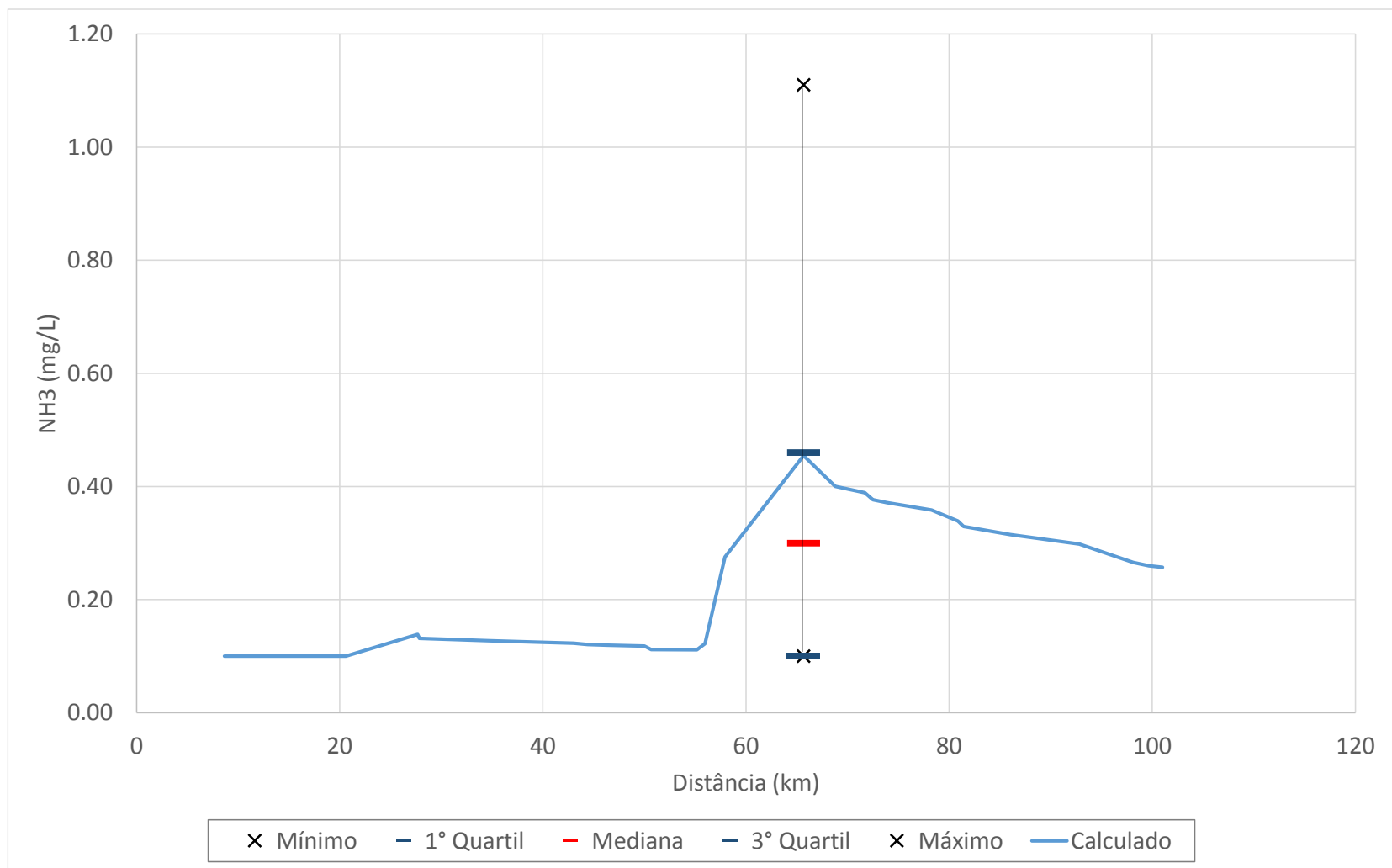


Figura 4.58 – Comparação entre as concentrações de NH₃, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

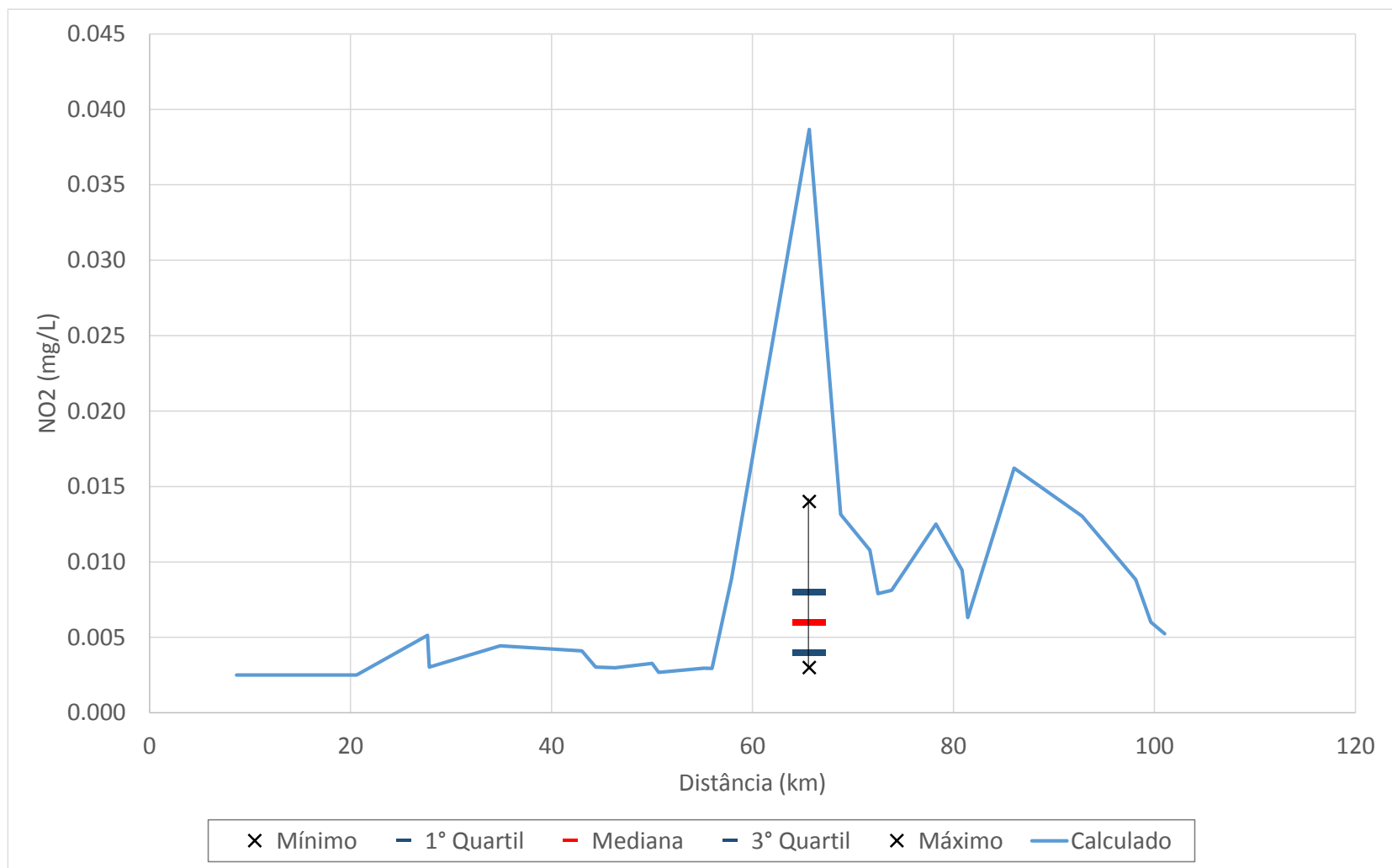


Figura 4.59 – Comparação entre as concentrações de NO₂, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

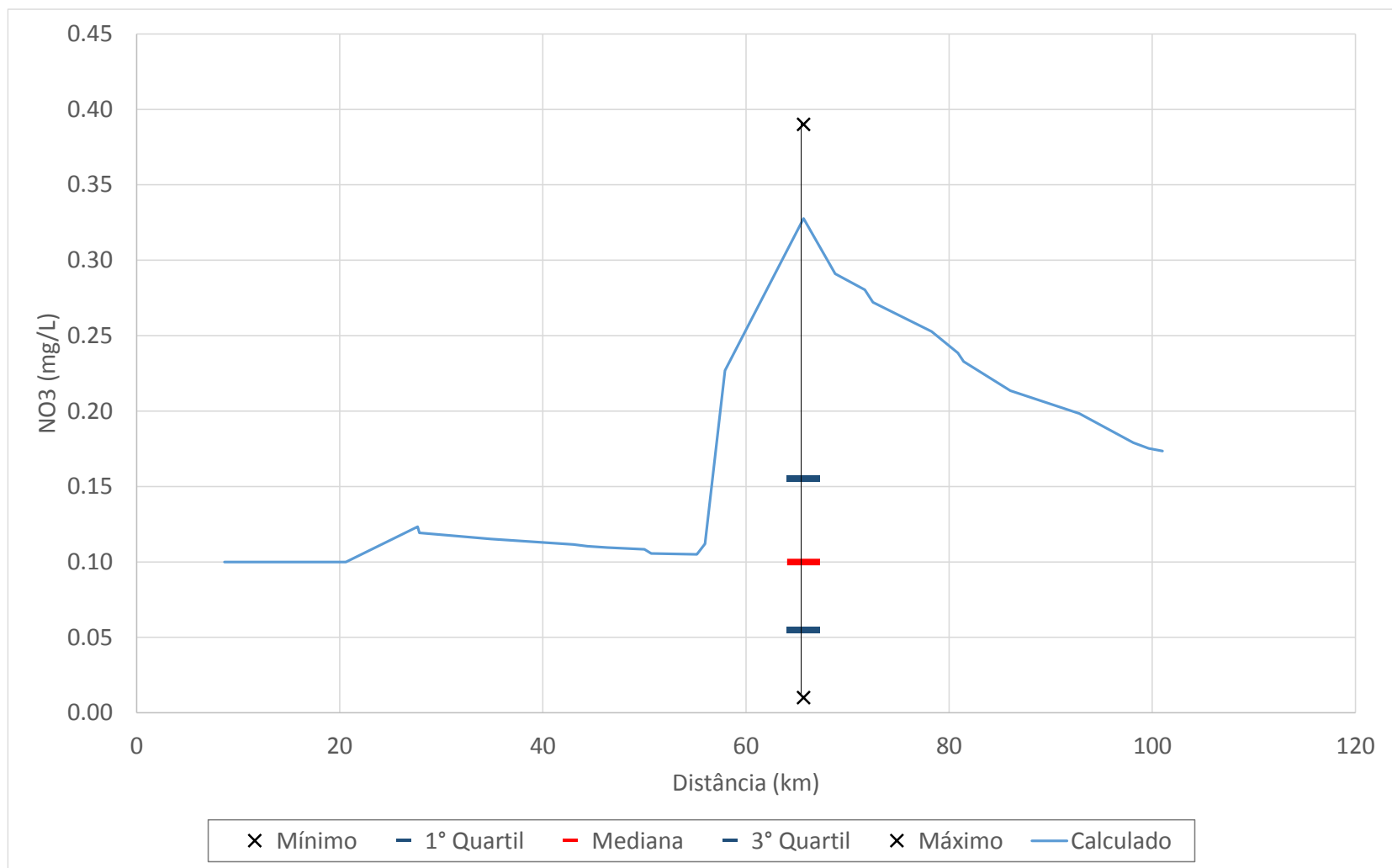


Figura 4.60 – Comparação entre as concentrações de NO₃, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

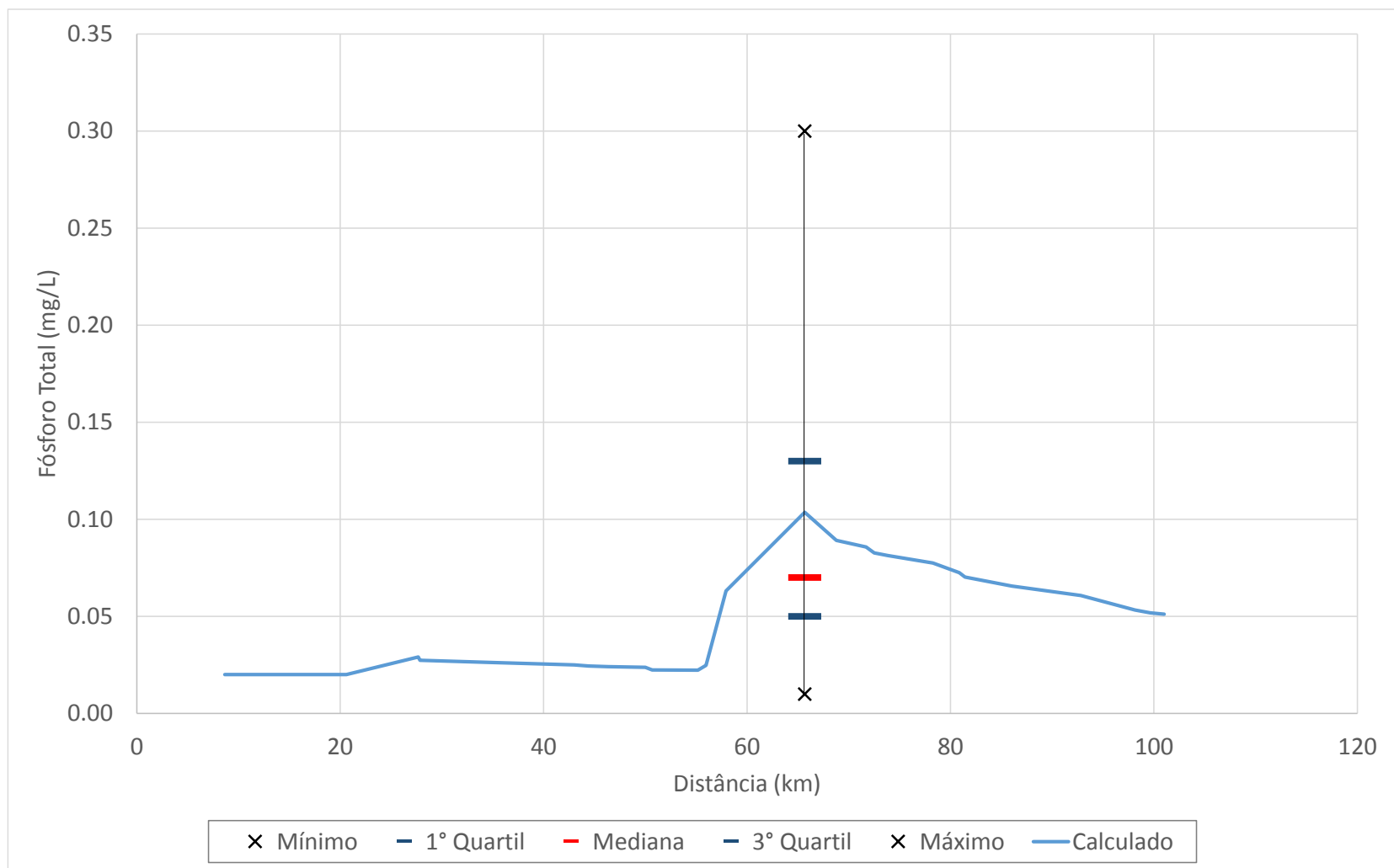


Figura 4.61 – Comparação entre as concentrações de Fósforo Total, em mg/L, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

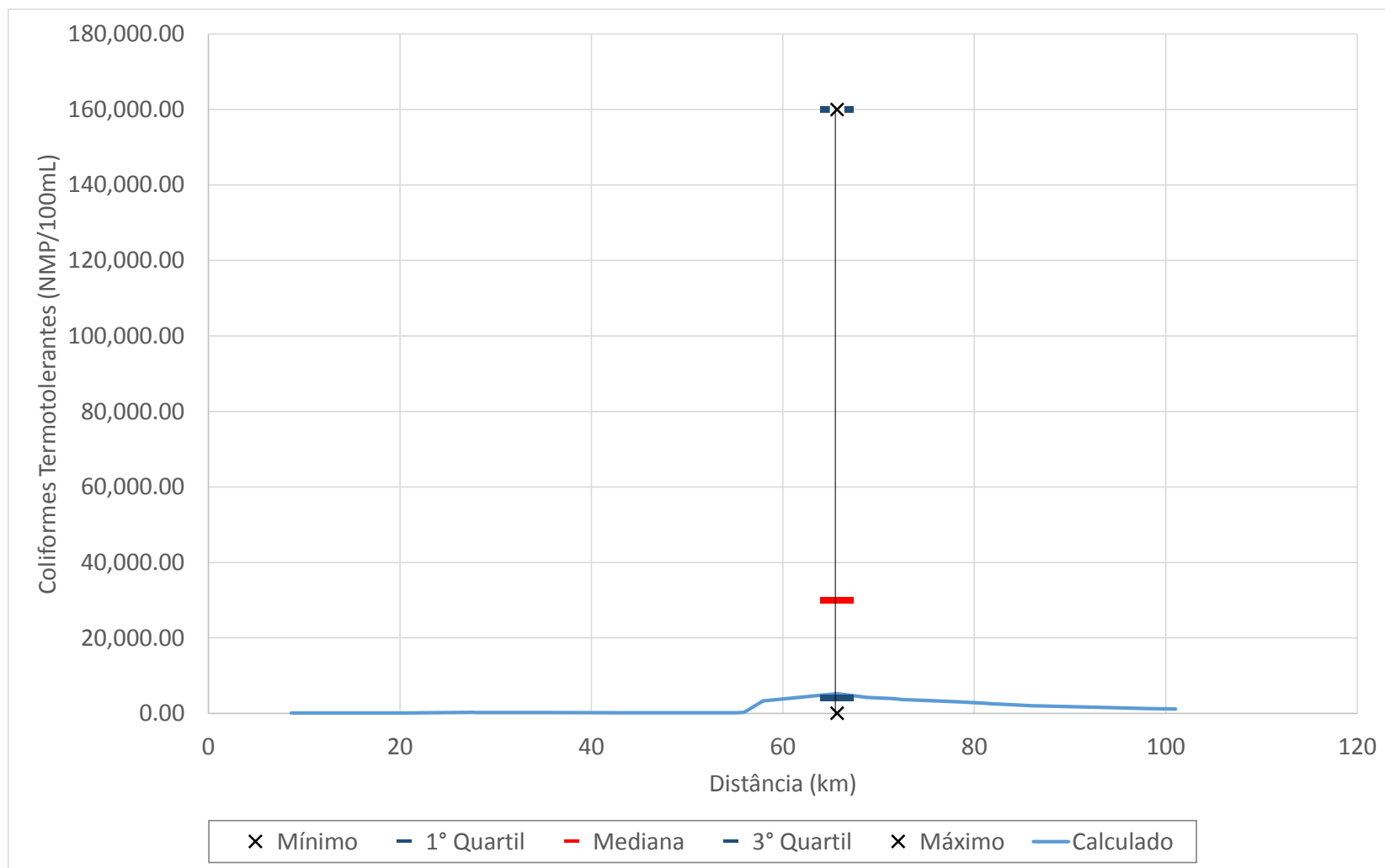


Figura 4.62 – Comparação entre as concentrações de Coliformes Termotolerantes, em NMP/100 mL, estimadas pelo modelo e os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do ribeirão Marmelada (de montante para jusante). Os dados observados são apresentados como boxplot.

Simulação de balanço qualitativo na cena atual

Foram realizadas simulações de qualidade da água com o modelo para período de estiagem na cena atual, considerando as vazões de referência $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{90\%}$. Apesar do modelo simular 11 variáveis de qualidade da água, avaliou-se a classe resultante para sete variáveis (DBO_5 , OD, NH_3 , NO_2 , NO_3 , Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes) ao longo dos cursos d'água uma vez que estas variáveis possuem classificação definida na Resolução CONAMA N° 357.

Da **Figura 4.63** a **Figura 4.65** são apresentados os resultados da classificação resultante de sete variáveis de qualidade da água para a condição atual, considerando as vazões de referência $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{90\%}$. Em geral, ocorrem pequenas modificações em termos de classificação para diferentes vazões de referência. Percebe-se também que o impacto dos lançamentos de efluentes na classificação de qualidade da água tem grande extensão espacial no rio Abaeté, rio Borrachudo, rio Indaiá e ribeirão Marmelada, promovido por centros urbanos localizados nas cabeceiras das sub-bacias.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV4	Data de Emissão Julho/2015	Página 178
------------------------------	--	-------------------------------	---------------

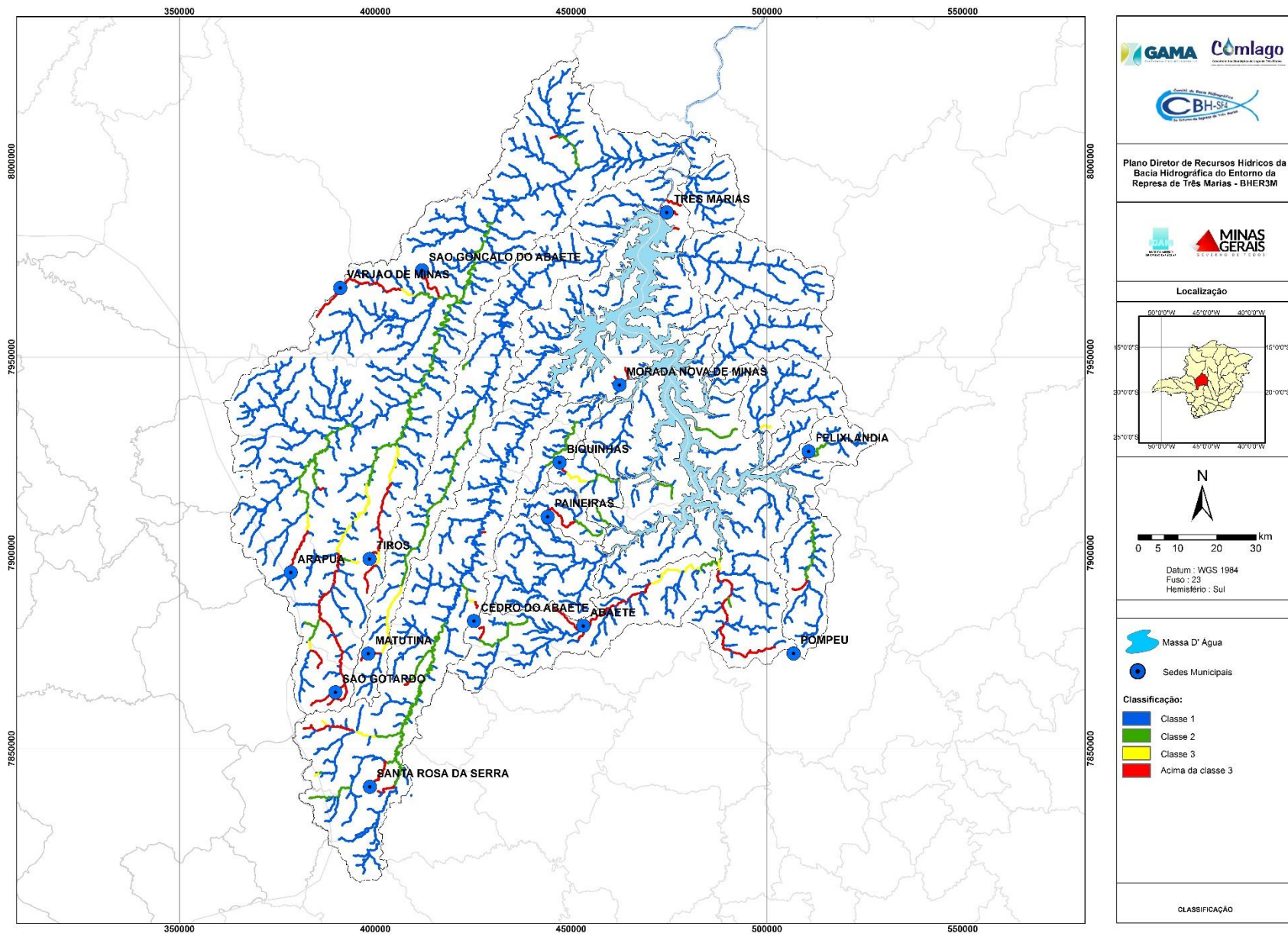


Figura 4.63 – Classificação dos trechos para a cena atual, considerando a $Q_{90\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 179
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

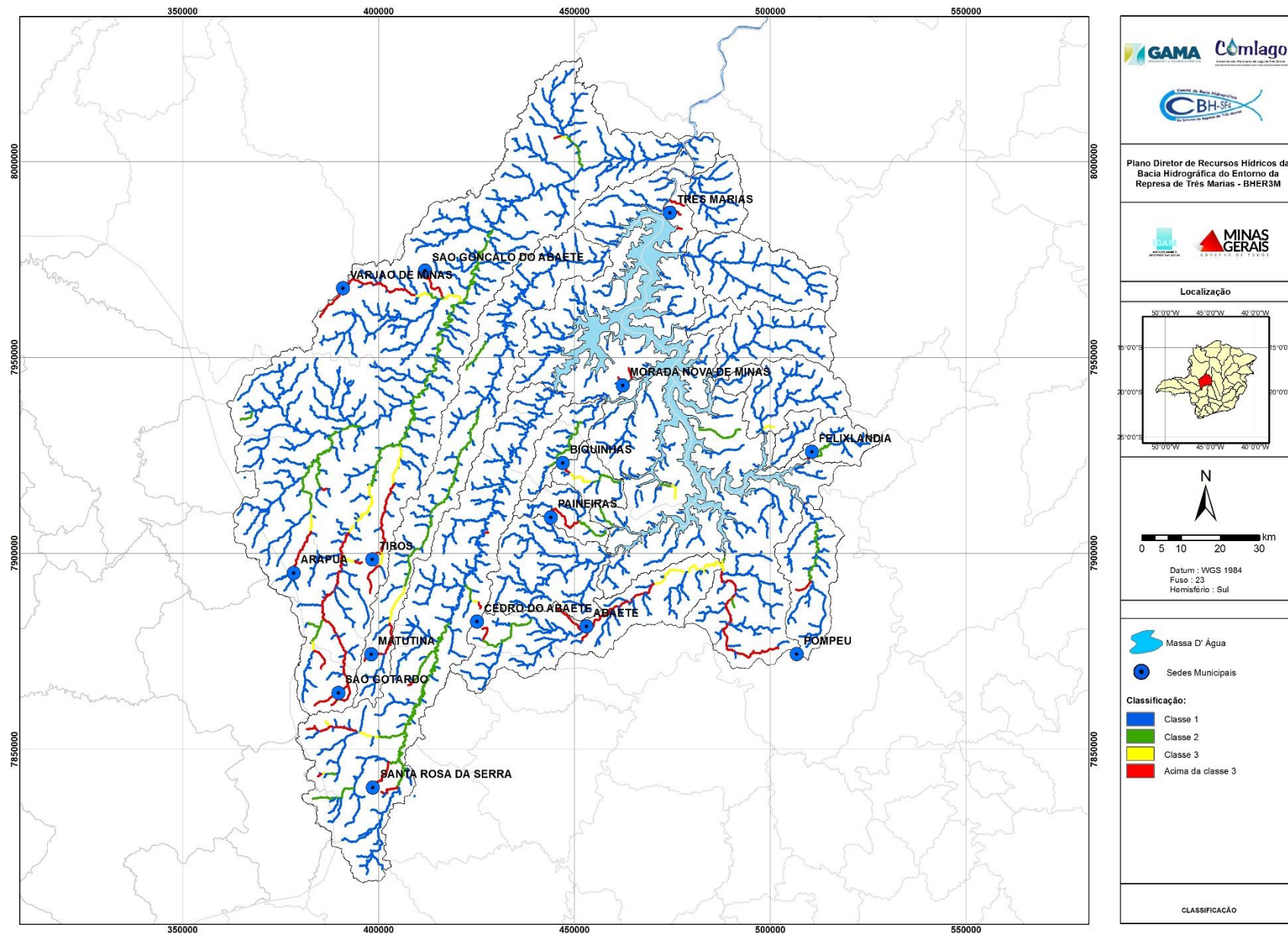


Figura 4.64 – Classificação dos trechos para a cena atual, considerando a $Q_{95\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 180
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

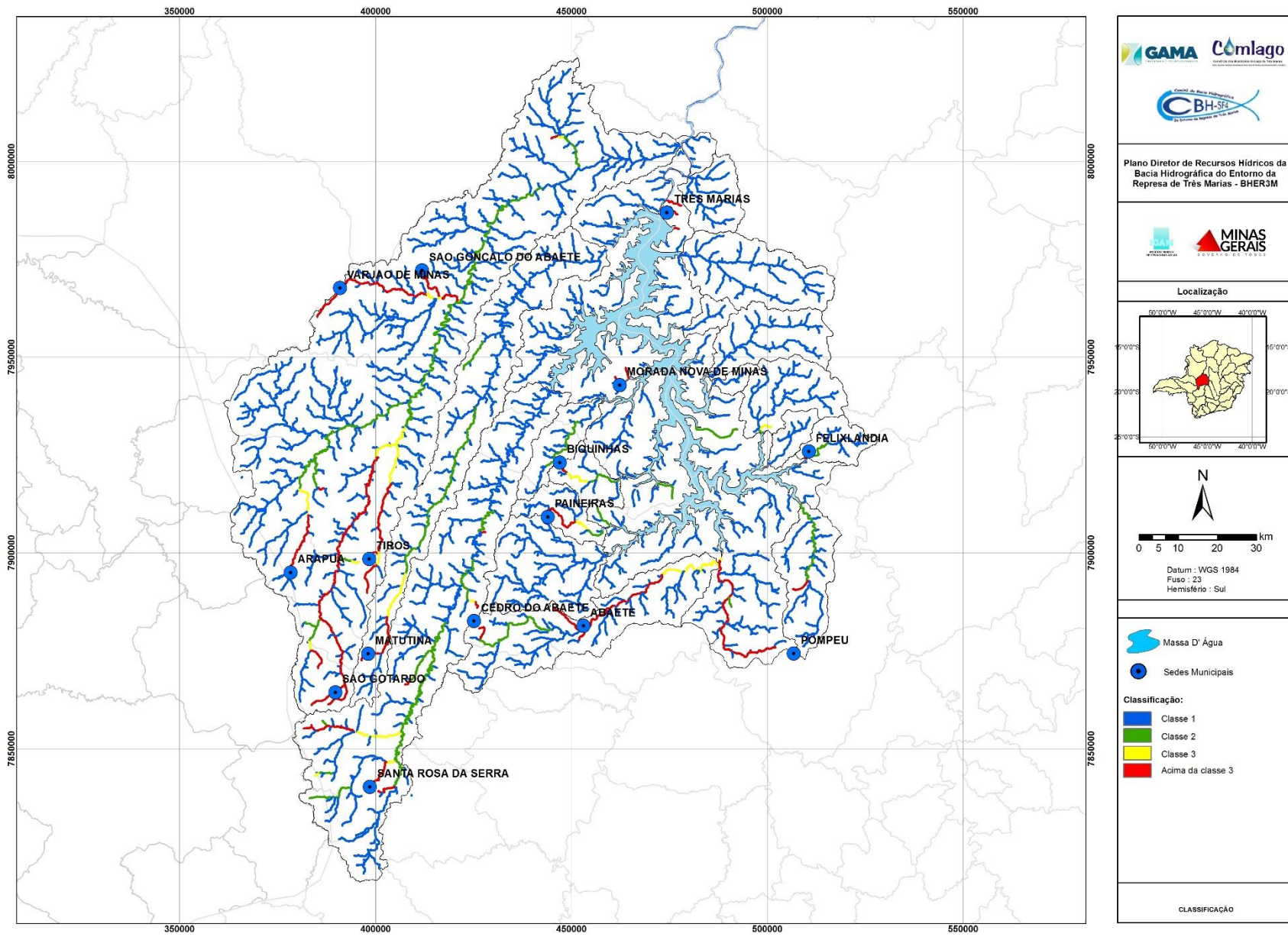


Figura 4.65 – Classificação dos trechos para a cena atual, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 181
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Para avaliar quais os trechos de rio estão conforme ou não conformes com o enquadramento preliminar (considerando como classe 2 uma vez que os rios ainda não possuem uma proposta definitiva de enquadramento), foi efetuada a comparação trecho a trecho dos resultados obtidos nas simulações da qualidade da água da cena atual e com as concentrações limites da classe 2 para sete variáveis de qualidade da água.

O resultado da avaliação de trechos não conformes com o enquadramento preliminar para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são mostradas, respectivamente, nas **Figura 4.66**, **Figura 4.67** e **Figura 4.68**. Em geral, a desconformidade vai aumentando a medida que a disponibilidade hídrica diminui (da foz à cabeceira).

Pode-se observar que as sub-bacias que tem maior extensão de rios apresentam maiores desconformidades (em número de variáveis de qualidade da água e em extensão), como visto, por exemplo, nas sub-bacias do rio Abaeté, Borrachudo, Indaiá e ribeirão Marmelada, as quais possuem maiores cargas de efluentes domésticos. A desconformidade é encontrada sempre a jusante de sedes municipais nestas sub-bacias. Em alguns trechos de cabeceira a desconformidade é mais grave para a vazão de referência $Q_{95\%}$, uma vez que os valores de vazão para pequenas áreas de drenagem são menores para esta vazão de referência, de acordo com a equação de regionalização.

Fica evidente que são necessários investimentos na infraestrutura de saneamento para atender o enquadramento preliminar proposto.

O **Quadro 4.5**, **Quadro 4.6** e **Quadro 4.7** apresentam os valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena atual (2015), considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 182
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

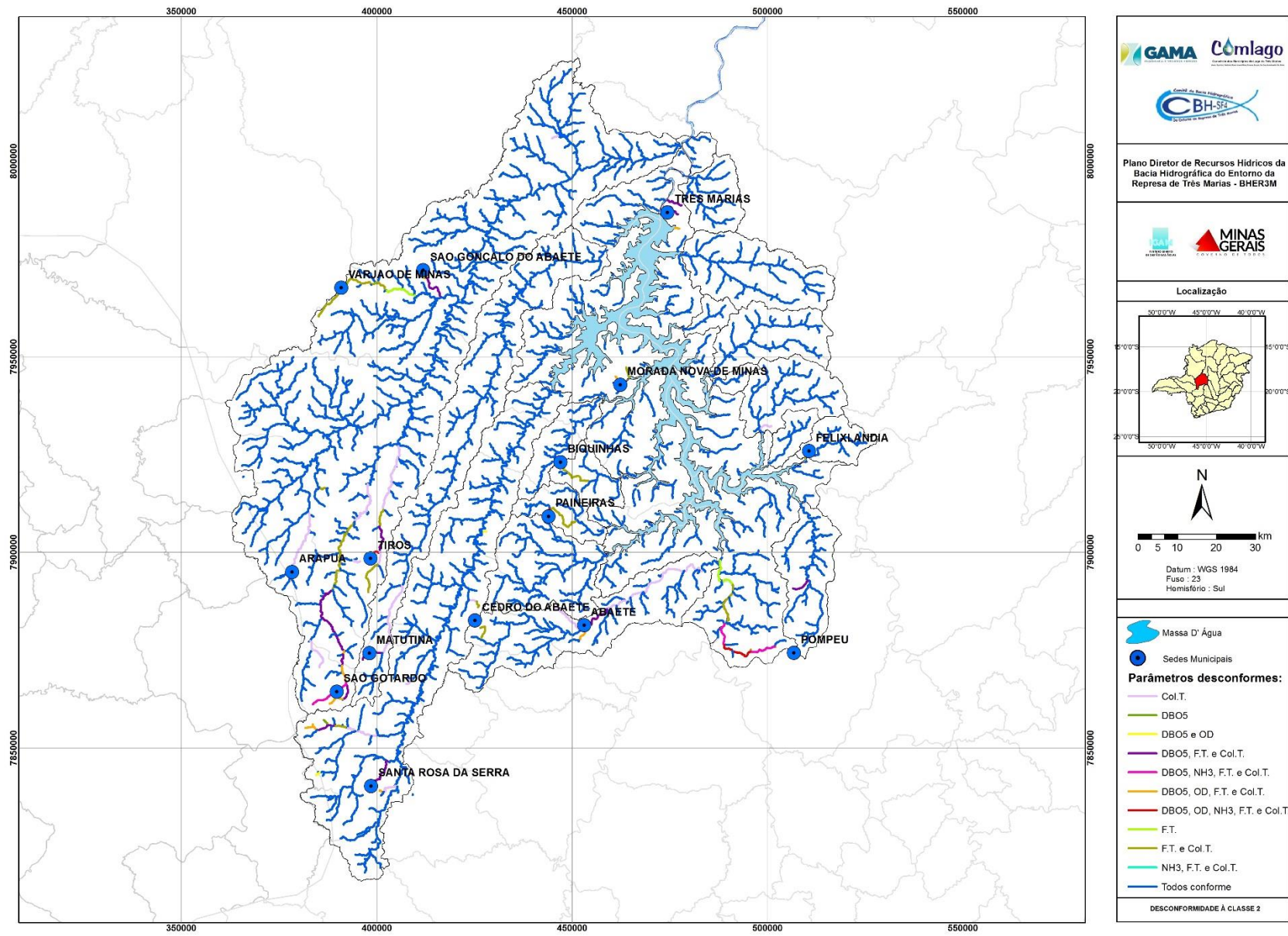


Figura 4.66 – Desconformidade à Classe 2 para a cena atual, considerando a Q_{90%} como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 183
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

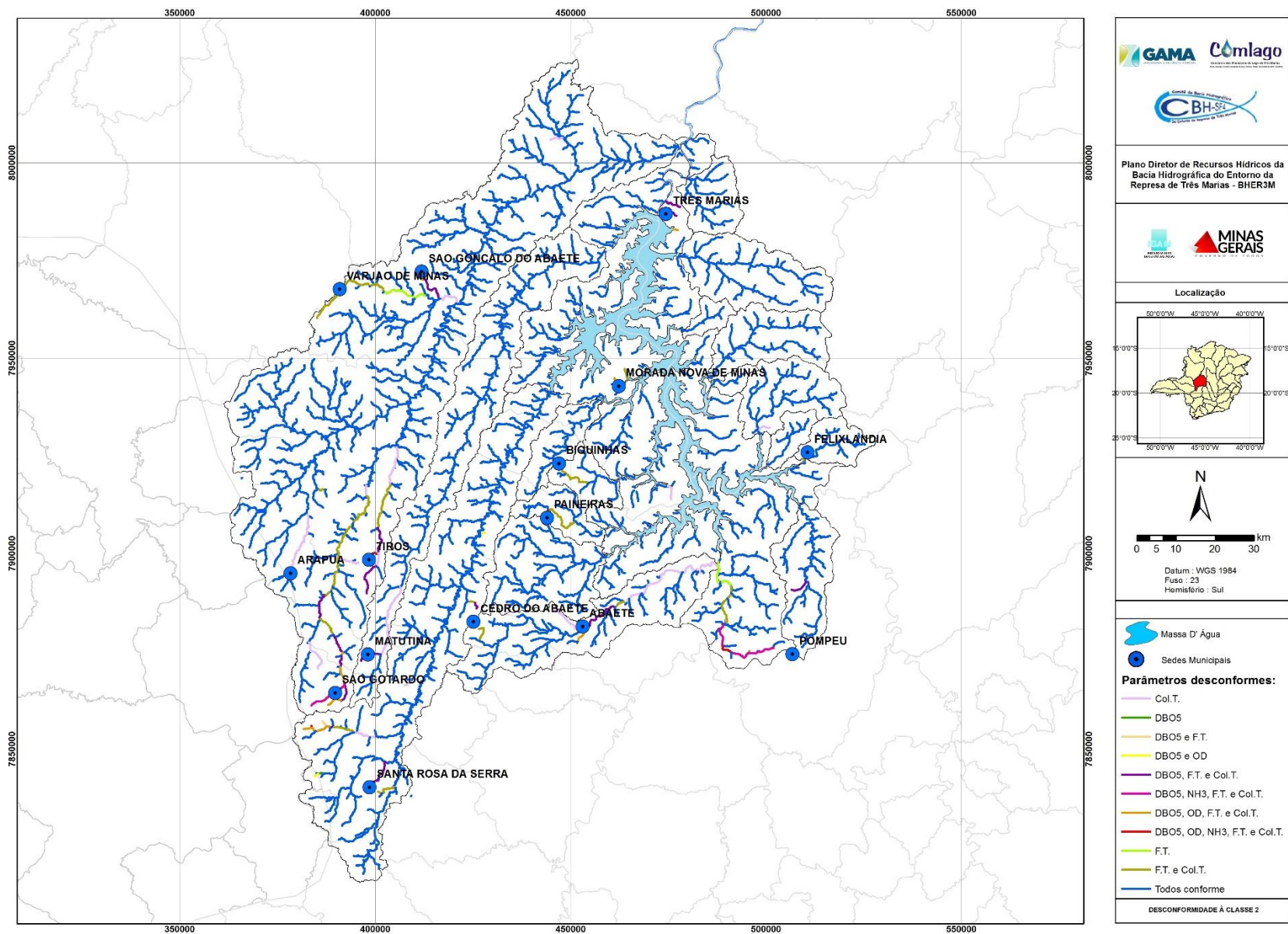


Figura 4.67 - Desconformidade à Classe 2 para a cena atual, considerando a Q_{95%} como a vazão de referência.

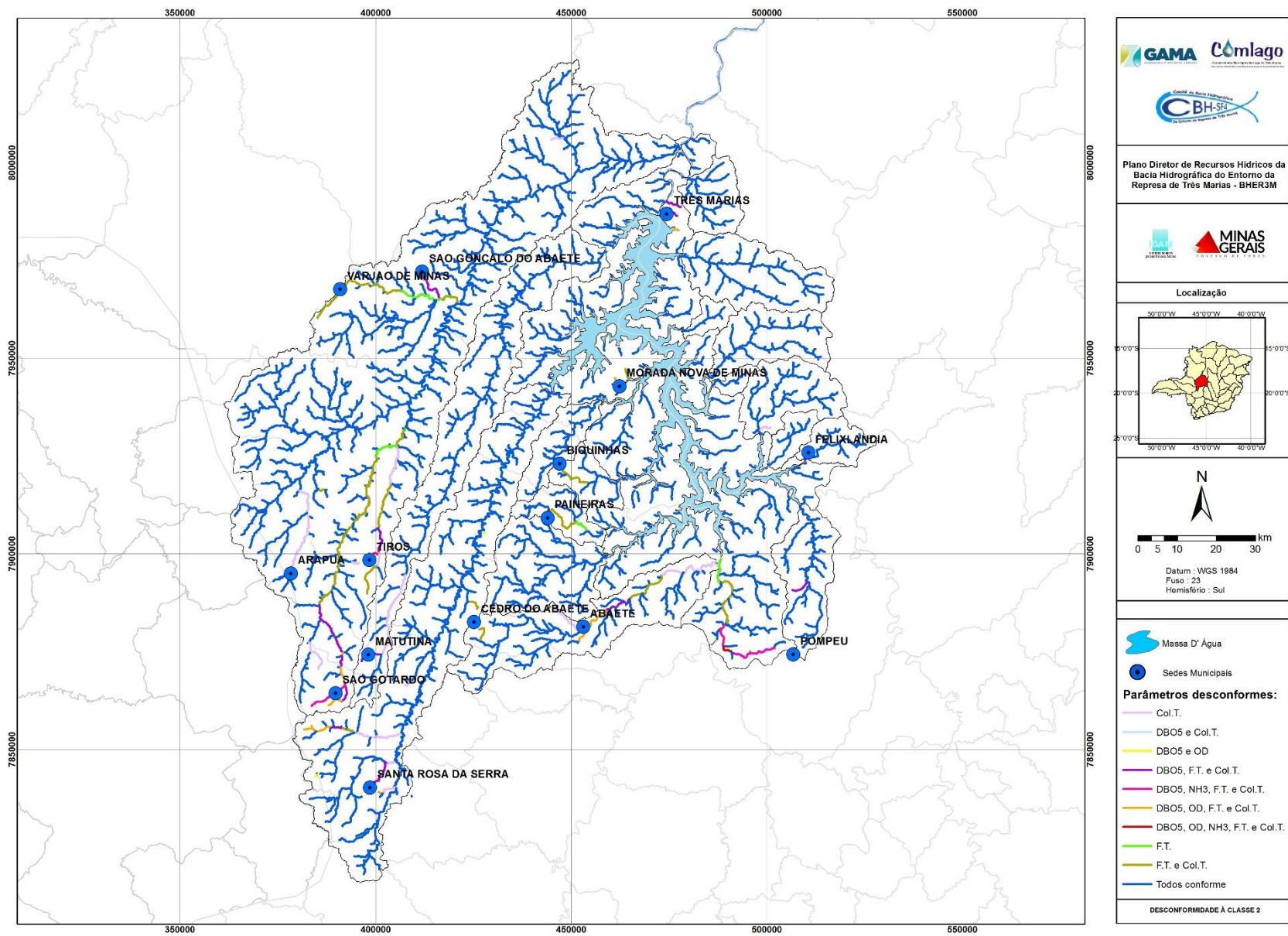


Figura 4.68 – Desconformidade à Classe 2 para a cena atual, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Quadro 4.5 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena atual, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (continua)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,028	8,157	0,102	0,132	0,003	0,106	0,342	0,010	0,014	0,024	168
2	2,000	8,190	0,101	0,107	0,003	0,101	0,312	0,010	0,011	0,021	154
3	2,253	7,937	0,100	0,109	0,003	0,103	0,314	0,010	0,011	0,021	154
4	2,012	8,178	0,102	0,120	0,007	0,107	0,336	0,010	0,013	0,024	164
5	2,042	8,148	0,110	0,165	0,004	0,134	0,412	0,012	0,022	0,034	245
6	2,001	8,189	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,665	7,771	0,119	0,249	0,010	0,166	0,545	0,014	0,035	0,049	966
8	2,015	8,175	0,103	0,119	0,003	0,110	0,335	0,011	0,014	0,024	181
9	4,081	6,170	0,216	0,709	0,015	0,559	1,499	0,041	0,138	0,179	3431
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,017	8,173	0,101	0,107	0,003	0,105	0,317	0,010	0,012	0,022	183
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,006	8,184	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,181	8,009	0,130	0,292	0,005	0,203	0,630	0,017	0,046	0,063	471
18	2,043	8,149	0,103	0,139	0,003	0,108	0,353	0,011	0,015	0,025	179
19	2,078	8,120	0,106	0,165	0,004	0,121	0,397	0,011	0,020	0,031	269
20	2,113	8,102	0,116	0,262	0,005	0,153	0,536	0,013	0,034	0,048	476
21	2,041	8,151	0,103	0,120	0,003	0,110	0,336	0,011	0,014	0,024	217
22	2,195	8,017	0,122	0,303	0,005	0,174	0,604	0,015	0,042	0,056	687
23	3,560	7,370	0,137	0,324	0,028	0,248	0,737	0,020	0,056	0,075	3127
24	2,636	7,554	0,130	0,277	0,011	0,213	0,631	0,017	0,044	0,061	1861

Quadro 4.5 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena atual, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (Conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	29,031	7,847	0,910	4,821	0,467	3,395	9,593	0,216	0,971	1,187	58186
26	9,862	7,127	0,308	1,252	0,078	0,924	2,562	0,063	0,243	0,306	17639
27	2,005	8,185	0,101	0,113	0,003	0,103	0,320	0,010	0,012	0,022	166
28	2,297	7,898	0,100	0,110	0,003	0,103	0,316	0,010	0,011	0,021	155
29	2,149	8,043	0,106	0,142	0,004	0,124	0,377	0,011	0,018	0,030	421
30	6,013	4,741	0,228	0,816	0,057	0,599	1,699	0,042	0,153	0,195	9932
31	2,045	8,145	0,106	0,136	0,005	0,121	0,367	0,011	0,017	0,028	223
32	5,260	5,198	0,160	0,459	0,039	0,336	0,995	0,025	0,081	0,106	5283
33	7,012	5,508	1,038	6,022	0,317	3,490	10,866	0,238	1,150	1,388	10835
34	2,635	7,561	0,102	0,119	0,003	0,109	0,333	0,010	0,013	0,024	191

Quadro 4.6 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena atual, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (continua)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,022	8,157	0,102	0,136	0,003	0,106	0,347	0,010	0,014	0,025	167
2	1,999	8,190	0,101	0,108	0,003	0,101	0,313	0,010	0,011	0,021	154
3	2,258	7,932	0,100	0,110	0,003	0,103	0,315	0,010	0,011	0,021	153
4	2,010	8,180	0,102	0,123	0,008	0,107	0,341	0,010	0,014	0,024	162
5	2,037	8,153	0,112	0,179	0,004	0,140	0,435	0,013	0,024	0,037	252
6	2,001	8,189	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,669	7,784	0,122	0,277	0,012	0,175	0,587	0,015	0,039	0,054	1001
8	2,015	8,175	0,104	0,124	0,003	0,112	0,343	0,011	0,014	0,025	185
9	4,522	5,748	0,244	0,852	0,018	0,666	1,779	0,048	0,168	0,216	4165
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,020	8,170	0,102	0,109	0,003	0,107	0,320	0,010	0,012	0,022	189
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,007	8,183	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,175	8,015	0,135	0,333	0,006	0,221	0,695	0,018	0,053	0,071	495
18	2,037	8,147	0,103	0,145	0,003	0,109	0,359	0,011	0,016	0,026	177
19	2,070	8,121	0,107	0,178	0,005	0,124	0,414	0,011	0,021	0,033	273
20	2,071	8,129	0,119	0,299	0,006	0,160	0,584	0,014	0,039	0,053	475
21	2,038	8,154	0,103	0,125	0,003	0,112	0,343	0,011	0,014	0,025	220
22	2,147	8,053	0,127	0,354	0,005	0,188	0,674	0,015	0,049	0,064	709
23	3,762	7,315	0,147	0,384	0,037	0,284	0,851	0,022	0,067	0,089	3678
24	2,721	7,469	0,140	0,340	0,015	0,250	0,745	0,020	0,056	0,076	2293

Quadro 4.6 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena atual, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (Conclusão)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	28,421	7,952	0,977	5,274	0,552	3,676	10,479	0,232	1,064	1,296	59962
26	11,080	7,096	0,361	1,554	0,104	1,132	3,151	0,077	0,304	0,381	21512
27	2,002	8,188	0,101	0,115	0,003	0,104	0,323	0,010	0,012	0,022	164
28	2,307	7,887	0,100	0,111	0,003	0,103	0,317	0,010	0,011	0,022	154
29	2,144	8,048	0,107	0,151	0,005	0,128	0,391	0,012	0,019	0,031	440
30	6,536	4,345	0,260	1,004	0,076	0,723	2,062	0,050	0,191	0,241	11980
31	2,046	8,144	0,107	0,144	0,005	0,124	0,381	0,012	0,018	0,030	231
32	5,814	4,714	0,173	0,539	0,051	0,385	1,148	0,028	0,097	0,125	6190
33	7,496	5,489	1,389	8,405	0,470	4,722	14,986	0,321	1,593	1,914	13527
34	2,738	7,459	0,102	0,122	0,003	0,110	0,338	0,010	0,014	0,024	190

Quadro 4.7 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena atual, considerando a vazão de referência Q_{7,10}. (continua)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,005	8,134	0,103	0,188	0,003	0,110	0,403	0,011	0,019	0,030	172
2	1,995	8,190	0,101	0,113	0,003	0,102	0,318	0,010	0,011	0,022	153
3	2,258	7,925	0,100	0,116	0,003	0,103	0,321	0,010	0,012	0,022	151
4	2,008	8,182	0,103	0,128	0,012	0,108	0,350	0,011	0,014	0,025	160
5	2,048	8,142	0,114	0,199	0,004	0,150	0,467	0,013	0,028	0,041	276
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,659	7,828	0,131	0,374	0,020	0,203	0,728	0,016	0,053	0,070	1101
8	2,020	8,170	0,106	0,138	0,004	0,119	0,367	0,011	0,017	0,028	201
9	5,062	5,234	0,274	1,012	0,021	0,786	2,092	0,056	0,201	0,258	5006
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,030	8,160	0,102	0,113	0,003	0,109	0,327	0,011	0,013	0,023	207
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,010	8,180	0,100	0,100	0,003	0,102	0,305	0,010	0,010	0,021	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,196	7,994	0,143	0,388	0,007	0,247	0,784	0,020	0,062	0,082	551
18	2,040	8,109	0,105	0,207	0,004	0,116	0,432	0,011	0,022	0,033	188
19	2,132	8,032	0,118	0,314	0,010	0,159	0,601	0,014	0,040	0,053	454
20	2,029	8,107	0,138	0,546	0,011	0,219	0,914	0,017	0,072	0,090	701
21	2,053	8,140	0,106	0,148	0,003	0,122	0,379	0,011	0,018	0,030	261
22	2,185	7,990	0,158	0,699	0,008	0,288	1,154	0,022	0,098	0,120	1243
23	3,855	7,292	0,151	0,413	0,042	0,301	0,907	0,023	0,073	0,096	3956
24	2,767	7,423	0,140	0,337	0,014	0,249	0,740	0,020	0,055	0,075	2325

Quadro 4.7 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena atual, considerando a vazão de referência Q_{7,10}. (Conclusão)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	28,825	7,919	0,960	5,151	0,526	3,602	10,238	0,228	1,038	1,266	59706
26	10,323	7,113	0,328	1,361	0,087	0,999	2,775	0,068	0,265	0,333	19047
27	1,997	8,189	0,102	0,124	0,003	0,105	0,333	0,010	0,013	0,023	164
28	2,329	7,861	0,100	0,117	0,003	0,104	0,324	0,010	0,012	0,022	152
29	2,195	7,998	0,111	0,181	0,007	0,143	0,443	0,013	0,025	0,038	561
30	6,202	4,595	0,239	0,879	0,063	0,641	1,821	0,045	0,166	0,211	10620
31	2,050	8,140	0,108	0,153	0,006	0,129	0,396	0,012	0,020	0,032	242
32	7,143	3,573	0,205	0,747	0,083	0,506	1,542	0,035	0,137	0,172	8387
33	7,386	5,624	1,385	8,396	0,485	4,702	14,969	0,319	1,591	1,910	13402
34	3,190	7,014	0,103	0,137	0,004	0,116	0,359	0,011	0,016	0,026	201

4.1.1. Balanço Hídrico Quantitativo no cenário tendencial

Curto Prazo – Cena 2020

Os mapas de ICH para a cena de 2020, excluindo a demanda consuntiva por irrigação, considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados, respectivamente, na **Figura 4.69**, **Figura 4.70** e **Figura 4.71**. Os mapas ICH considerando todas as demandas consuntivas para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados nas **Figura 4.72**, **Figura 4.73** e **Figura 4.74**, respectivamente.

Considerando todas as demandas consuntivas, a cena de 2020 não apresenta problemas de comprometimento hídrico, indicando um certo grau de conforto hídrico com a maioria dos trechos apresentando um grau de comprometimento baixo ou muito baixo. No entanto esta cena indicou situações de alerta e críticas principalmente em trechos da bacia do rio Abaeté para todas as vazões de referência analisadas. A demanda por irrigação representa a maior parcela da demanda total.

O suprimento isolado das demandas consuntivas por abastecimento de mineração, industrial, pecuária, urbano e rural representam comprometimento pouco significativo para todas as vazões de referência analisadas. A demanda de pecuária promove um comprometimento espacialmente mais abrangente.

O **Quadro 4.8** apresenta os valores de disponibilidades hídricas e demandas consuntivas nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena de 2020.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 192
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

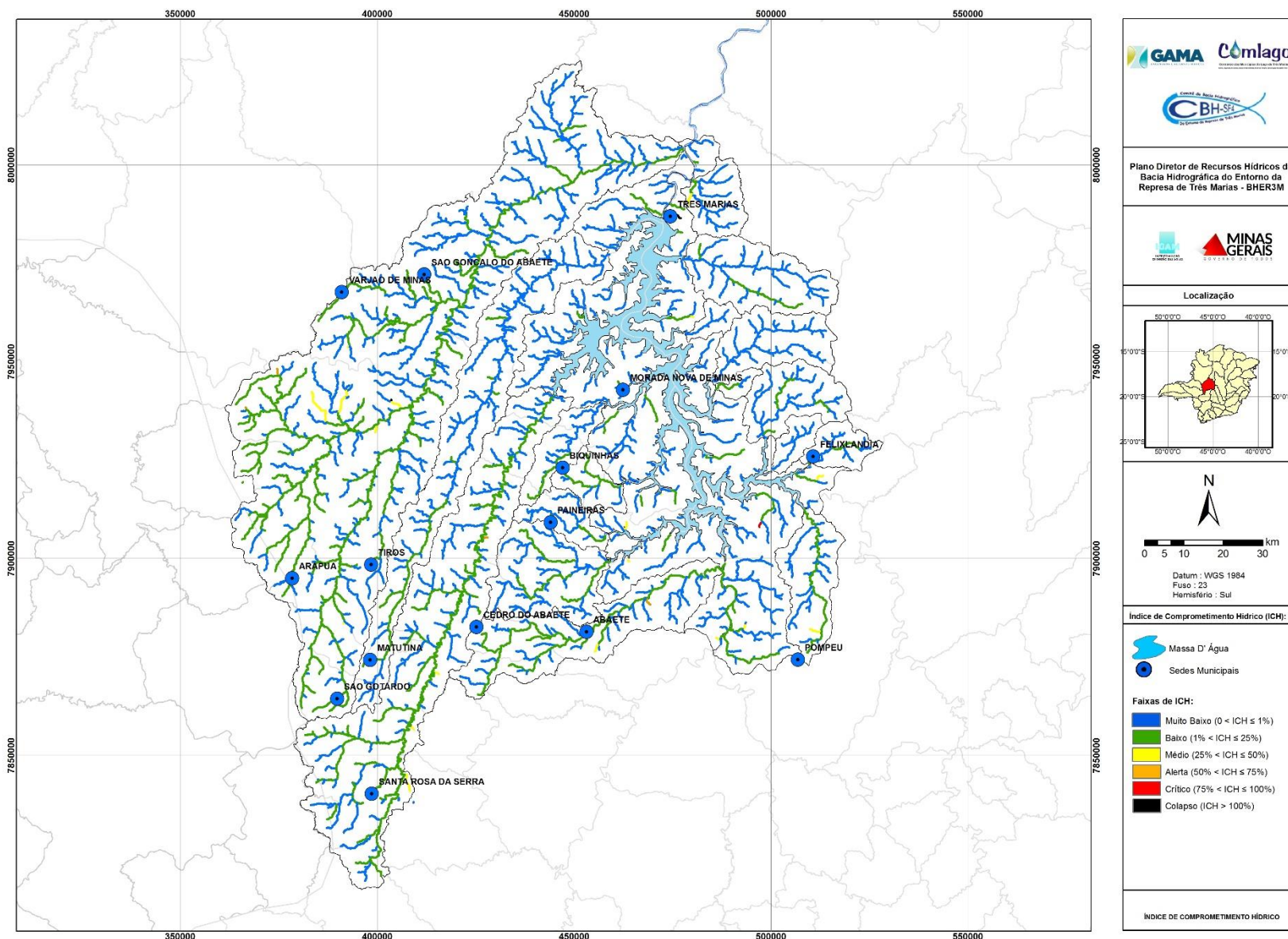


Figura 4.69 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão Q_{90%} como disponibilidade hídrica, na cena de 2020.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 193
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

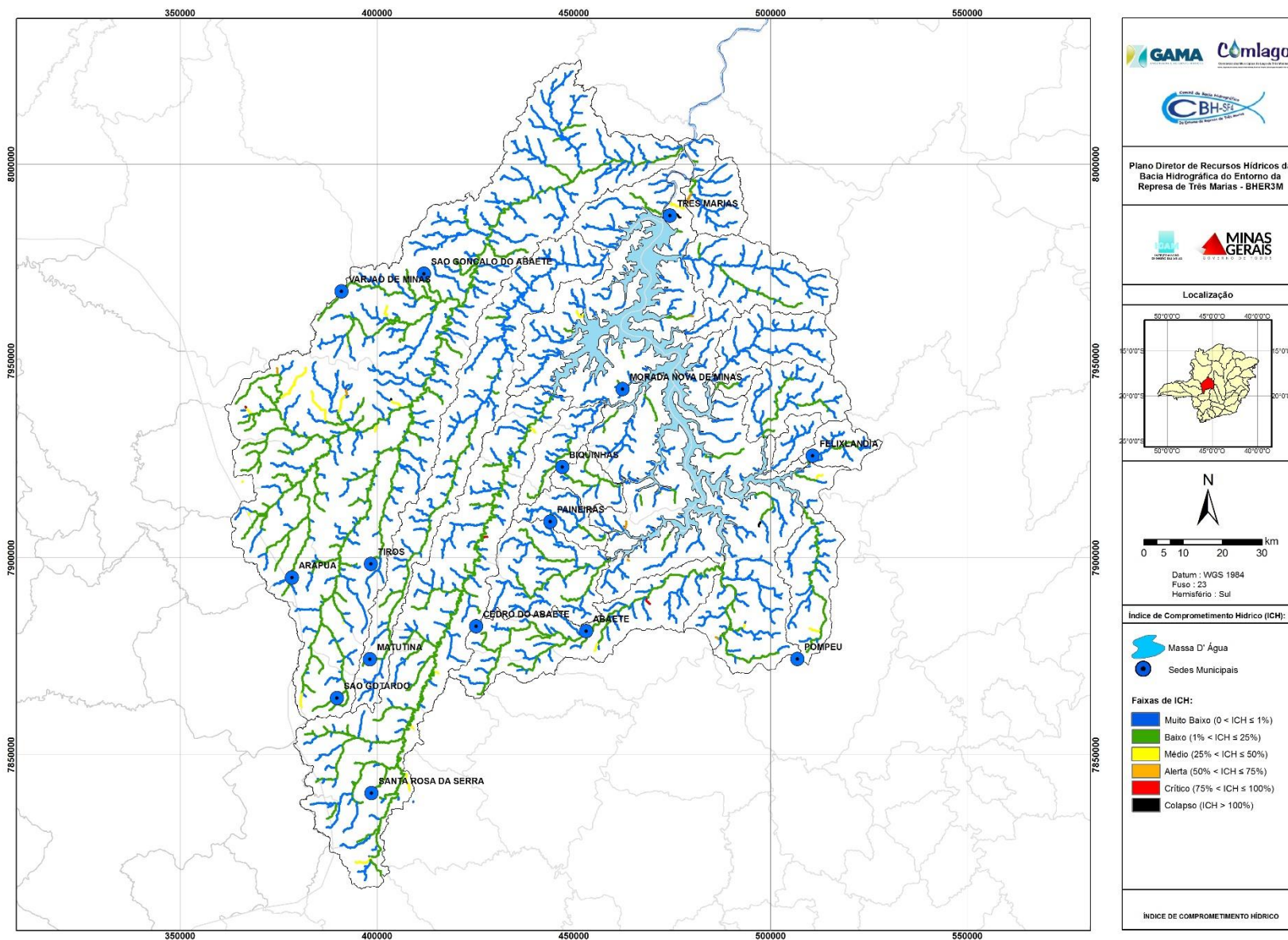


Figura 4.70 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2020.

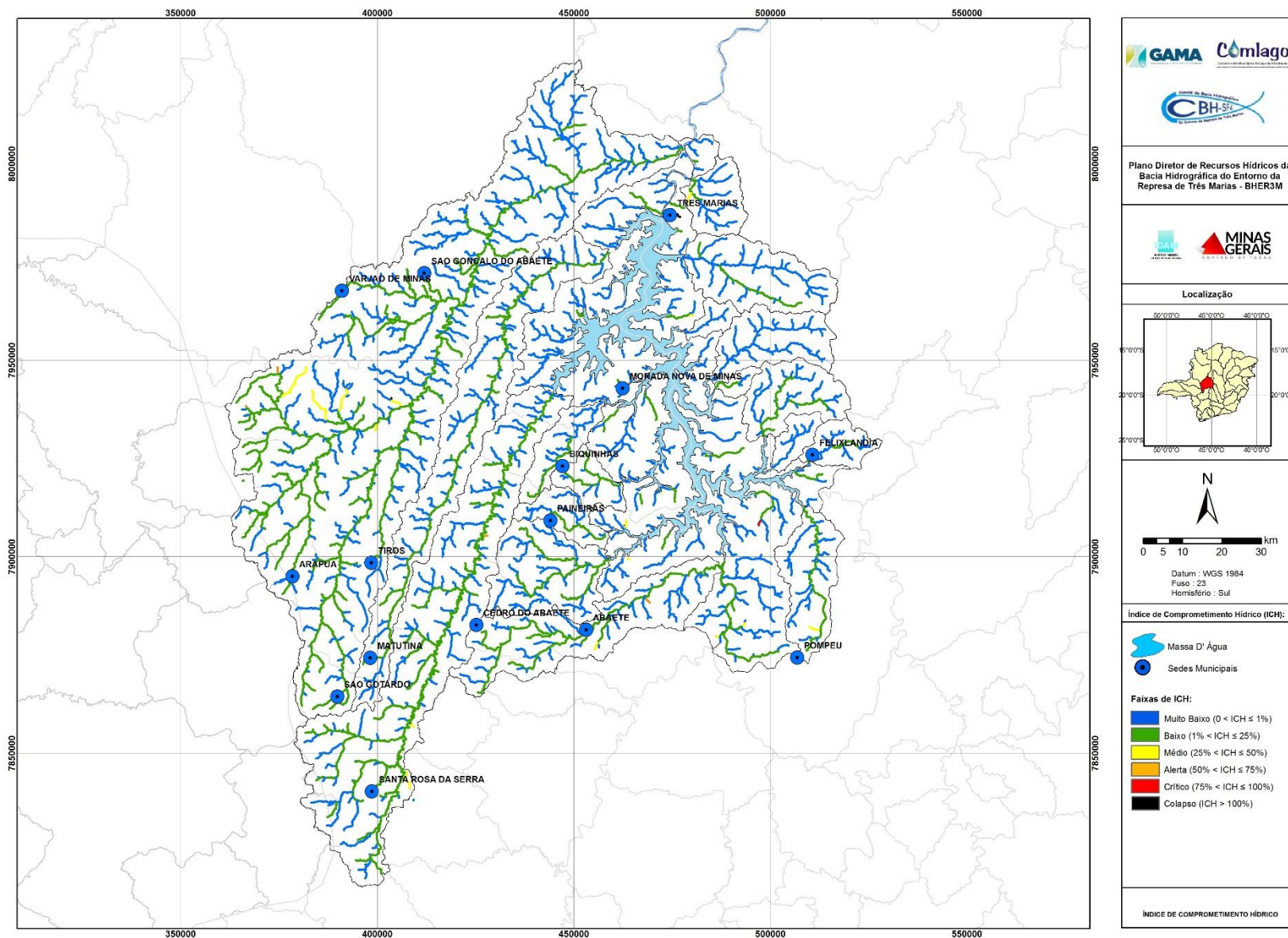


Figura 4.71 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2020.

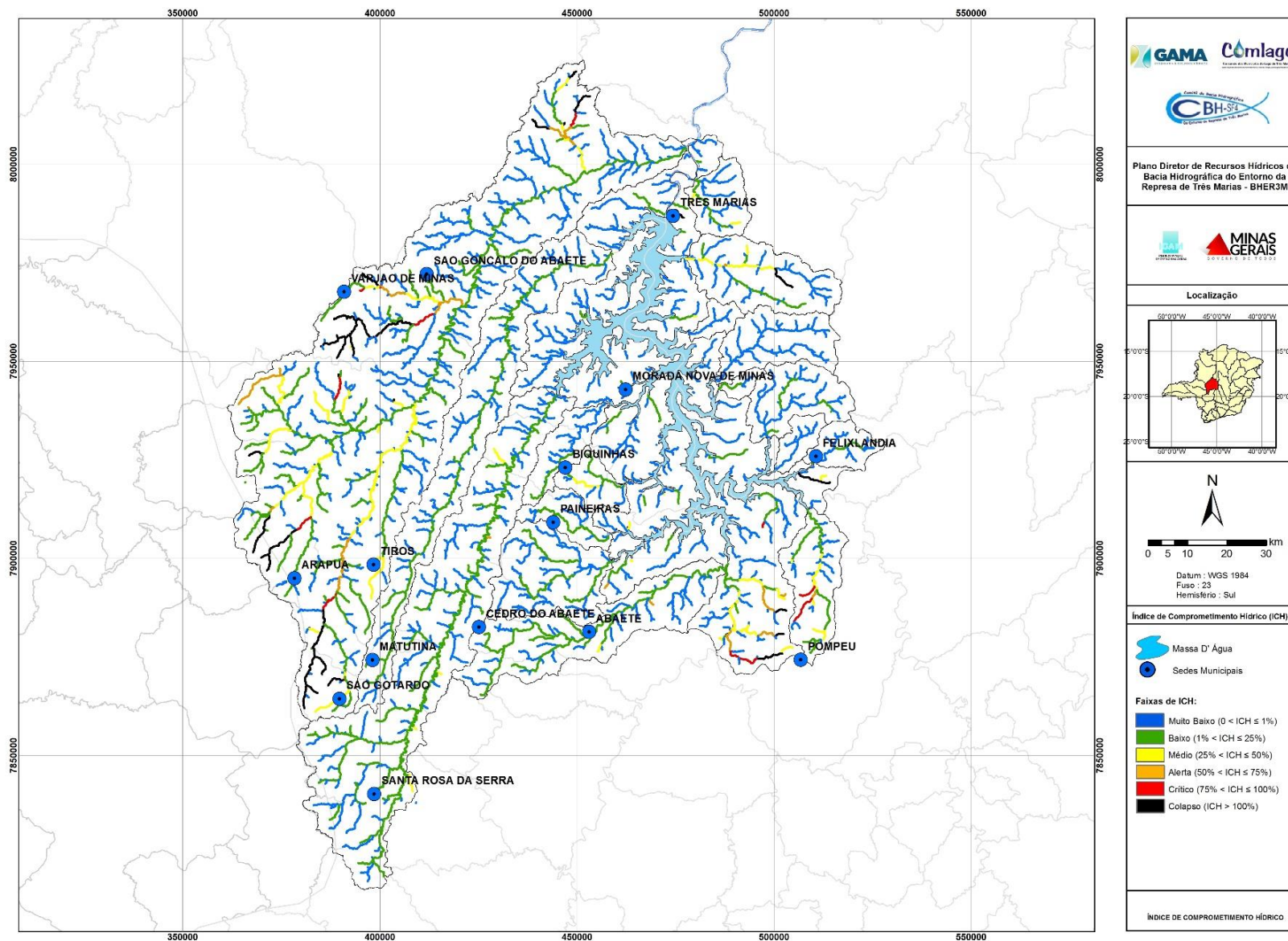


Figura 4.72 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2020.

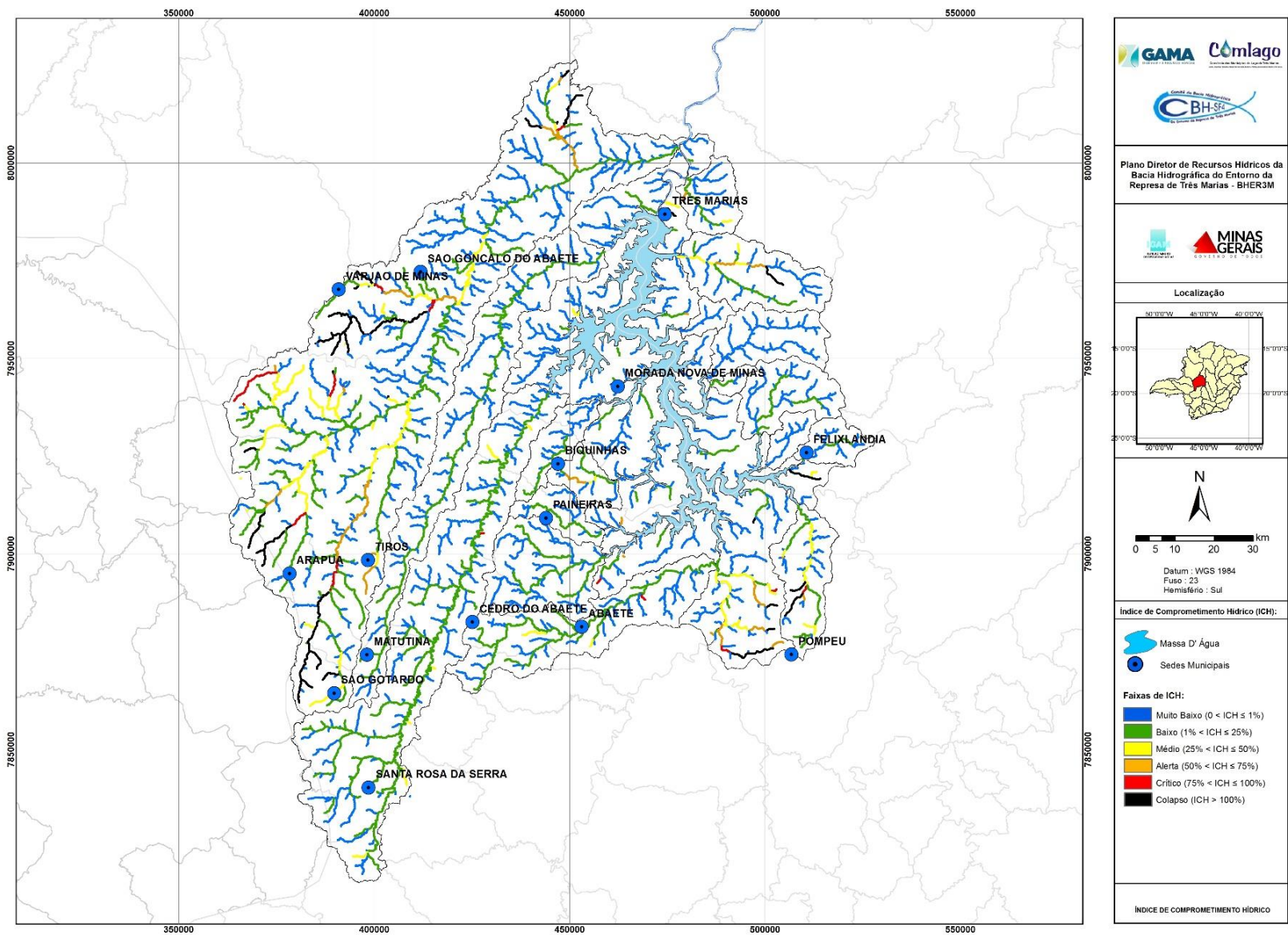


Figura 4.73 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2020.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 197
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

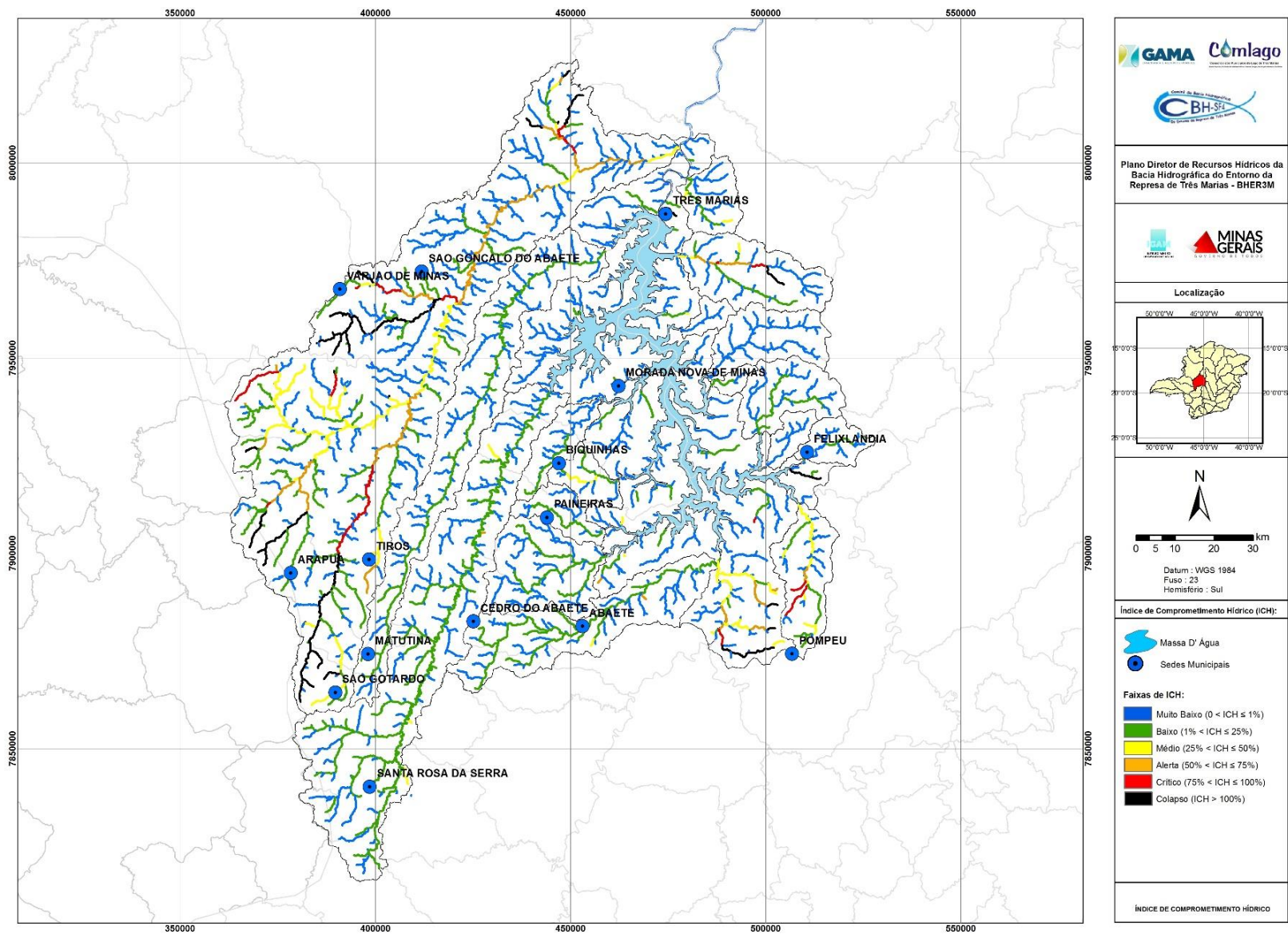


Figura 4.74 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2020.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 198
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.8 – Disponibilidade e demandas consultivas nos pontos de controle para a cota de 2020.

PC Nº	Q90 (m³/h)	Q95 (m³/h)	Q7,10 (m³/h)	Urbano (m³/h)	Rural (m³/h)	Indust. (m³/h)	Irrigação (m³/h)	Pecuária (m³/h)	Miner. (m³/h)	Total (m³/h)
1	70.936,3	59.133,1	26.237,7	115,0	14,1	23,0	11.621,3	1.184,2	18,1	12.975,7
2	15.812,7	13.008,2	7.402,4	7,4	1,9	0,0	461,4	76,1	0,0	546,8
3	27.432,8	22.677,4	11.778,4	24,4	6,2	4,6	62,3	373,6	140,3	611,4
4	2.447,3	1.980,4	1.535,4	2,6	0,3	0,0	0,0	8,3	0,0	11,2
5	1.761,1	1.421,0	1.163,5	1,9	1,0	0,0	162,9	20,8	0,0	186,5
6	6.581,9	5.372,8	3.535,6	1,7	1,0	0,3	0,0	63,5	0,0	66,6
7	9.970,1	8.168,5	5.017,7	46,0	2,0	1,7	121,8	172,9	0,0	344,5
8	4.549,5	3.701,7	2.589,7	0,0	0,0	0,0	771,5	87,5	0,0	859,0
9	1.712,2	1.381,2	1.136,2	14,3	0,2	0,0	0,0	8,0	0,0	22,5
10	1.145,0	920,3	809,3	0,0	0,3	0,0	0,0	4,4	0,0	4,7
11	4.048,0	3.290,3	2.346,8	0,4	1,7	0,0	0,0	32,8	0,0	34,9
12	497,0	396,6	400,5	0,0	0,8	0,0	0,0	24,0	14,6	39,4
13	4.294,5	3.492,5	2.466,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
14	786,7	630,3	589,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	6.131,8	5.002,3	3.330,6	0,0	0,5	0,0	1.513,1	20,7	0,0	1.534,3
16	2.488,6	2.014,1	1.557,2	0,0	0,2	38,4	41,1	8,7	0,0	88,3
17	2.006,7	1.621,0	1.298,9	5,2	1,1	0,0	59,4	13,9	0,0	79,7
18	63.041,4	52.497,2	23.753,4	111,7	14,1	23,0	10.132,3	1.176,5	18,1	11.475,8
19	49.660,5	41.267,4	19.425,5	99,8	14,1	23,0	10.132,3	1.140,2	12,2	11.421,5
20	16.302,3	13.414,6	7.595,2	42,7	9,3	18,5	4.002,3	202,5	0,0	4.275,3
21	13.640,3	11.206,5	6.535,3	24,1	2,6	3,0	2.082,9	514,4	0,0	2.627,0
22	14.394,9	11.832,1	6.838,8	42,7	9,2	18,5	4.002,3	191,4	0,0	4.264,1
23	913,7	733,0	669,1	3,9	0,4	2,2	77,0	9,0	0,0	92,5
24	487,6	389,0	394,1	1,4	0,0	0,0	126,7	0,0	0,0	128,1
25	343,8	273,5	293,5	23,2	4,9	17,5	42,5	0,0	0,0	88,2
26	223,3	177,0	204,0	4,9	0,3	0,0	0,0	13,0	0,0	18,2
27	11.043,2	9.055,9	5.469,3	5,0	1,9	0,0	461,4	69,0	0,0	537,3
28	26.036,7	21.513,4	11.271,0	24,4	6,2	4,6	62,3	373,6	140,3	611,4
29	10.015,9	8.206,4	5.037,1	23,7	2,7	4,6	0,0	205,1	0,0	236,2
30	215,4	170,6	197,9	2,5	1,3	0,0	0,0	8,0	0,0	11,7
31	1.664,7	1.342,5	1.109,5	2,6	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	10,9
32	5.438,7	4.432,2	3.010,3	46,0	0,8	1,7	111,5	69,2	0,0	229,3
33	1.024,4	822,6	736,9	26,3	0,4	2,2	577,8	0,0	0,0	606,7
34	18.446,5	15.195,5	8.429,1	24,4	4,9	4,6	0,0	305,5	88,2	427,6

Médio Prazo - Cena 2025

Os mapas de ICH para a cena de 2025, excluindo a demanda consuntiva por irrigação, considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados, respectivamente, na **Figura 4.75**, **Figura 4.76** e **Figura 4.77**. Os mapas ICH considerando todas as demandas consuntivas para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados nas **Figura 4.78**, **Figura 4.79** e **Figura 4.80**, respectivamente.

Em geral, a cena de 2025 apresentou um leve aumento do comprometimento hídrico em relação à cena de 2020. Esta cena também não apresentou problemas de comprometimento hídrico, indicando um certo grau de conforto hídrico.

O comportamento espacial do comprometimento das demandas consuntivas é semelhante à cena de 2020, uma vez que o incremento da demanda representa uma pequena parcela da disponibilidade hídrica.

O **Quadro 4.9** apresenta os valores de disponibilidades hídricas e demandas consultivas nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena de 2025.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 200
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

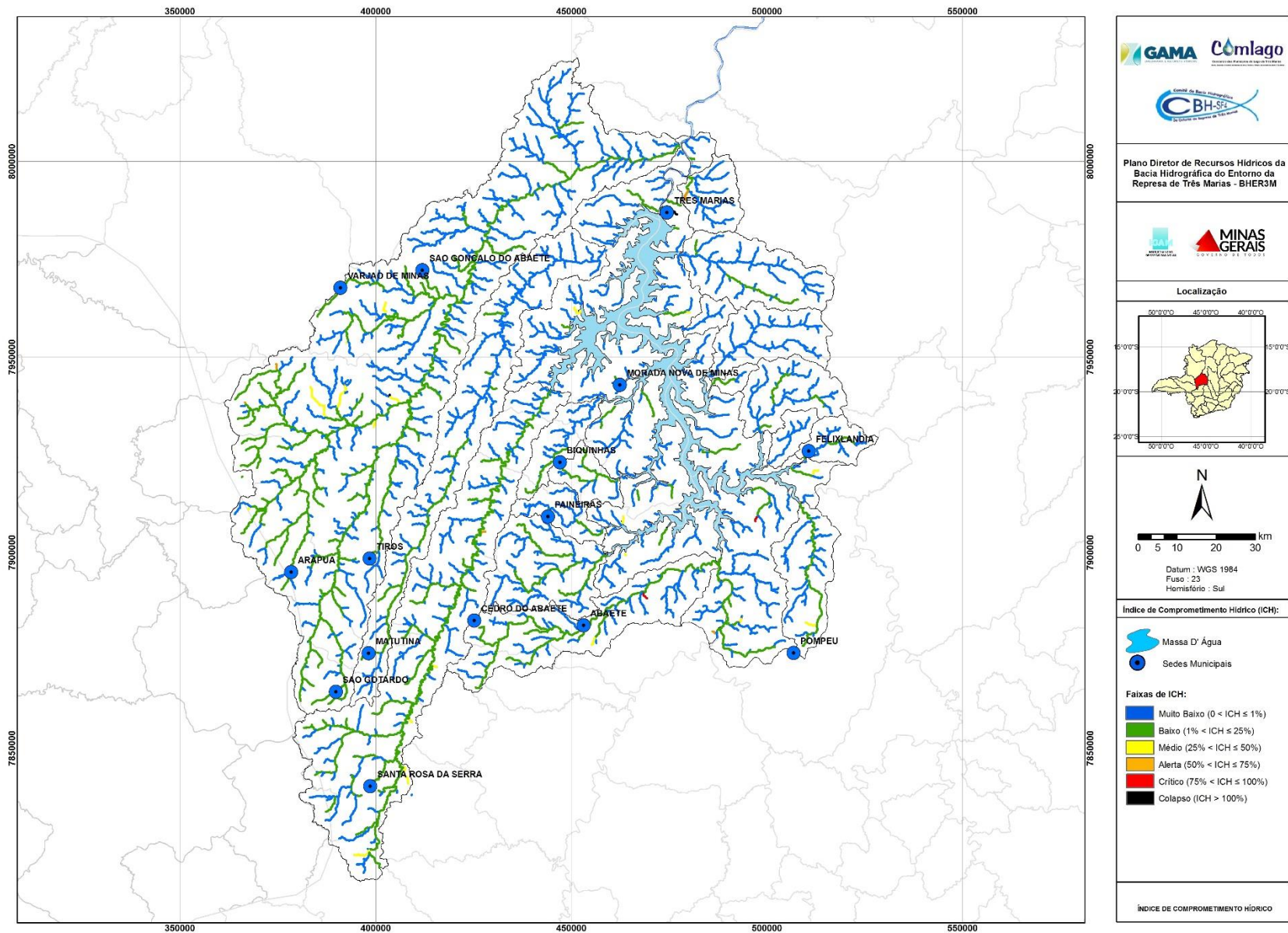


Figura 4.75 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2025.

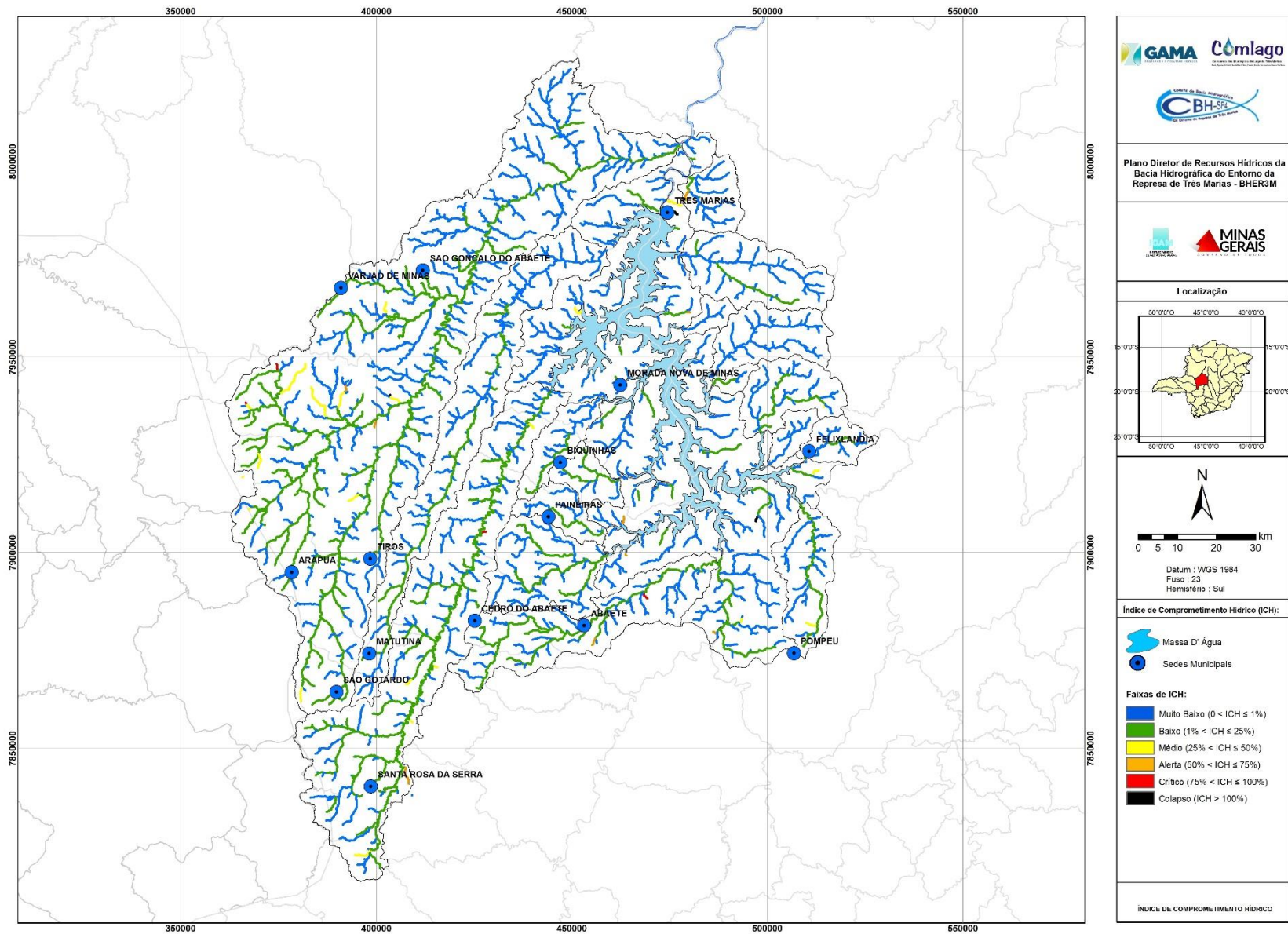


Figura 4.76 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2025.

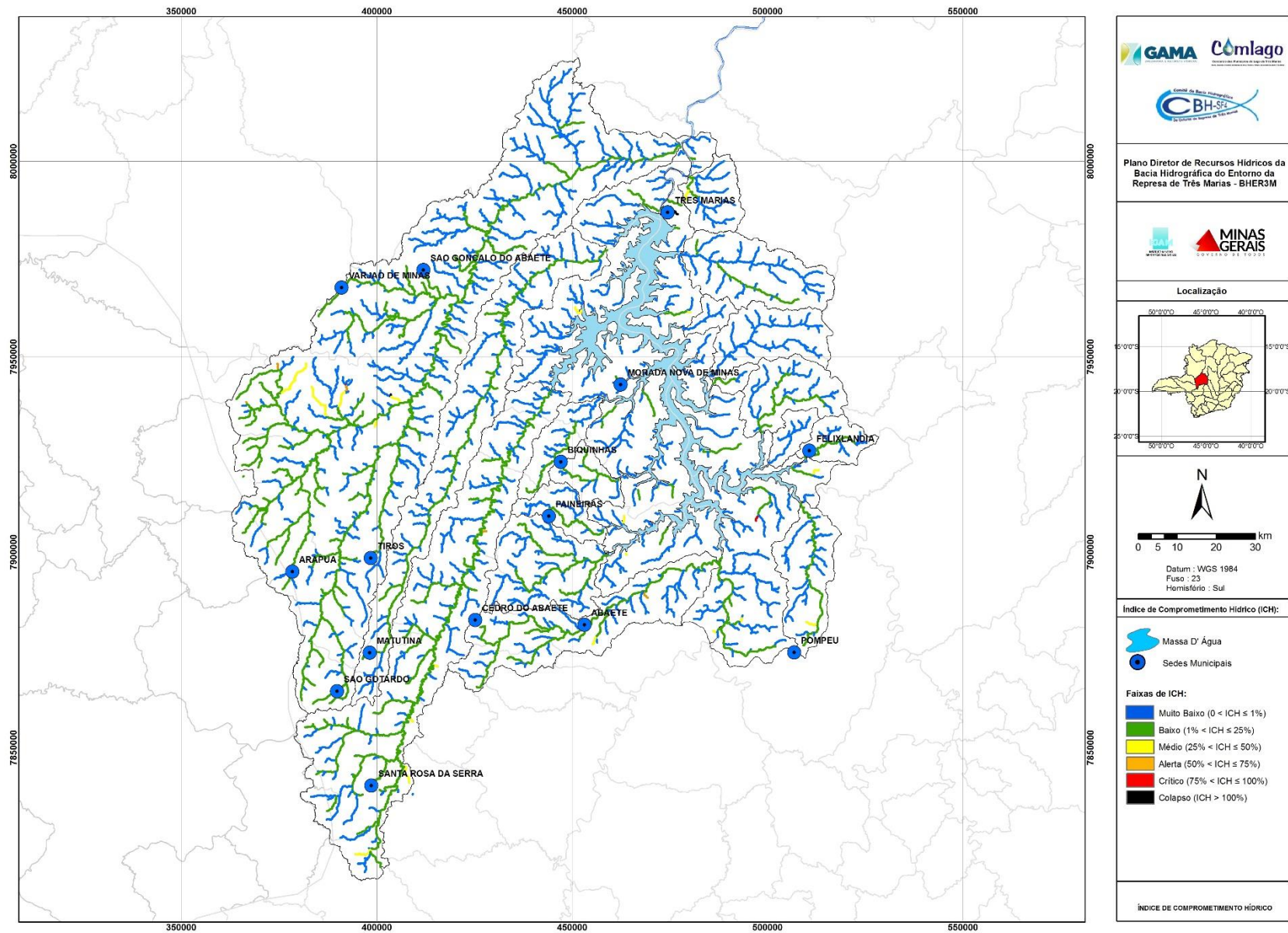


Figura 4.77 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2025.

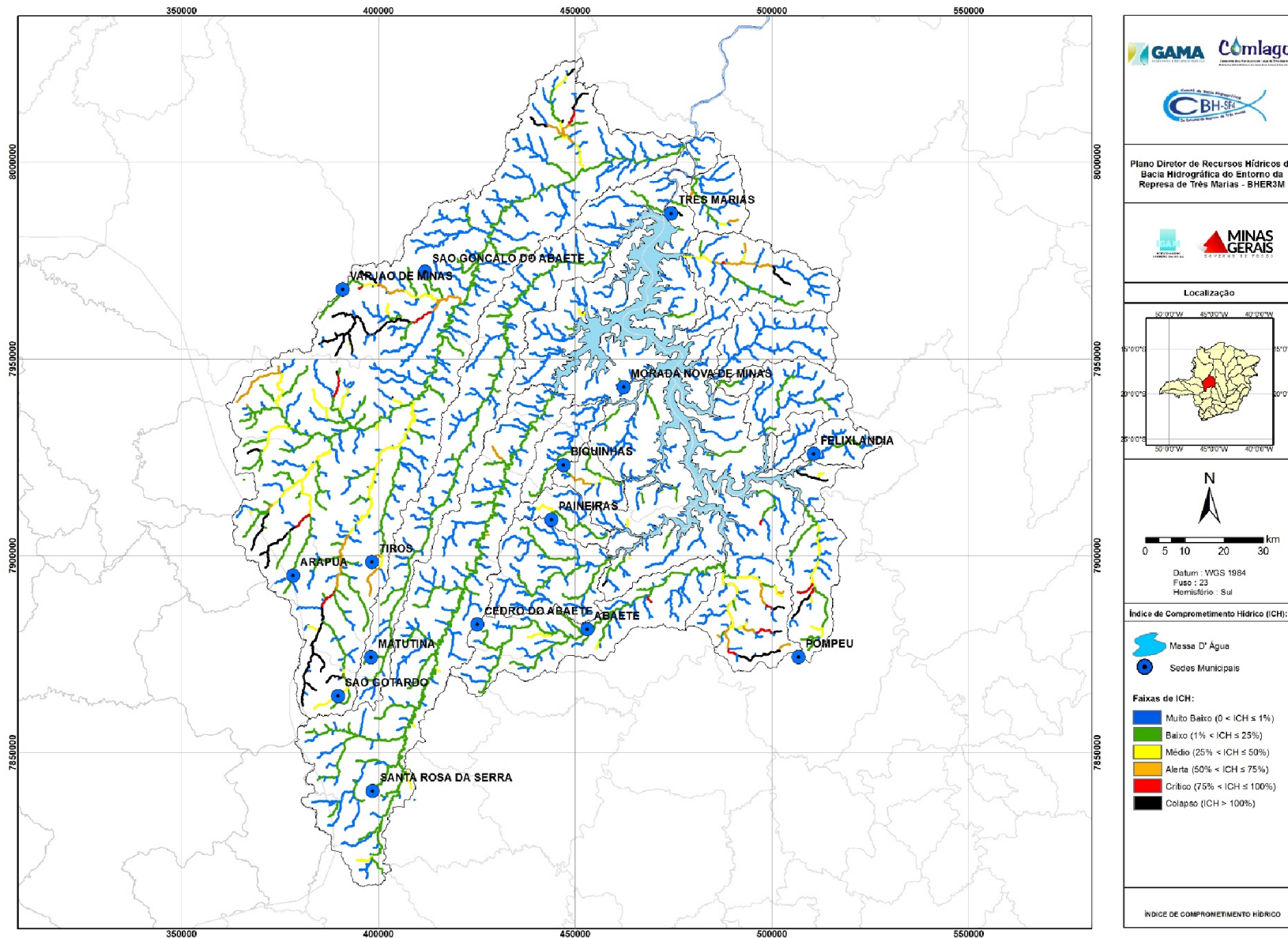


Figura 4.78 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2025.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 204
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

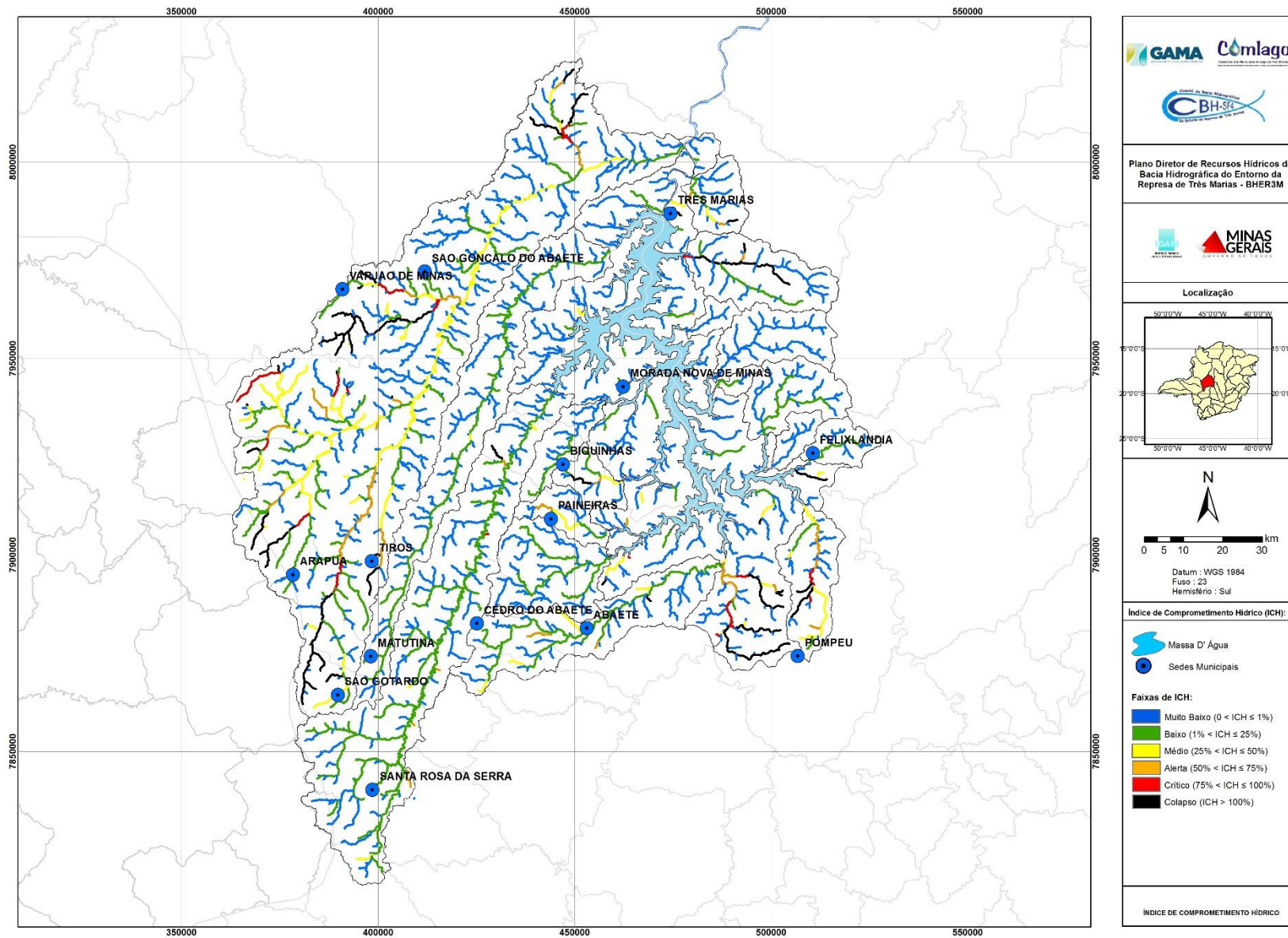


Figura 4.79 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2025.

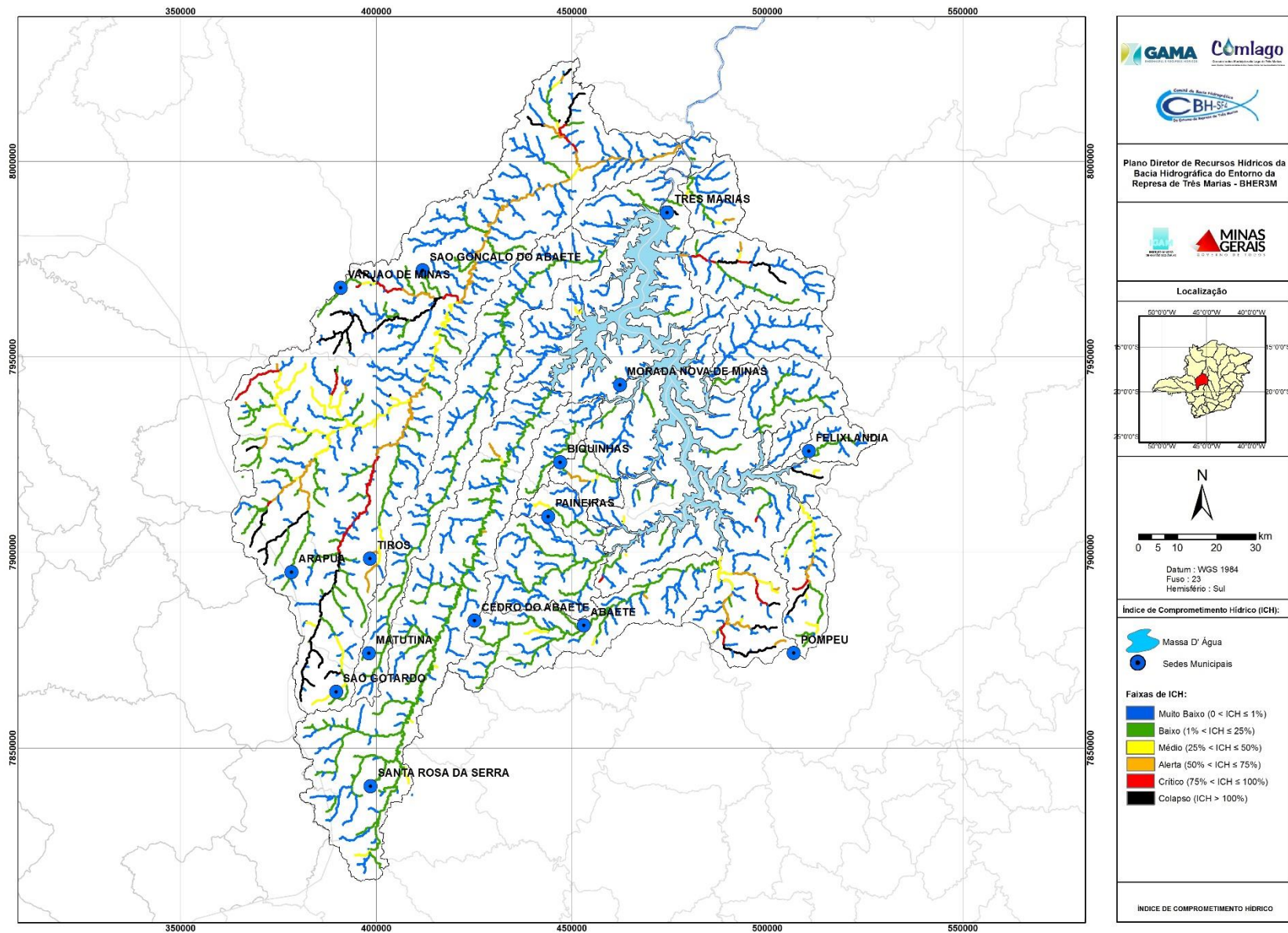


Figura 4.80 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2025.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 206
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.9 – Disponibilidade e demandas consultivas nos pontos de controle para a cota de 2025.

PC N°	Q90 (m³/h)	Q95 (m³/h)	Q7,10 (m³/h)	Urbano (m³/h)	Rural (m³/h)	Indust. (m³/h)	Irrigação (m³/h)	Pecuária (m³/h)	Miner. (m³/h)	Total (m³/h)
1	70.936,3	59.133,1	26.237,7	122,7	14,1	25,1	11.696,4	1.359,4	19,3	13.237,1
2	15.812,7	13.008,2	7.402,4	7,7	1,9	0,0	628,1	87,4	0,0	725,1
3	27.432,8	22.677,4	11.778,4	26,2	6,2	5,1	103,8	419,0	151,7	711,9
4	2.447,3	1.980,4	1.535,4	2,7	0,3	0,0	0,0	8,6	0,0	11,6
5	1.761,1	1.421,0	1.163,5	2,0	1,0	0,0	214,0	23,7	0,0	240,7
6	6.581,9	5.372,8	3.535,6	1,8	1,0	0,3	0,0	71,4	0,0	74,6
7	9.970,1	8.168,5	5.017,7	48,0	2,0	1,8	202,0	198,1	0,0	451,9
8	4.549,5	3.701,7	2.589,7	0,0	0,0	0,0	899,8	100,1	0,0	999,8
9	1.712,2	1.381,2	1.136,2	13,0	0,2	0,0	0,0	9,1	0,0	22,3
10	1.145,0	920,3	809,3	0,0	0,3	0,0	0,0	5,0	0,0	5,3
11	4.048,0	3.290,3	2.346,8	0,4	1,7	0,0	0,0	37,5	0,0	39,5
12	497,0	396,6	400,5	0,0	0,8	0,0	0,0	27,3	13,6	41,8
13	4.294,5	3.492,5	2.466,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
14	786,7	630,3	589,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	6.131,8	5.002,3	3.330,6	0,0	0,5	0,0	2.342,4	20,8	0,0	2.363,8
16	2.488,6	2.014,1	1.557,2	0,0	0,2	40,5	68,5	8,7	0,0	117,9
17	2.006,7	1.621,0	1.298,9	5,5	1,1	0,0	99,1	14,4	0,0	120,1
18	63.041,4	52.497,2	23.753,4	119,2	14,1	25,1	10.207,5	1.350,6	19,3	11.735,8
19	49.660,5	41.267,4	19.425,5	106,4	14,1	25,1	10.207,5	1.308,8	13,0	11.674,9
20	16.302,3	13.414,6	7.595,2	45,3	9,3	20,3	4.037,0	230,5	0,0	4.342,4
21	13.640,3	11.206,5	6.535,3	25,7	2,6	3,2	2.123,3	593,1	0,0	2.748,0
22	14.394,9	11.832,1	6.838,8	45,3	9,2	20,3	4.037,0	217,7	0,0	4.329,6
23	913,7	733,0	669,1	4,1	0,4	2,3	77,0	10,2	0,0	94,1
24	487,6	389,0	394,1	1,5	0,0	0,0	140,6	0,0	0,0	142,1
25	343,8	273,5	293,5	24,8	4,9	19,3	42,5	0,0	0,0	91,5
26	223,3	177,0	204,0	5,1	0,3	0,0	0,0	15,0	0,0	20,3
27	11.043,2	9.055,9	5.469,3	5,1	1,9	0,0	628,1	79,3	0,0	714,3
28	26.036,7	21.513,4	11.271,0	26,2	6,2	5,1	103,8	419,0	151,7	711,9
29	10.015,9	8.206,4	5.037,1	25,5	2,7	5,1	0,0	226,5	0,0	259,8
30	215,4	170,6	197,9	2,6	1,3	0,0	0,0	8,2	0,0	12,1
31	1.664,7	1.342,5	1.109,5	2,7	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	11,3
32	5.438,7	4.432,2	3.010,3	48,0	0,8	1,8	184,9	79,1	0,0	314,6
33	1.024,4	822,6	736,9	28,3	0,4	2,4	608,1	0,0	0,0	639,2
34	18.446,5	15.195,5	8.429,1	26,2	4,9	5,1	0,0	341,2	96,9	474,2

Longo Prazo - Cena 2035

Os mapas de ICH para a cena de 2035, excluindo a demanda consuntiva por irrigação, considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados, respectivamente, na **Figura 4.81**, **Figura 4.82** e **Figura 4.83**. Os mapas ICH considerando todas as demandas consuntivas para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são apresentados nas **Figura 4.84**, **Figura 4.85** e **Figura 4.86**, respectivamente.

Em geral, a cena de 2035 apresentou um leve aumento do comprometimento hídrico em relação à cena de 2020. Esta cena também não apresentou problemas de comprometimento hídrico, indicando um certo grau de conforto hídrico da bacia para esta cena.

O comportamento espacial do comprometimento das demandas consuntivas é semelhante à cena de 2020, com pequenas modificações de grau de comprometimento, uma vez que o incremento da demanda representa uma pequena parcela da disponibilidade hídrica.

O **Quadro 4.10** apresenta os valores de disponibilidades hídricas e demandas consuntivas nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena de 2035.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 208
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

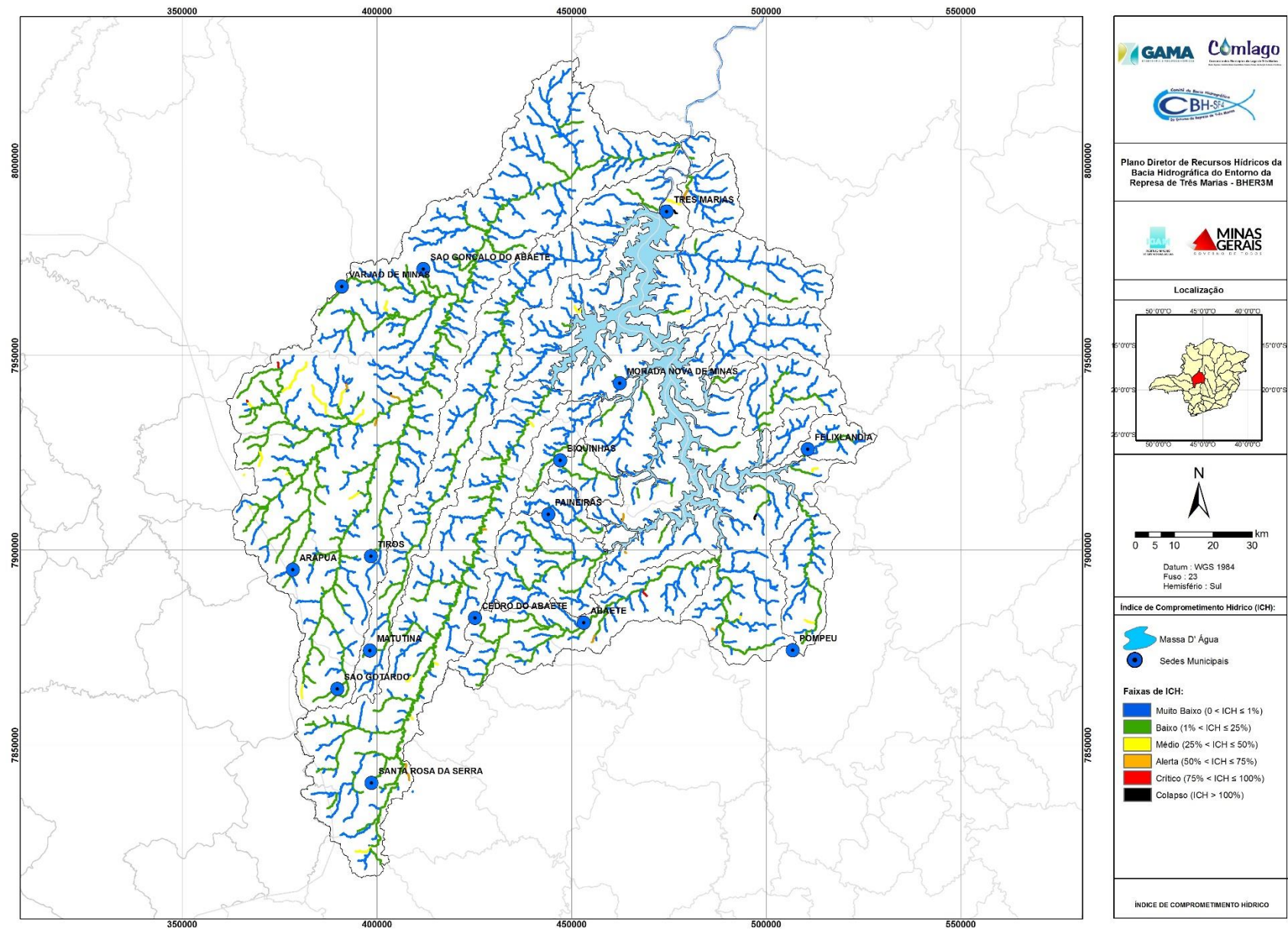


Figura 4.81 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2035.

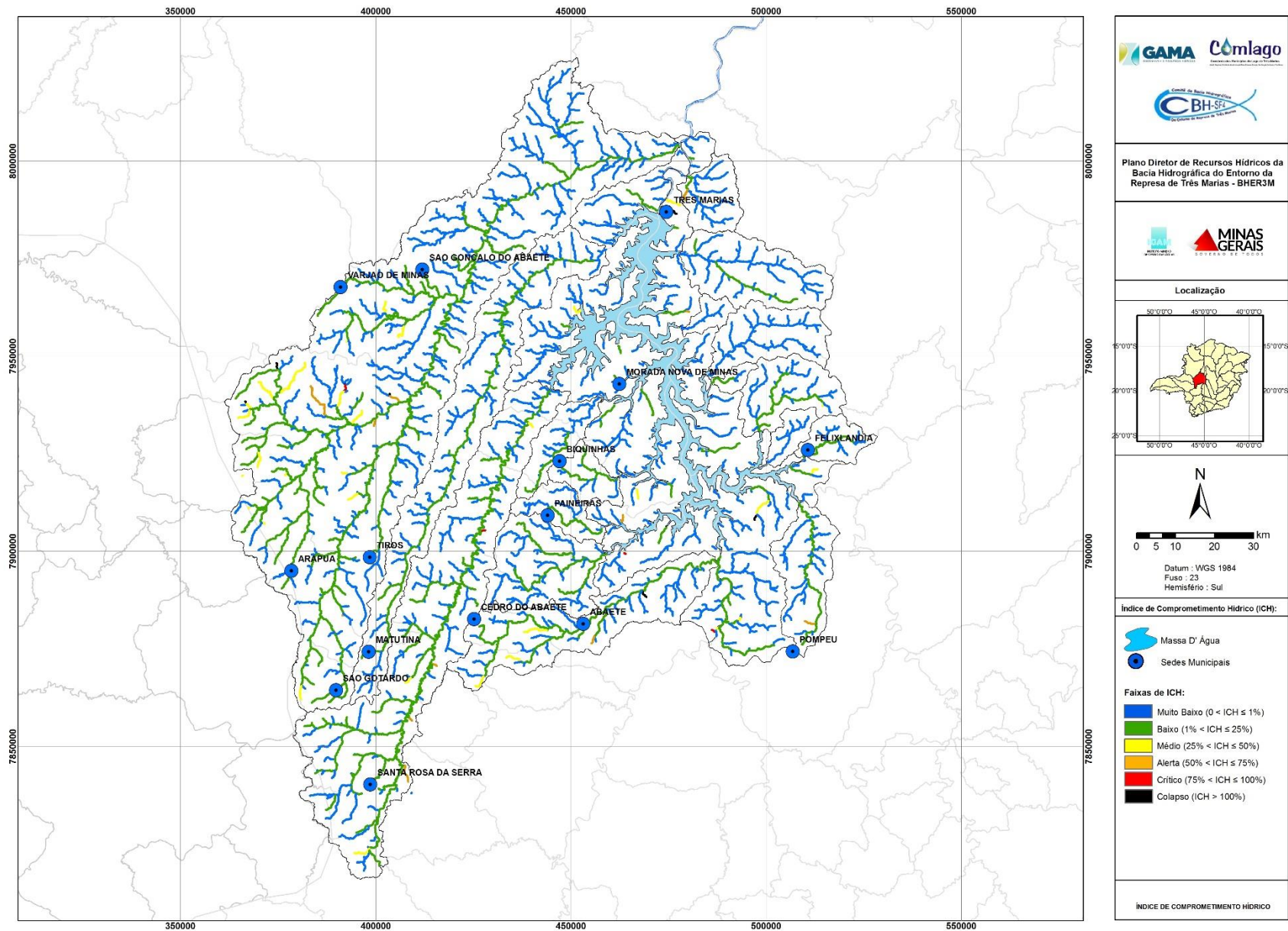


Figura 4.82 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2035.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 210
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

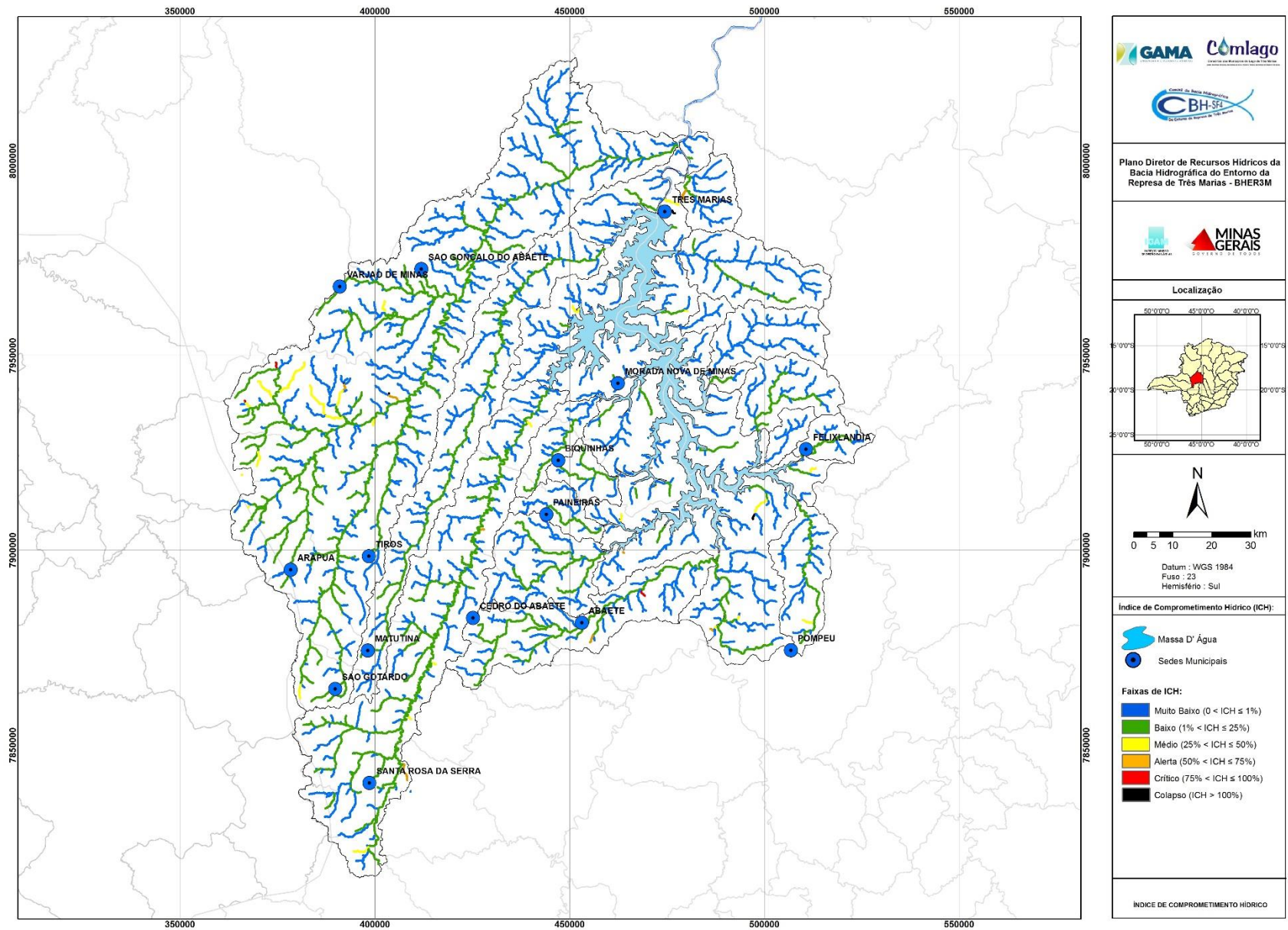


Figura 4.83 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, excluindo irrigação, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2035.

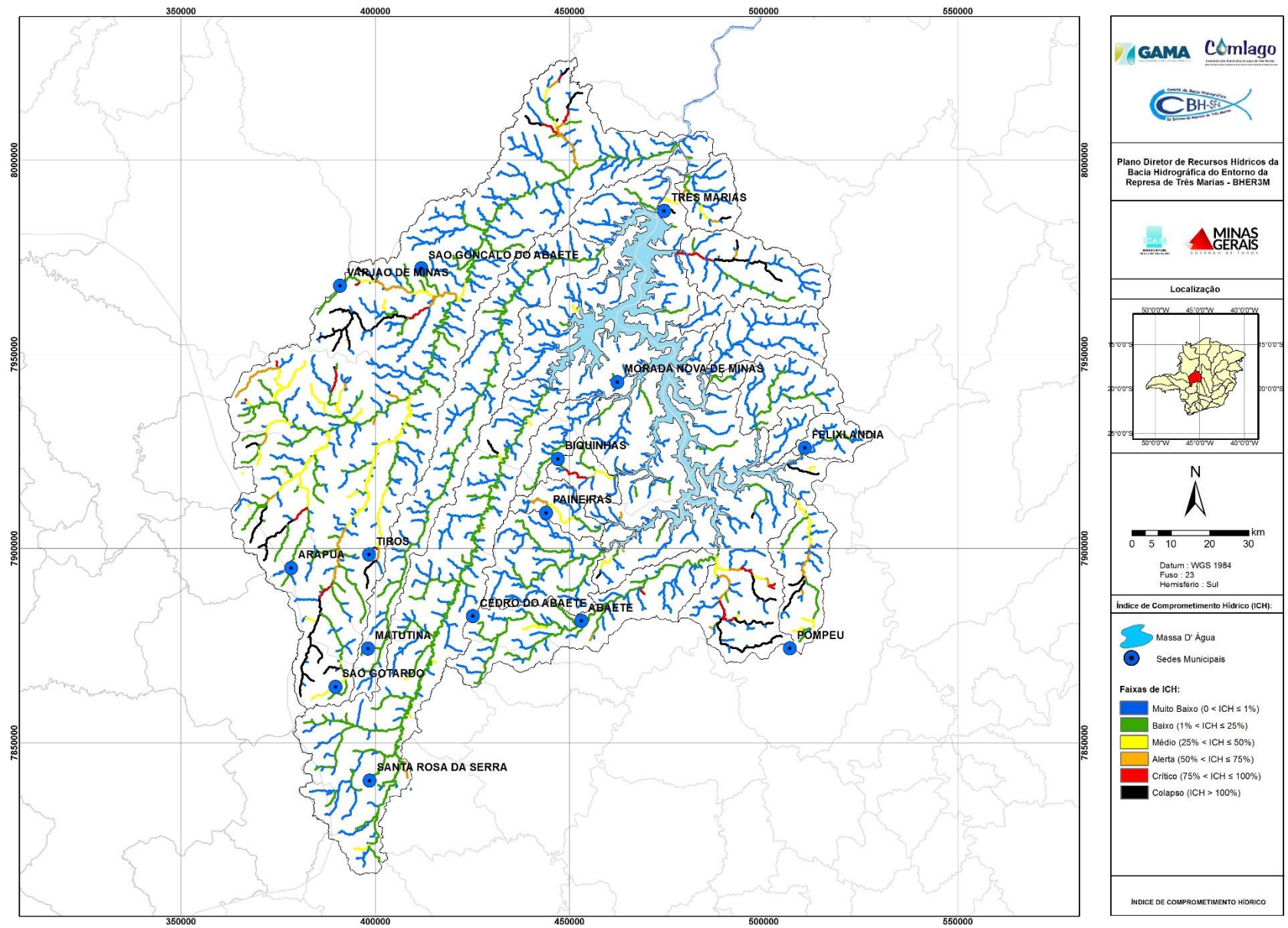


Figura 4.84 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{90\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2035.

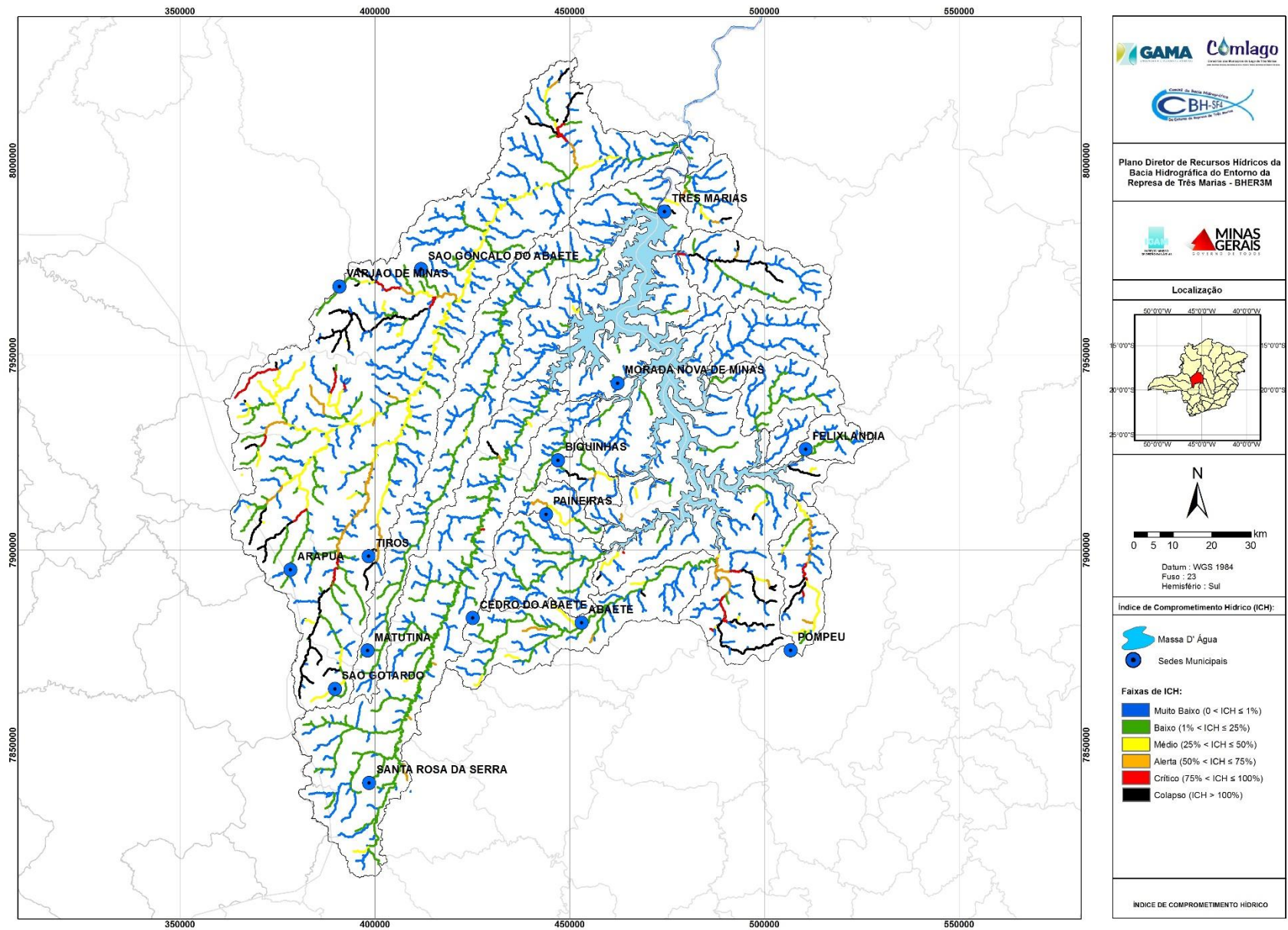


Figura 4.85 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{95\%}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2035.

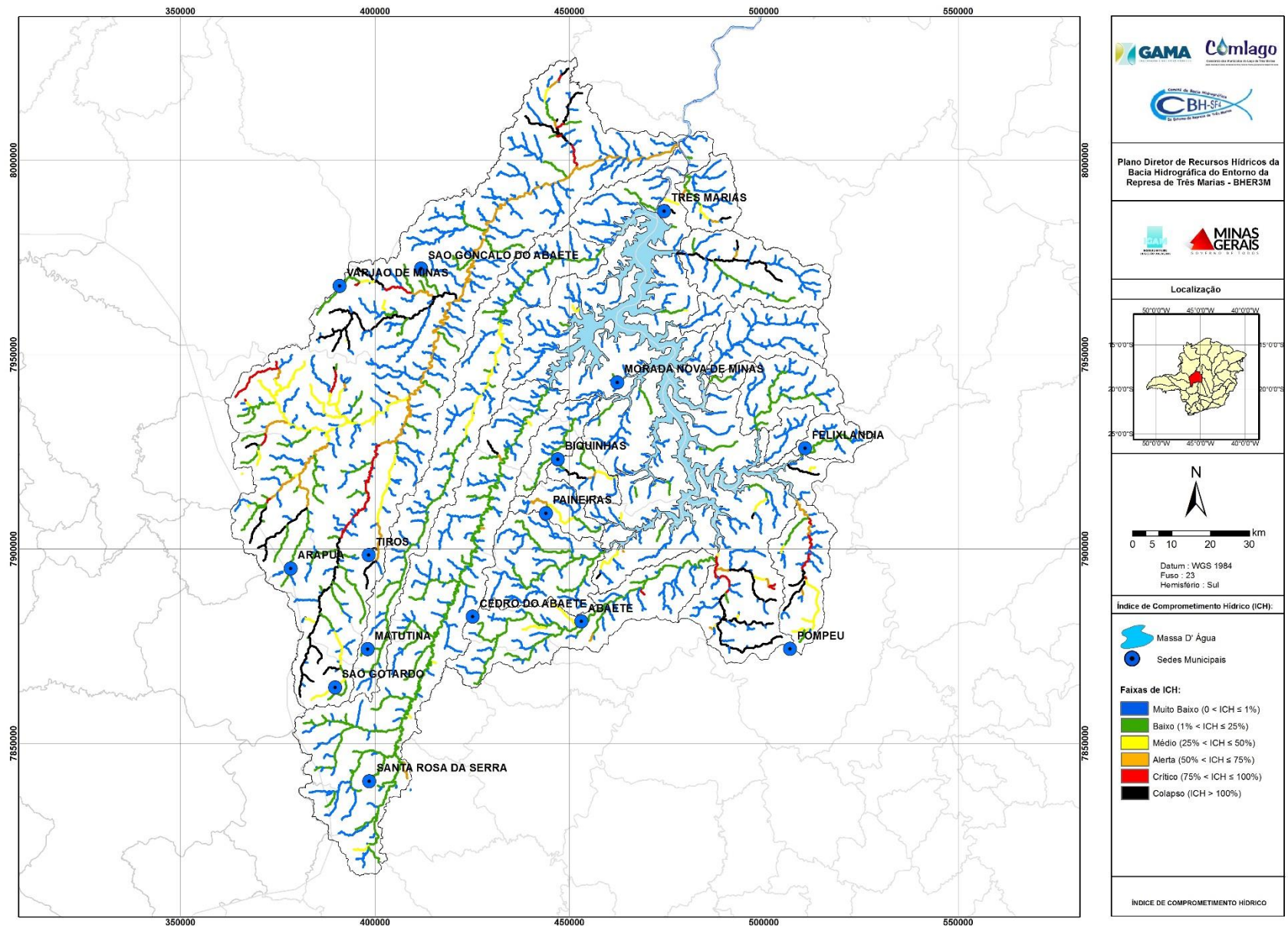


Figura 4.86 – ICH promovido pelas demandas consuntivas totais, considerando a vazão $Q_{7,10}$ como disponibilidade hídrica, na cena de 2035.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 214
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.10 – Disponibilidade e demandas consultivas nos pontos de controle para a cena de 2035.

PC Nº	Q90 (m³/h)	Q95 (m³/h)	Q7,10 (m³/h)	Urbano (m³/h)	Rural (m³/h)	Indust. (m³/h)	Irrigação (m³/h)	Pecuária (m³/h)	Miner. (m³/h)	Total (m³/h)
1	70.936,3	59.133,1	26.237,7	139,9	14,1	29,8	12.435,6	1.805,1	22,0	14.446,5
2	15.812,7	13.008,2	7.402,4	8,5	1,9	0,0	1.247,5	116,3	0,0	1.374,2
3	27.432,8	22.677,4	11.778,4	30,0	6,2	6,1	207,6	537,6	177,6	965,1
4	2.447,3	1.980,4	1.535,4	3,0	0,3	0,0	0,0	9,6	0,0	12,9
5	1.761,1	1.421,0	1.163,5	2,1	1,0	0,0	342,0	31,1	0,0	376,1
6	6.581,9	5.372,8	3.535,6	2,1	1,0	0,4	0,0	91,8	0,0	95,3
7	9.970,1	8.168,5	5.017,7	52,1	2,0	2,1	403,9	261,6	0,0	721,7
8	4.549,5	3.701,7	2.589,7	0,0	0,0	0,0	1.536,7	131,1	0,0	1.667,8
9	1.712,2	1.381,2	1.136,2	10,7	0,2	0,0	0,0	11,9	0,0	22,9
10	1.145,0	920,3	809,3	0,0	0,3	0,0	0,0	6,5	0,0	6,8
11	4.048,0	3.290,3	2.346,8	0,3	1,7	0,0	0,0	48,9	0,0	50,9
12	497,0	396,6	400,5	0,0	0,8	0,0	0,0	35,7	11,8	48,4
13	4.294,5	3.492,5	2.466,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
14	786,7	630,3	589,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	6.131,8	5.002,3	3.330,6	0,0	0,5	0,0	4.684,9	21,6	0,0	4.707,0
16	2.488,6	2.014,1	1.557,2	0,0	0,2	45,1	137,0	9,0	0,0	191,2
17	2.006,7	1.621,0	1.298,9	6,2	1,1	0,0	198,1	16,1	0,0	221,5
18	63.041,4	52.497,2	23.753,4	135,8	14,1	29,8	10.575,2	1.793,3	22,0	12.570,2
19	49.660,5	41.267,4	19.425,5	121,0	14,1	29,8	10.575,2	1.737,4	15,0	12.492,5
20	16.302,3	13.414,6	7.595,2	51,0	9,3	24,4	4.229,8	301,9	0,0	4.616,4
21	13.640,3	11.206,5	6.535,3	29,3	2,6	3,6	2.224,3	792,4	0,0	3.052,2
22	14.394,9	11.832,1	6.838,8	51,0	9,2	24,4	4.229,8	285,0	0,0	4.599,5
23	913,7	733,0	669,1	4,4	0,4	2,6	77,0	13,4	0,0	97,9
24	487,6	389,0	394,1	1,6	0,0	0,0	281,3	0,0	0,0	282,9
25	343,8	273,5	293,5	28,2	4,9	23,3	42,5	0,0	0,0	98,9
26	223,3	177,0	204,0	5,4	0,3	0,0	0,0	20,2	0,0	25,9
27	11.043,2	9.055,9	5.469,3	5,5	1,9	0,0	1.247,5	105,4	0,0	1.360,2
28	26.036,7	21.513,4	11.271,0	30,0	6,2	6,1	207,6	537,6	177,6	965,1
29	10.015,9	8.206,4	5.037,1	29,3	2,7	6,1	0,0	284,0	0,0	322,1
30	215,4	170,6	197,9	3,0	1,3	0,0	0,0	8,8	0,0	13,1
31	1.664,7	1.342,5	1.109,5	3,0	0,0	0,0	0,0	9,6	0,0	12,6
32	5.438,7	4.432,2	3.010,3	52,1	0,8	2,1	369,7	104,1	0,0	528,8
33	1.024,4	822,6	736,9	32,8	0,4	3,0	1.188,8	0,0	0,0	1.224,9
34	18.446,5	15.195,5	8.429,1	30,0	4,9	6,1	0,0	435,1	117,2	593,3

4.1.1. Balanço Hídrico Qualitativo no cenário tendencial

Curto Prazo – Cena 2020

Os mapas de classificação por trecho da cena de 2020, considerando o parâmetro de qualidade da água mais crítico do trecho, para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$, são apresentados, respectivamente, na **Figura 4.87**, **Figura 4.88** e **Figura 4.89**.

Em geral, para a cena de 2020 diversos trechos a jusante de sedes municipais apresentaram condições críticas de qualidade da água (acima da classe 3), para as vazões de referência analisadas, sobretudo em trechos de cabeceira. Considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$, ocorrem pequenas modificações na classificação em relação a classificação com a vazão $Q_{90\%}$. Dentre elas, destaca-se a elevação da classe (de classe 2 para 3 e de classe 3 para acima de 3) em trechos imediatamente a jusante de sedes municipais.

O resultado da avaliação de trechos não conformes com o enquadramento preliminar (classe 2) para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são mostradas, respectivamente, na **Figura 4.90**, **Figura 4.91** e **Figura 4.92**. Em geral, o mapa de desconformidade para a cena de 2020 é bastante semelhante com a cena de 2015, onde a maioria dos trechos estão em conformidade com o enquadramento preliminar. A desconformidade é encontrada sempre a jusante de sedes municipais nas sub-bacias de maiores extensões.

O **Quadro 4.11**, **Quadro 4.12** e **Quadro 4.13** apresentam os valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena de 2020, considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 216
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

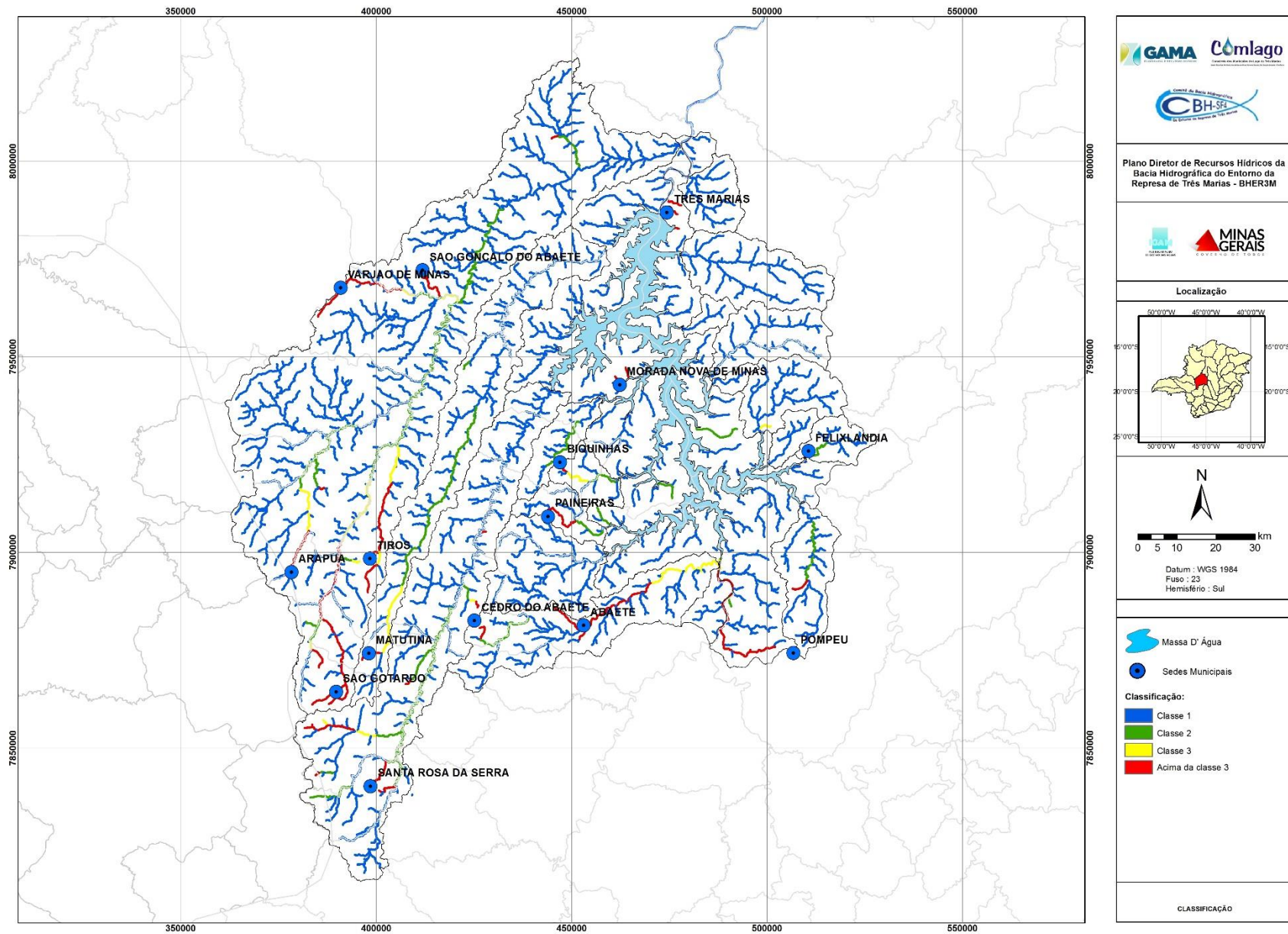


Figura 4.87 – Classificação dos trechos para a cena de 2020, considerando a $Q_{90\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 217
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

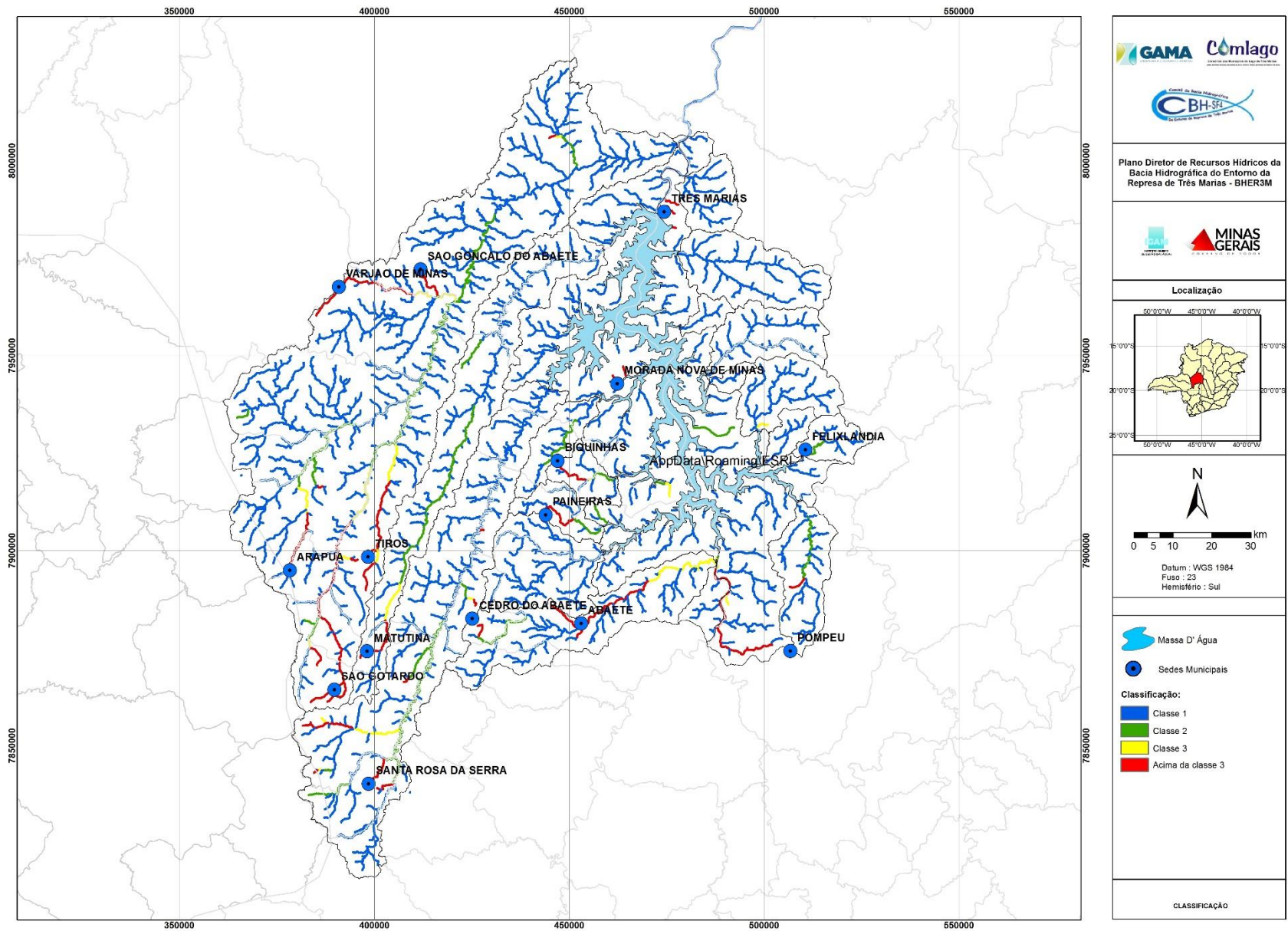


Figura 4.88 – Classificação dos trechos para a cena de 2020, considerando a $Q_{95\%}$ como a vazão de referência.

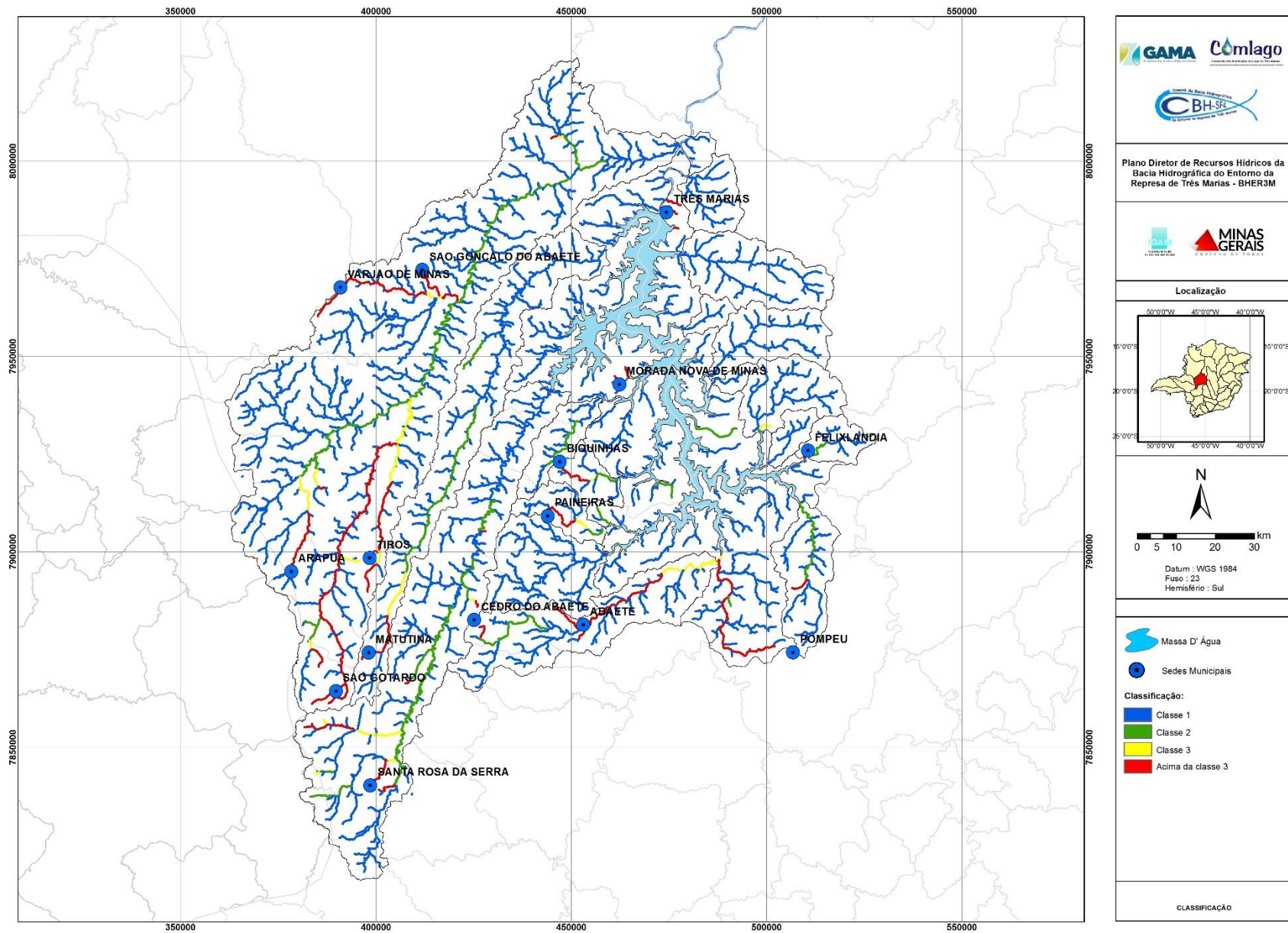


Figura 4.89 – Classificação dos trechos para a cena de 2020, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 219
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

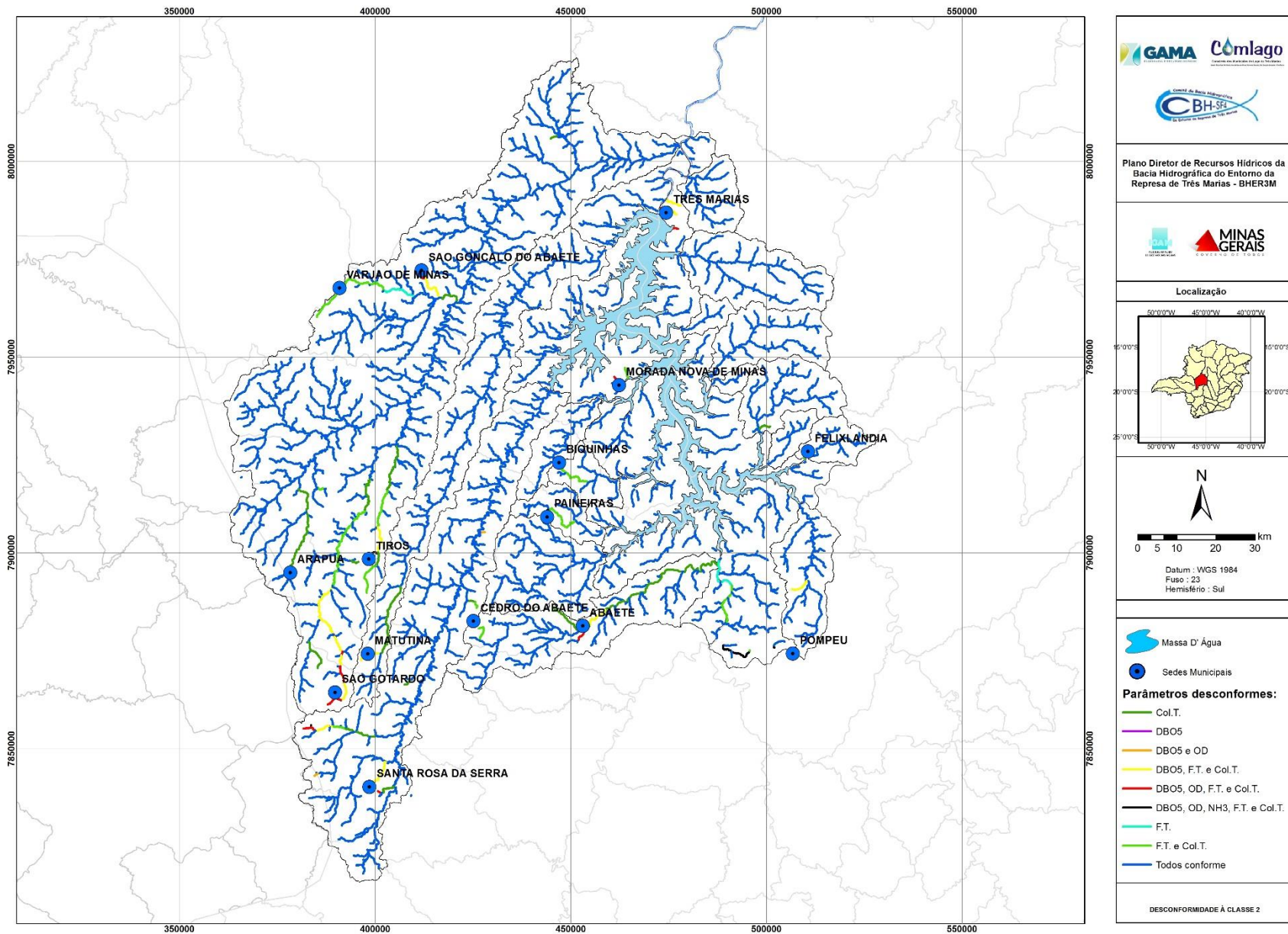


Figura 4.90 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2020, considerando a Q_{90%} como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 220
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

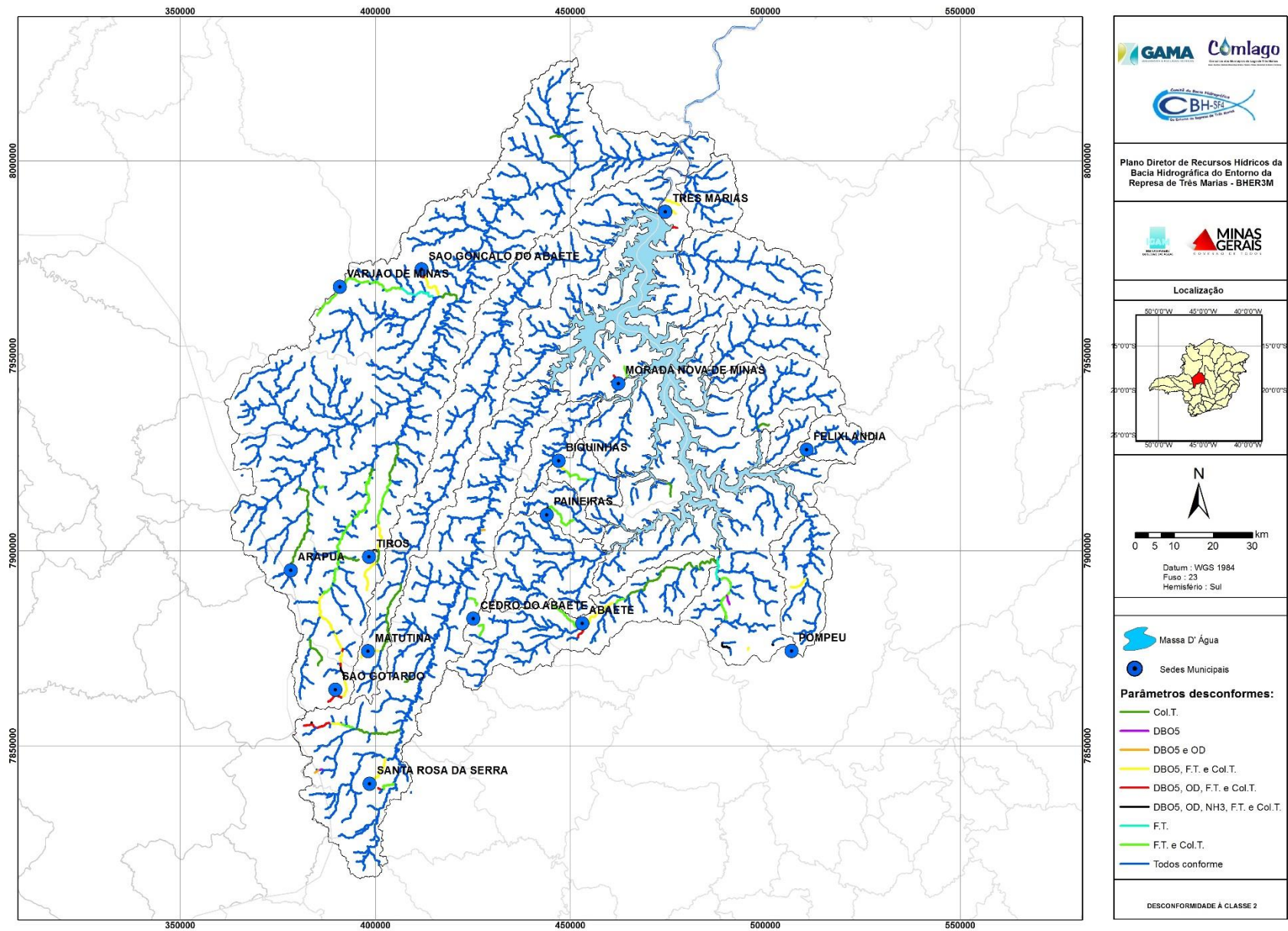


Figura 4.91 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2020, considerando a Q_{95%} como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 221
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

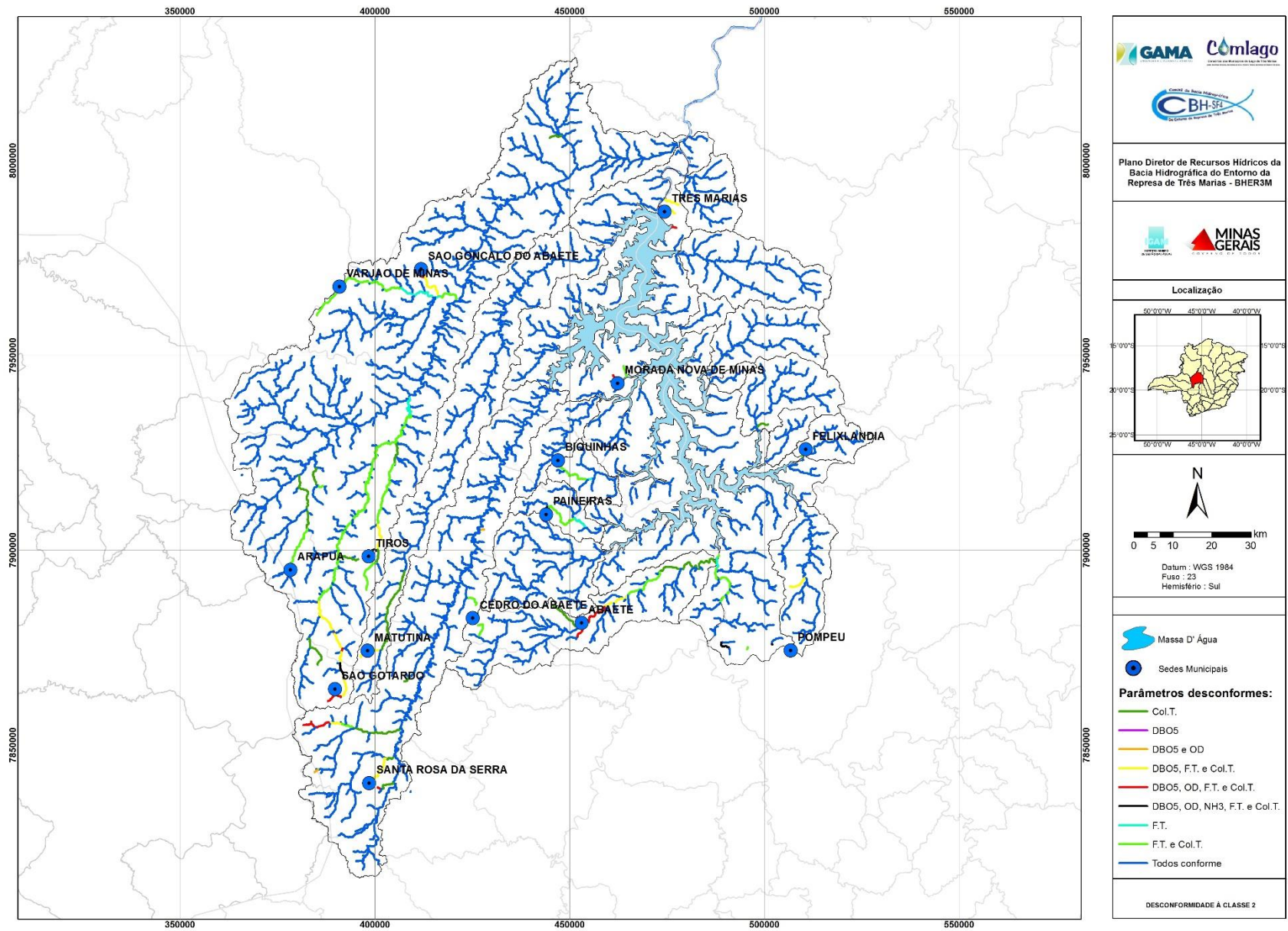


Figura 4.92 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2020, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 222
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.11 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2020, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,030	8,154	0,102	0,135	0,003	0,106	0,346	0,010	0,014	0,025	170
2	2,000	8,190	0,101	0,108	0,003	0,101	0,312	0,010	0,011	0,021	155
3	2,267	7,923	0,100	0,109	0,003	0,103	0,315	0,010	0,011	0,021	154
4	2,013	8,177	0,102	0,120	0,007	0,107	0,337	0,010	0,013	0,024	165
5	2,045	8,145	0,111	0,170	0,004	0,137	0,421	0,012	0,023	0,035	253
6	2,001	8,189	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,697	7,750	0,120	0,256	0,011	0,169	0,556	0,014	0,036	0,051	1005
8	2,016	8,174	0,103	0,121	0,003	0,111	0,338	0,011	0,014	0,025	184
9	3,895	6,350	0,206	0,654	0,014	0,518	1,392	0,038	0,126	0,165	3137
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,016	8,174	0,101	0,107	0,003	0,105	0,315	0,010	0,011	0,022	180
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,006	8,184	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,192	7,998	0,131	0,304	0,005	0,209	0,650	0,017	0,048	0,065	490
18	2,046	8,146	0,103	0,143	0,003	0,109	0,358	0,011	0,016	0,026	181
19	2,086	8,113	0,107	0,173	0,004	0,124	0,408	0,011	0,021	0,032	281
20	2,125	8,093	0,118	0,279	0,006	0,159	0,562	0,014	0,037	0,051	511
21	2,046	8,146	0,103	0,123	0,003	0,111	0,340	0,011	0,014	0,025	226
22	2,217	7,997	0,125	0,327	0,005	0,183	0,640	0,015	0,045	0,061	748
23	3,643	7,326	0,139	0,336	0,029	0,256	0,760	0,020	0,058	0,078	3285
24	2,672	7,518	0,132	0,287	0,011	0,219	0,650	0,018	0,046	0,064	1959

Quadro 4.11 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2020, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (Conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	31,445	7,832	0,971	5,175	0,502	3,655	10,303	0,231	1,045	1,277	62521
26	10,161	7,092	0,316	1,295	0,081	0,956	2,648	0,065	0,252	0,317	18302
27	2,005	8,185	0,101	0,113	0,003	0,104	0,321	0,010	0,012	0,022	167
28	2,313	7,882	0,100	0,110	0,003	0,103	0,317	0,010	0,011	0,022	156
29	2,160	8,032	0,107	0,145	0,005	0,126	0,383	0,012	0,019	0,030	442
30	6,290	4,503	0,237	0,865	0,060	0,633	1,795	0,044	0,163	0,208	10608
31	2,046	8,144	0,106	0,137	0,005	0,121	0,369	0,011	0,017	0,029	226
32	5,414	5,056	0,163	0,475	0,041	0,347	1,027	0,026	0,084	0,110	5525
33	7,343	5,342	1,099	6,407	0,337	3,710	11,553	0,253	1,224	1,477	11530
34	2,684	7,513	0,102	0,120	0,003	0,110	0,335	0,010	0,013	0,024	193

Quadro 4.12 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2020, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,024	8,154	0,102	0,140	0,003	0,107	0,352	0,010	0,015	0,025	168
2	1,999	8,190	0,101	0,109	0,003	0,101	0,313	0,010	0,011	0,021	154
3	2,271	7,918	0,100	0,111	0,003	0,103	0,316	0,010	0,011	0,021	153
4	2,010	8,180	0,102	0,124	0,009	0,108	0,343	0,011	0,014	0,024	162
5	2,041	8,149	0,113	0,187	0,004	0,144	0,448	0,013	0,026	0,039	262
6	2,001	8,189	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,702	7,764	0,123	0,286	0,013	0,179	0,600	0,015	0,041	0,056	1042
8	2,016	8,174	0,104	0,126	0,003	0,114	0,347	0,011	0,015	0,026	189
9	4,297	5,966	0,231	0,785	0,016	0,616	1,648	0,045	0,154	0,199	3807
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,018	8,172	0,102	0,108	0,003	0,106	0,318	0,010	0,012	0,022	186
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,006	8,184	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,187	8,003	0,137	0,349	0,006	0,229	0,721	0,019	0,056	0,074	518
18	2,040	8,143	0,103	0,150	0,003	0,110	0,366	0,011	0,016	0,027	179
19	2,078	8,113	0,108	0,189	0,005	0,127	0,429	0,012	0,023	0,035	287
20	2,079	8,121	0,121	0,324	0,006	0,168	0,619	0,014	0,043	0,057	513
21	2,043	8,148	0,104	0,128	0,003	0,114	0,349	0,011	0,015	0,026	230
22	2,165	8,035	0,130	0,388	0,005	0,199	0,723	0,016	0,054	0,070	781
23	3,859	7,267	0,149	0,399	0,039	0,294	0,881	0,022	0,071	0,093	3871
24	2,762	7,428	0,142	0,354	0,015	0,259	0,770	0,020	0,059	0,079	2415

Quadro 4.12 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2020, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (Conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	30,318	7,956	1,018	5,516	0,579	3,870	10,982	0,243	1,117	1,361	62744
26	11,441	7,060	0,372	1,612	0,108	1,173	3,264	0,079	0,316	0,395	22360
27	2,002	8,188	0,101	0,116	0,003	0,104	0,323	0,010	0,012	0,022	165
28	2,324	7,871	0,100	0,112	0,003	0,103	0,318	0,010	0,012	0,022	154
29	2,155	8,037	0,108	0,154	0,005	0,130	0,398	0,012	0,020	0,032	462
30	6,848	4,082	0,271	1,066	0,081	0,766	2,183	0,053	0,203	0,256	12793
31	2,047	8,143	0,107	0,146	0,006	0,125	0,383	0,012	0,019	0,030	234
32	5,996	4,548	0,176	0,560	0,053	0,398	1,187	0,029	0,101	0,129	6478
33	7,631	5,431	1,420	8,602	0,481	4,833	15,335	0,328	1,631	1,959	13845
34	2,795	7,403	0,102	0,124	0,003	0,111	0,340	0,011	0,014	0,024	192

Quadro 4.13 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2020, considerando a vazão de referência Q7,10. (continua)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,004	8,123	0,103	0,208	0,003	0,112	0,427	0,011	0,021	0,032	176
2	1,995	8,190	0,101	0,114	0,003	0,102	0,319	0,010	0,012	0,022	153
3	2,271	7,911	0,100	0,117	0,003	0,103	0,322	0,010	0,012	0,022	151
4	2,008	8,182	0,103	0,129	0,012	0,108	0,352	0,011	0,015	0,025	160
5	2,053	8,137	0,116	0,210	0,005	0,156	0,487	0,014	0,030	0,044	291
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,693	7,810	0,133	0,388	0,021	0,208	0,749	0,017	0,056	0,072	1150
8	2,023	8,167	0,106	0,142	0,004	0,122	0,374	0,011	0,018	0,029	207
9	4,790	5,496	0,259	0,931	0,019	0,725	1,934	0,052	0,184	0,237	4575
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,027	8,163	0,102	0,112	0,003	0,108	0,325	0,011	0,012	0,023	202
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,009	8,181	0,100	0,100	0,003	0,102	0,305	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,211	7,979	0,146	0,410	0,007	0,258	0,821	0,021	0,066	0,087	582
18	2,047	8,091	0,106	0,234	0,005	0,119	0,464	0,011	0,025	0,036	196
19	2,172	7,981	0,124	0,388	0,012	0,179	0,703	0,015	0,050	0,065	547
20	2,034	8,090	0,146	0,639	0,013	0,244	1,042	0,019	0,085	0,104	814
21	2,067	8,127	0,108	0,160	0,004	0,127	0,399	0,012	0,020	0,032	290
22	2,229	7,941	0,172	0,845	0,010	0,334	1,361	0,025	0,120	0,144	1507
23	3,959	7,242	0,154	0,431	0,044	0,313	0,941	0,024	0,077	0,100	4169
24	2,809	7,381	0,142	0,350	0,015	0,258	0,765	0,020	0,058	0,078	2449

Quadro 4.13 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2020, considerando a vazão de referência Q7,10. (conclusão)

PC Nº	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	30,836	7,918	1,009	5,443	0,557	3,826	10,835	0,241	1,101	1,343	63137
26	10,645	7,077	0,336	1,409	0,090	1,034	2,870	0,070	0,275	0,345	19777
27	1,997	8,189	0,102	0,124	0,003	0,105	0,334	0,010	0,013	0,023	165
28	2,346	7,844	0,100	0,118	0,003	0,104	0,325	0,010	0,012	0,022	152
29	2,213	7,981	0,112	0,187	0,007	0,147	0,454	0,013	0,026	0,039	593
30	6,491	4,348	0,248	0,933	0,067	0,678	1,926	0,047	0,177	0,224	11342
31	2,051	8,139	0,108	0,155	0,006	0,130	0,399	0,012	0,020	0,032	245
32	7,395	3,346	0,210	0,778	0,087	0,526	1,601	0,037	0,143	0,180	8790
33	7,519	5,569	1,415	8,593	0,497	4,812	15,317	0,326	1,628	1,955	13717
34	3,283	6,921	0,103	0,139	0,004	0,116	0,363	0,011	0,016	0,027	203

Médio Prazo – Cena 2025

Os mapas de classificação por trecho da cena de 2025, considerando o parâmetro de qualidade da água mais crítico do trecho, para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$, são apresentados, respectivamente, na **Figura 4.93**, **Figura 4.94** e **Figura 4.95**.

Em geral, semelhante à cena de 2020, a cena de 2025 apresentou diversos trechos a jusante de sedes municipais em condições críticas de qualidade da água (acima da classe 3), para as vazões de referência analisadas.

O resultado da avaliação de trechos não conformes com o enquadramento preliminar (classe 2) para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são mostradas, respectivamente, na **Figura 4.96**, **Figura 4.97** e **Figura 4.98**. Em geral, o mapa de desconformidade para a cena de 2025 é bastante semelhante com a cena de 2015, onde a maioria dos trechos estão em conformidade com o enquadramento preliminar. A desconformidade é encontrada sempre a jusante de sedes municipais nas sub-bacias de maiores extensões.

O **Quadro 4.14**, **Quadro 4.15** e **Quadro 4.16** apresentam os valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena de 2025, considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	229

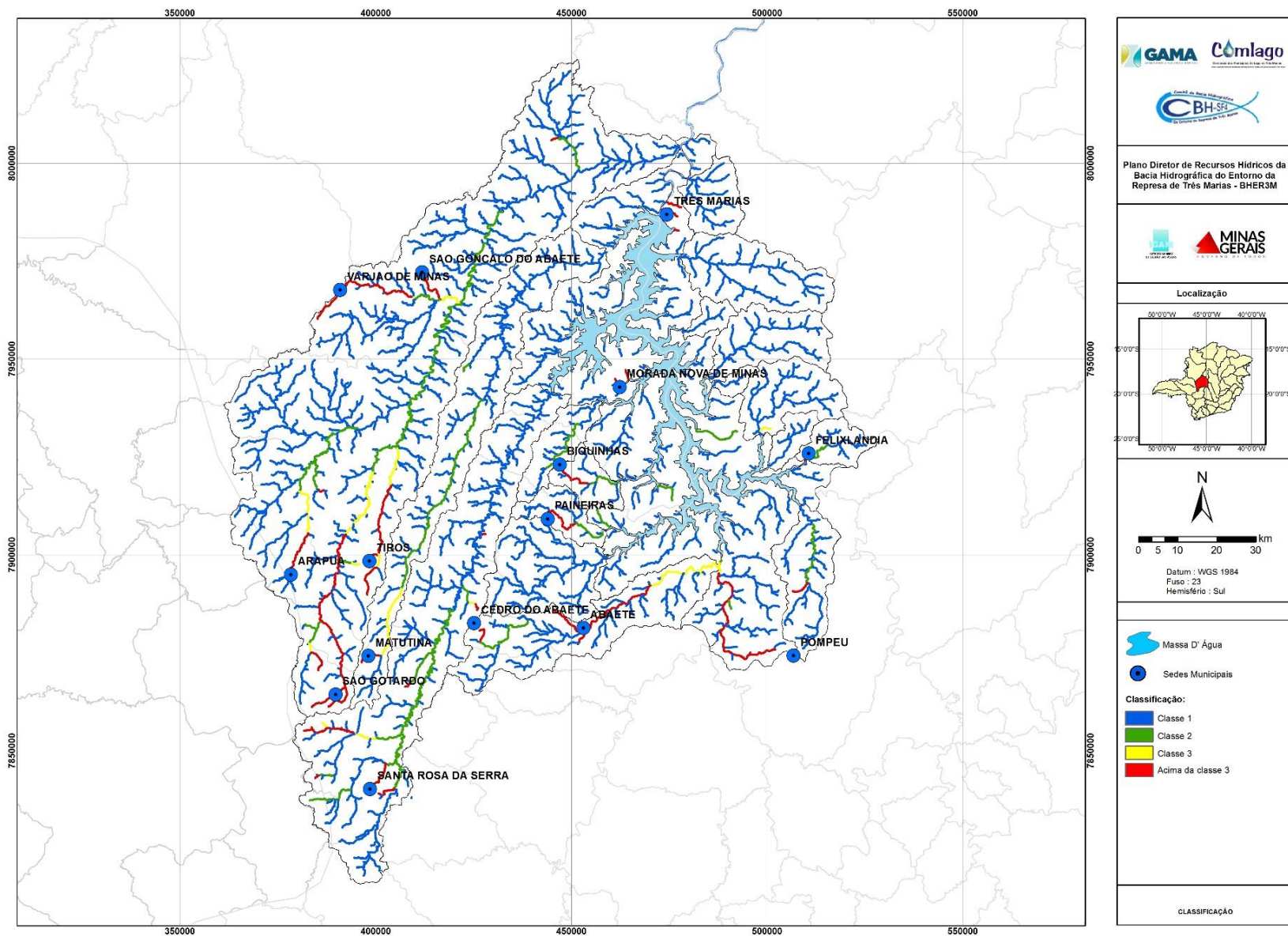


Figura 4.93 – Classificação dos trechos para a cena de 2025, considerando a $Q_{90\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 230
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

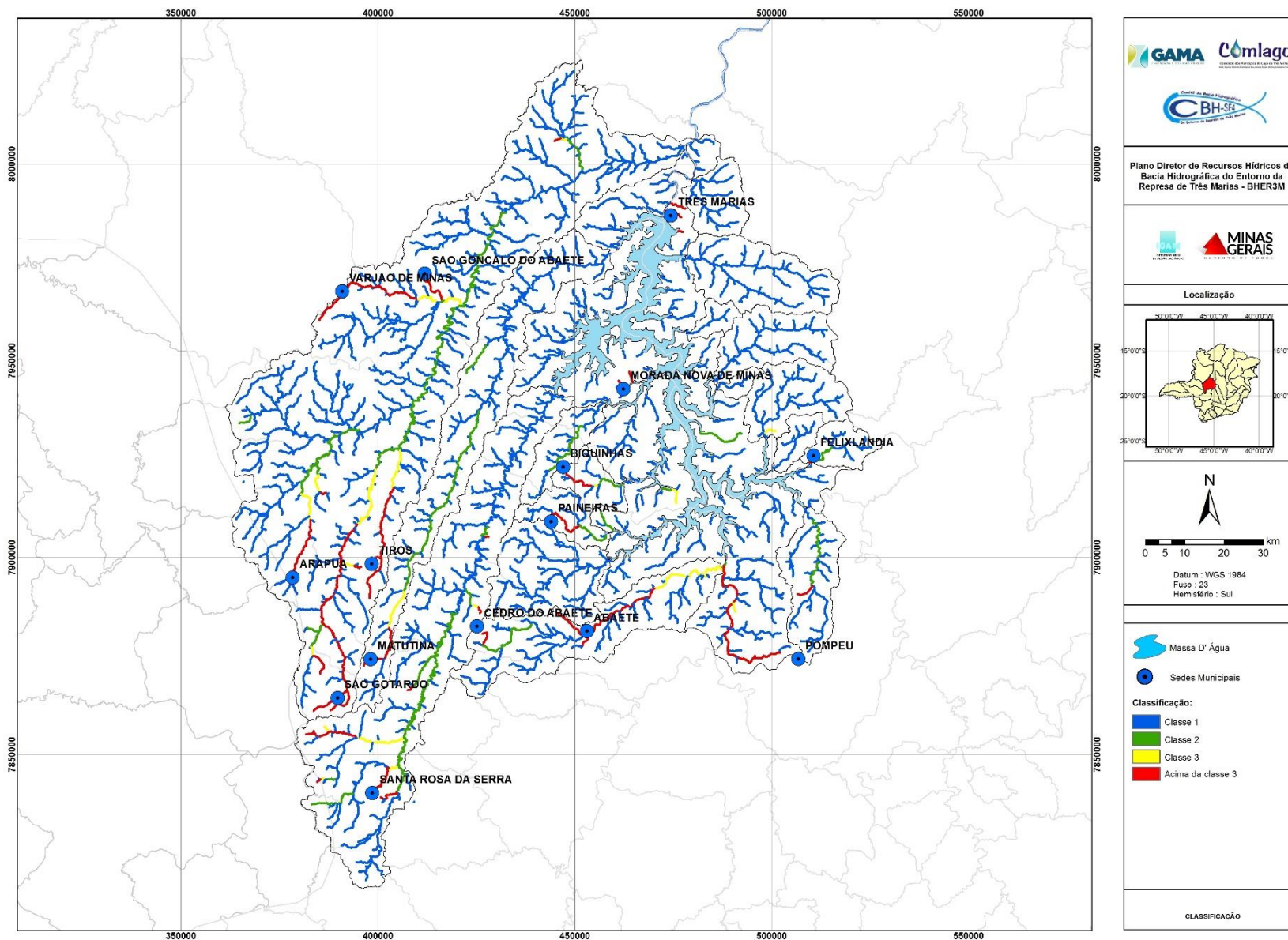


Figura 4.94 – Classificação dos trechos para a cena de 2025, considerando a $Q_{95\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 231
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

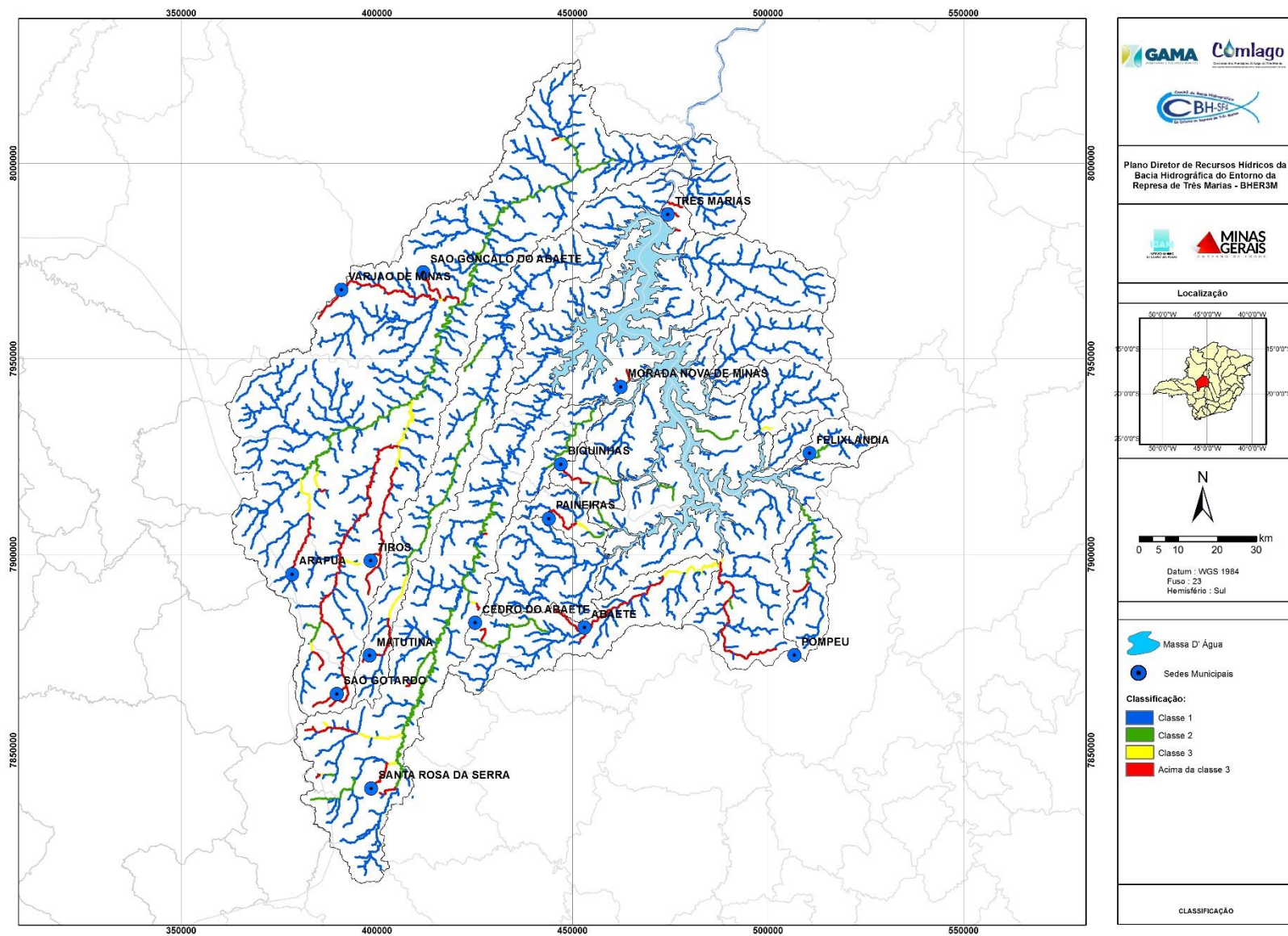


Figura 4.95 – Classificação dos trechos para a cena de 2025, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 232
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

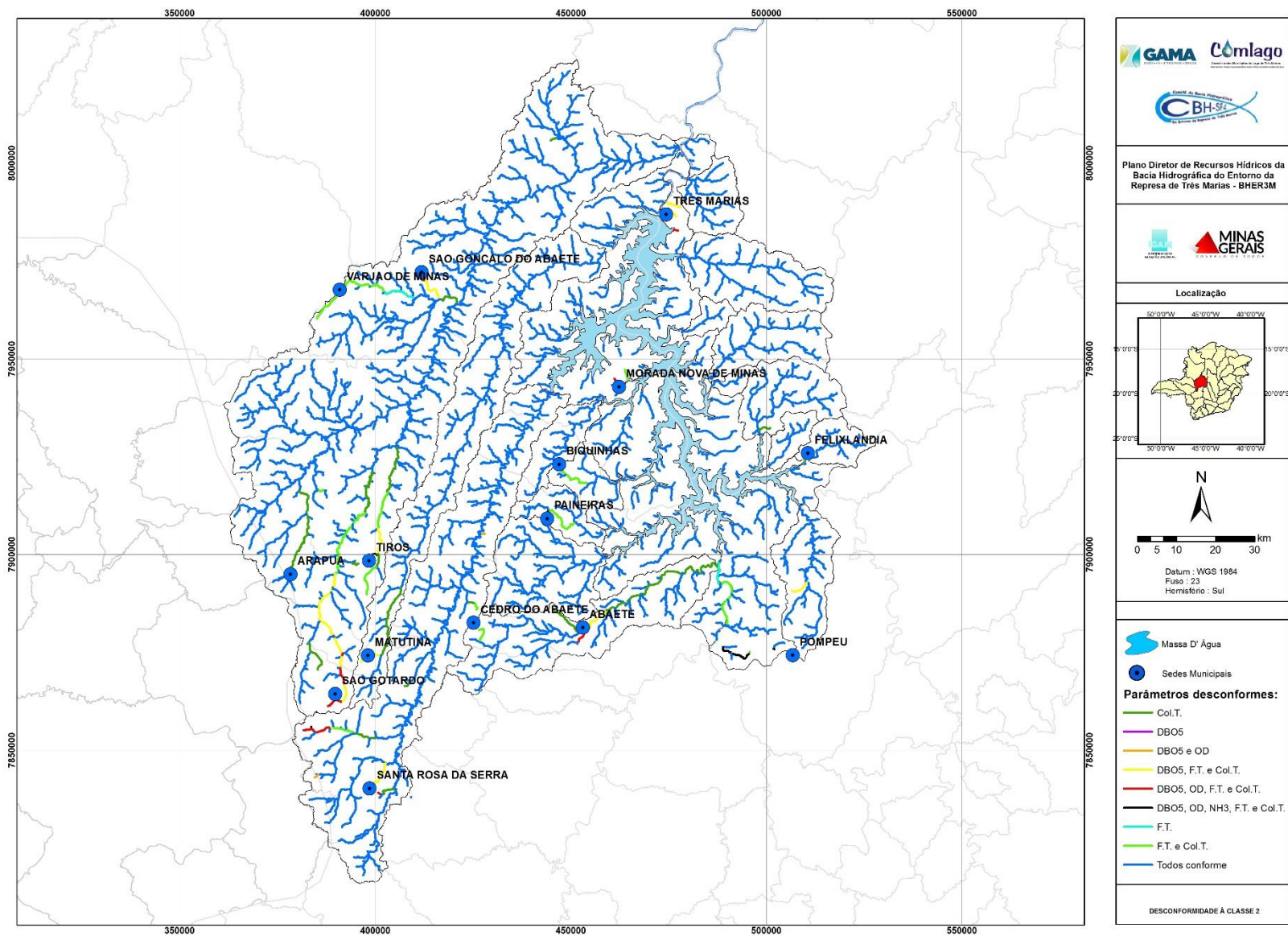


Figura 4.96 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2025, considerando a $Q_{90\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 233
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

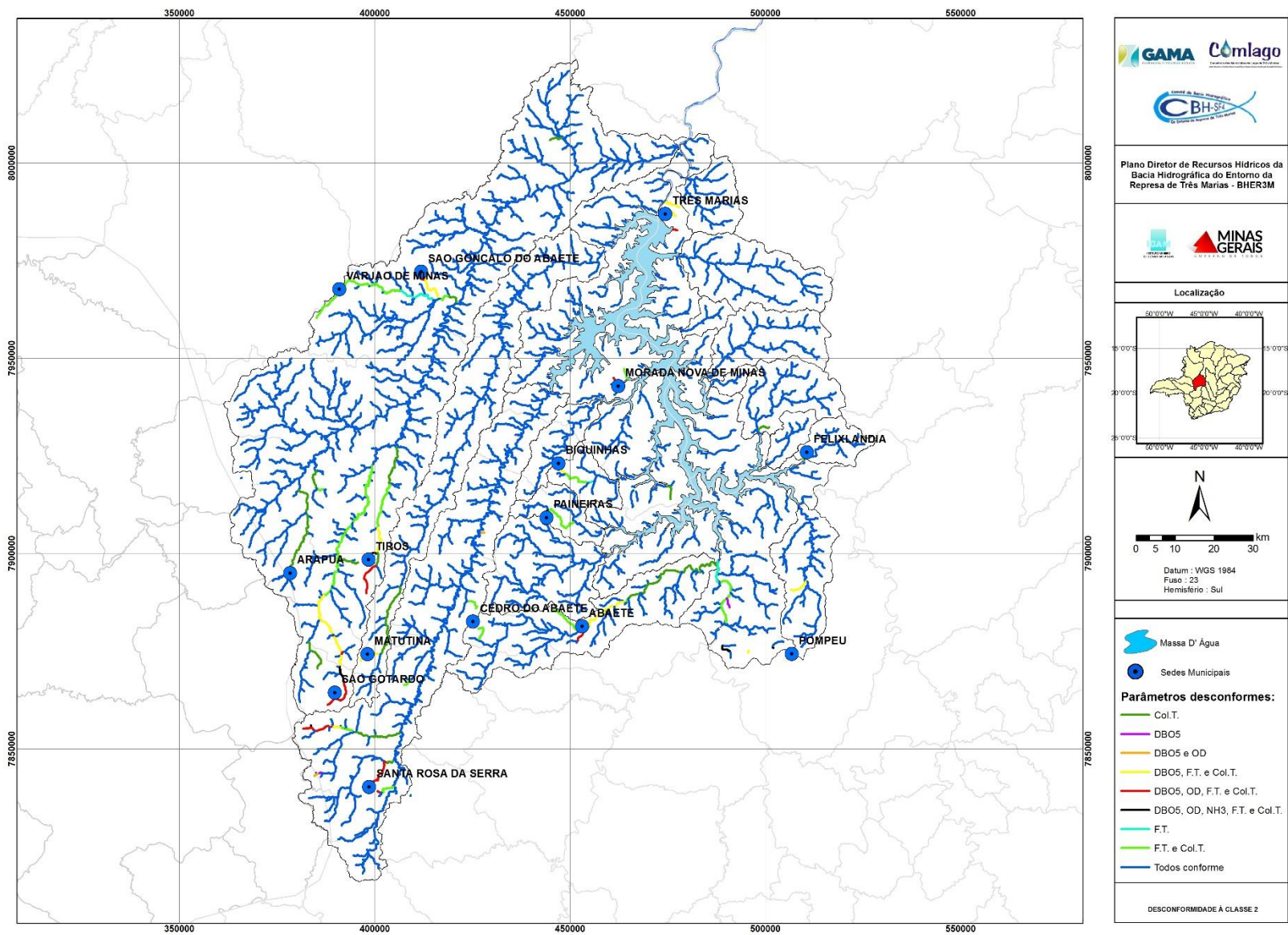


Figura 4.97 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2025, considerando a $Q_{95\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 234
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

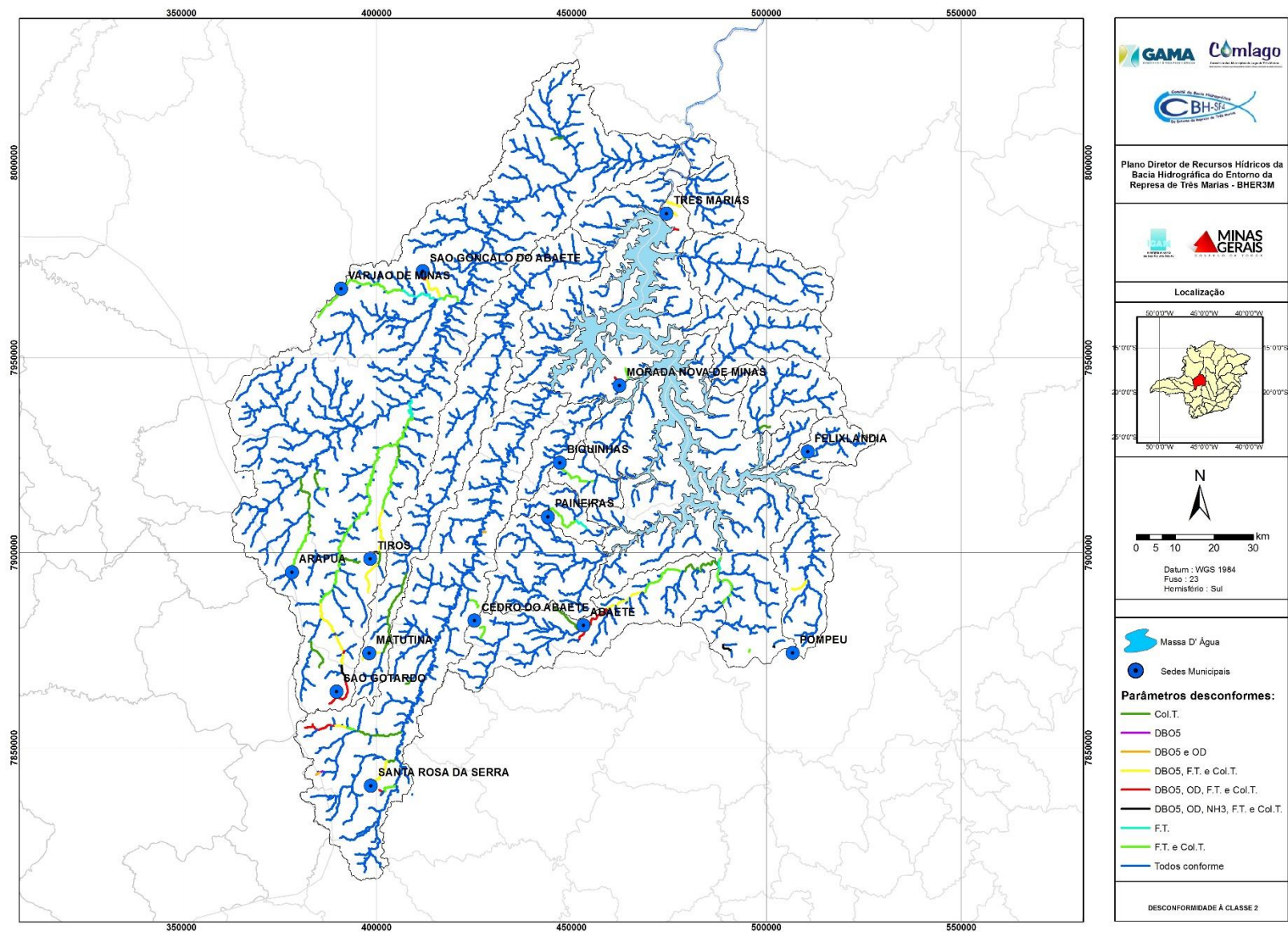


Figura 4.98 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2025, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 235
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.14 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2025, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,032	8,152	0,102	0,137	0,003	0,107	0,349	0,010	0,015	0,025	171
2	2,000	8,189	0,101	0,108	0,003	0,102	0,313	0,010	0,011	0,021	155
3	2,288	7,902	0,100	0,110	0,003	0,103	0,316	0,010	0,011	0,021	155
4	2,013	8,177	0,102	0,121	0,007	0,108	0,338	0,011	0,014	0,024	165
5	2,048	8,142	0,111	0,175	0,004	0,139	0,429	0,013	0,024	0,036	260
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,736	7,726	0,121	0,264	0,011	0,173	0,570	0,015	0,038	0,052	1051
8	2,018	8,172	0,104	0,123	0,003	0,113	0,342	0,011	0,014	0,025	188
9	3,725	6,516	0,196	0,604	0,013	0,481	1,294	0,036	0,116	0,152	2869
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,014	8,176	0,101	0,106	0,003	0,104	0,314	0,010	0,011	0,022	177
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,006	8,184	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,201	7,989	0,133	0,313	0,006	0,214	0,666	0,018	0,050	0,067	506
18	2,049	8,143	0,103	0,146	0,003	0,110	0,362	0,011	0,016	0,026	183
19	2,091	8,108	0,108	0,178	0,005	0,125	0,416	0,012	0,022	0,033	288
20	2,134	8,086	0,119	0,293	0,006	0,163	0,581	0,014	0,039	0,053	537
21	2,049	8,143	0,103	0,124	0,003	0,112	0,342	0,011	0,014	0,025	229
22	2,232	7,983	0,127	0,344	0,005	0,189	0,665	0,016	0,048	0,064	791
23	3,717	7,286	0,141	0,346	0,030	0,262	0,780	0,020	0,060	0,080	3417
24	2,738	7,452	0,135	0,306	0,012	0,231	0,684	0,019	0,050	0,068	2136

Quadro 4.14 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2025, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	32,283	7,829	0,986	5,262	0,511	3,728	10,487	0,236	1,065	1,301	63586
26	10,498	7,046	0,325	1,344	0,084	0,990	2,743	0,068	0,262	0,329	19034
27	2,005	8,185	0,101	0,114	0,003	0,104	0,322	0,010	0,012	0,022	168
28	2,338	7,857	0,100	0,111	0,003	0,103	0,317	0,010	0,012	0,022	156
29	2,172	8,020	0,107	0,149	0,005	0,128	0,389	0,012	0,019	0,031	464
30	6,599	4,238	0,247	0,920	0,064	0,672	1,903	0,047	0,174	0,221	11360
31	2,047	8,143	0,106	0,138	0,005	0,122	0,371	0,011	0,017	0,029	228
32	5,619	4,868	0,167	0,497	0,043	0,362	1,069	0,026	0,089	0,115	5841
33	7,976	5,030	1,213	7,129	0,376	4,125	12,843	0,281	1,363	1,644	12834
34	2,752	7,446	0,102	0,122	0,003	0,110	0,337	0,010	0,014	0,024	195

Quadro 4.15 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2025, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,025	8,151	0,102	0,143	0,003	0,107	0,355	0,010	0,015	0,025	169
2	1,998	8,190	0,101	0,109	0,003	0,102	0,314	0,010	0,011	0,021	154
3	2,293	7,896	0,100	0,111	0,003	0,103	0,317	0,010	0,011	0,022	153
4	2,010	8,180	0,103	0,125	0,009	0,108	0,344	0,011	0,014	0,025	163
5	2,044	8,146	0,114	0,194	0,004	0,148	0,459	0,013	0,027	0,040	270
6	2,001	8,189	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,742	7,739	0,124	0,296	0,013	0,183	0,617	0,015	0,042	0,058	1093
8	2,018	8,172	0,104	0,130	0,004	0,116	0,353	0,011	0,016	0,027	194
9	4,092	6,165	0,219	0,724	0,015	0,569	1,527	0,042	0,141	0,183	3480
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,016	8,174	0,101	0,108	0,003	0,105	0,317	0,010	0,012	0,022	183
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,006	8,184	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,197	7,993	0,139	0,362	0,006	0,235	0,742	0,019	0,058	0,077	537
18	2,042	8,140	0,103	0,153	0,003	0,110	0,370	0,011	0,017	0,027	181
19	2,083	8,108	0,109	0,195	0,005	0,129	0,438	0,012	0,024	0,036	294
20	2,084	8,117	0,123	0,340	0,007	0,173	0,643	0,015	0,045	0,060	539
21	2,046	8,146	0,104	0,130	0,003	0,114	0,351	0,011	0,015	0,026	235
22	2,177	8,024	0,132	0,410	0,006	0,207	0,755	0,017	0,057	0,074	826
23	3,944	7,224	0,151	0,412	0,040	0,302	0,905	0,023	0,073	0,096	4028
24	2,849	7,341	0,147	0,383	0,017	0,277	0,824	0,021	0,064	0,086	2674

Quadro 4.15 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2025, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	30,426	7,957	1,013	5,487	0,576	3,860	10,935	0,242	1,113	1,356	62399
26	11,852	7,013	0,383	1,676	0,112	1,218	3,389	0,082	0,329	0,411	23300
27	2,002	8,188	0,101	0,116	0,003	0,104	0,325	0,010	0,012	0,022	166
28	2,350	7,845	0,100	0,112	0,003	0,103	0,319	0,010	0,012	0,022	154
29	2,167	8,025	0,109	0,159	0,005	0,133	0,405	0,012	0,021	0,033	486
30	7,194	3,790	0,283	1,135	0,086	0,813	2,318	0,056	0,217	0,273	13695
31	2,049	8,141	0,107	0,147	0,006	0,126	0,386	0,012	0,019	0,031	236
32	6,252	4,315	0,181	0,588	0,056	0,417	1,242	0,030	0,106	0,136	6874
33	7,673	5,413	1,428	8,651	0,483	4,861	15,423	0,330	1,640	1,970	13923
34	2,875	7,323	0,102	0,125	0,003	0,112	0,342	0,011	0,014	0,025	194

Quadro 4.16 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2025, considerando a vazão de referência Q_{7,10}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,002	8,118	0,104	0,217	0,003	0,113	0,436	0,011	0,022	0,033	177
2	1,994	8,190	0,101	0,115	0,003	0,102	0,320	0,010	0,012	0,022	153
3	2,293	7,888	0,100	0,118	0,003	0,103	0,323	0,010	0,012	0,022	151
4	2,008	8,182	0,103	0,130	0,012	0,108	0,353	0,011	0,015	0,025	161
5	2,058	8,132	0,118	0,220	0,005	0,161	0,503	0,014	0,032	0,046	303
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,740	7,784	0,135	0,406	0,022	0,215	0,778	0,017	0,059	0,076	1216
8	2,027	8,163	0,107	0,150	0,005	0,125	0,387	0,012	0,019	0,031	217
9	4,542	5,736	0,244	0,857	0,018	0,669	1,788	0,048	0,169	0,217	4181
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,025	8,165	0,102	0,111	0,003	0,108	0,323	0,011	0,012	0,023	197
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,008	8,182	0,100	0,100	0,003	0,102	0,305	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,223	7,967	0,149	0,428	0,007	0,267	0,852	0,021	0,070	0,091	608
18	2,049	8,083	0,106	0,244	0,005	0,121	0,476	0,011	0,026	0,037	198
19	2,184	7,963	0,126	0,414	0,013	0,186	0,739	0,015	0,053	0,069	572
20	2,034	8,082	0,149	0,684	0,014	0,256	1,103	0,020	0,092	0,111	867
21	2,072	8,122	0,108	0,164	0,004	0,129	0,406	0,012	0,021	0,033	300
22	2,245	7,920	0,178	0,910	0,010	0,354	1,453	0,026	0,129	0,155	1620
23	4,049	7,197	0,156	0,444	0,046	0,322	0,968	0,024	0,080	0,104	4338
24	2,901	7,289	0,147	0,378	0,017	0,276	0,817	0,021	0,063	0,085	2709

Quadro 4.16 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2025, considerando a vazão de referência Q_{7,10}. (conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	31,377	7,920	1,013	5,467	0,559	3,859	10,899	0,243	1,109	1,352	63414
26	11,009	7,031	0,346	1,463	0,094	1,073	2,976	0,073	0,286	0,359	20582
27	1,997	8,189	0,102	0,126	0,003	0,105	0,336	0,010	0,013	0,024	166
28	2,374	7,815	0,100	0,119	0,003	0,104	0,326	0,010	0,012	0,022	152
29	2,230	7,964	0,113	0,194	0,008	0,151	0,466	0,013	0,027	0,040	627
30	6,814	4,073	0,259	0,992	0,072	0,720	2,043	0,050	0,189	0,239	12145
31	2,052	8,138	0,109	0,156	0,006	0,131	0,402	0,012	0,021	0,033	247
32	7,794	2,988	0,218	0,827	0,093	0,557	1,695	0,039	0,153	0,191	9417
33	7,560	5,552	1,423	8,642	0,500	4,840	15,405	0,328	1,638	1,966	13795
34	3,416	6,790	0,103	0,142	0,004	0,118	0,366	0,011	0,016	0,027	204

Longo Prazo – Cena 2035

Os mapas de classificação por trecho da cena de 2035, considerando o parâmetro de qualidade da água mais crítico do trecho, para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$, são apresentados, respectivamente, na **Figura 4.99**, **Figura 4.100** e **Figura 4.101**.

Em geral, semelhante à cena de 2025, a cena de 2035 apresentou diversos trechos a jusante de sedes municipais em condições críticas de qualidade da água (acima da classe 3), para as vazões de referência analisadas.

O resultado da avaliação de trechos não conformes com o enquadramento preliminar (classe 2) para as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ são mostradas, respectivamente, na **Figura 4.102**, **Figura 4.103** e **Figura 4.104**. Em geral, a desconformidade em números de variáveis e trechos para a cena de 2025 é levemente superior em relação à cena de 2015. No entanto a maioria dos trechos estão em conformidade com o enquadramento preliminar, principalmente nos rios principais, com exceção do ribeirão Marmelada. A desconformidade é encontrada sempre a jusante de sedes municipais nas sub-bacias de maiores extensões.

O **Quadro 4.17**, **Quadro 4.18** e **Quadro 4.19** apresentam os valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para a cena de 2035, considerando as vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 242
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

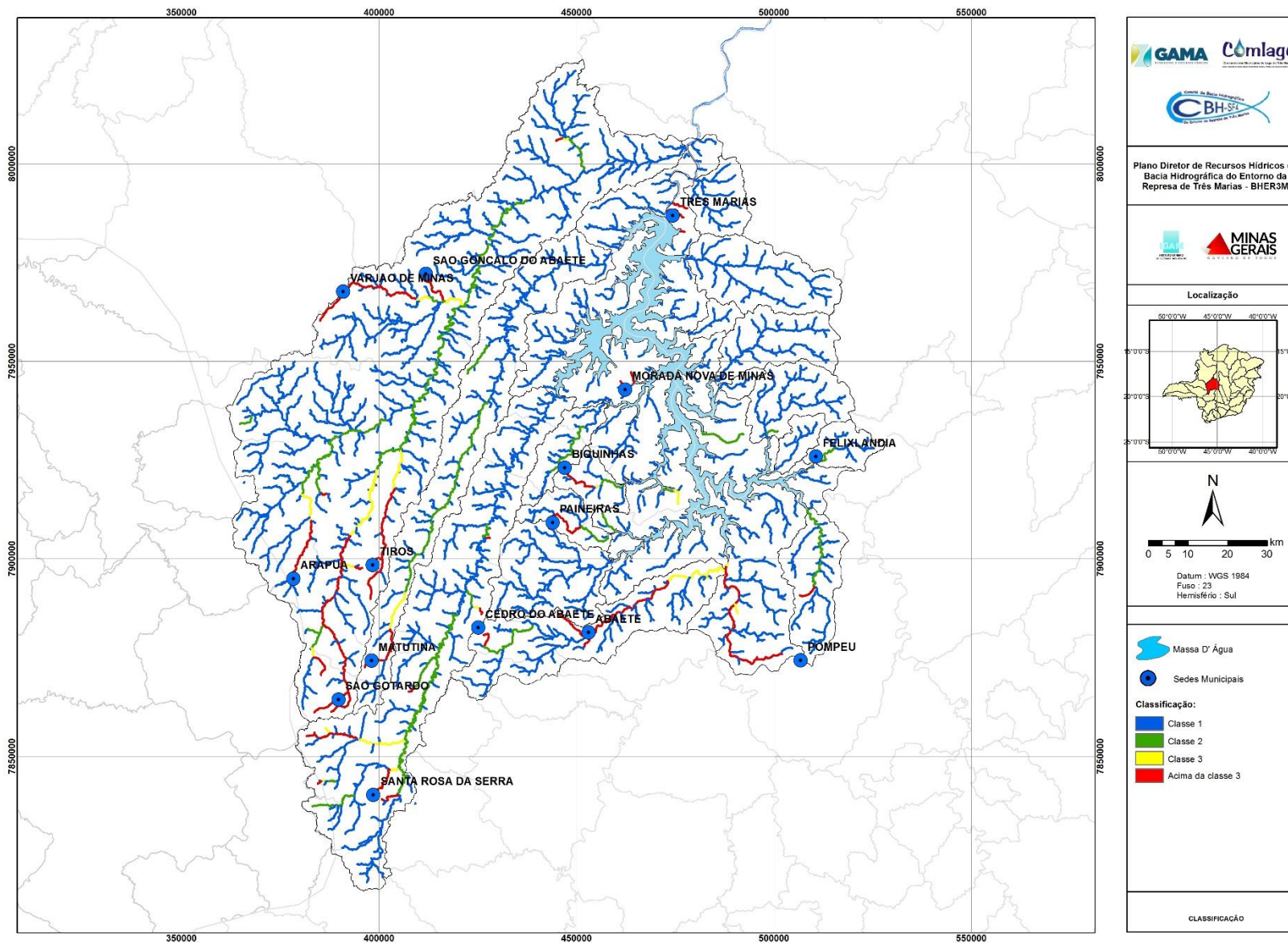


Figura 4.99 – Classificação dos trechos para a cena de 2035, considerando a $Q_{90\%}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 243
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

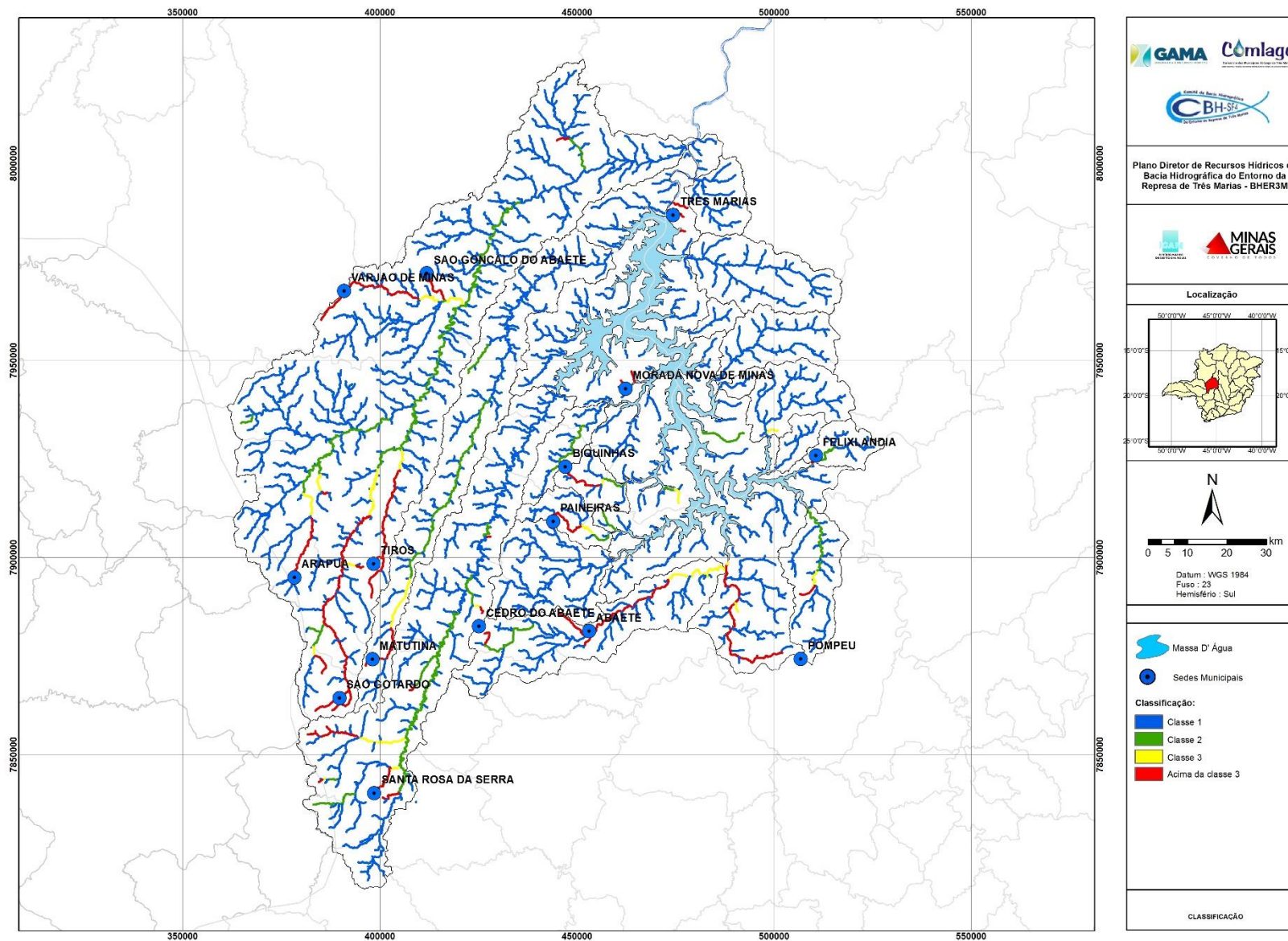


Figura 4.100 – Classificação dos trechos para a cena de 2035, considerando a $Q_{95\%}$ como a vazão de referência.

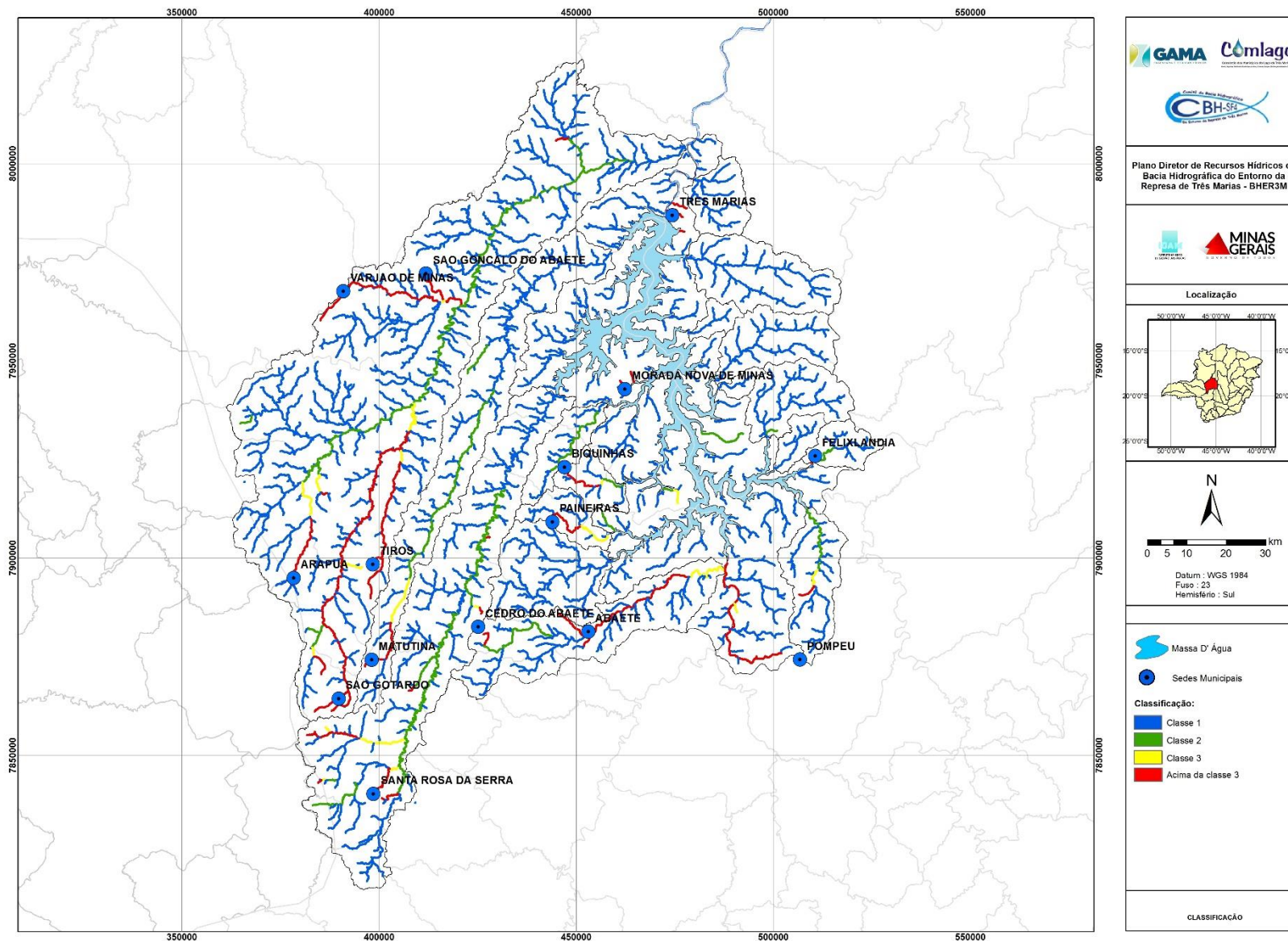


Figura 4.101 – Classificação dos trechos para a cena de 2035, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

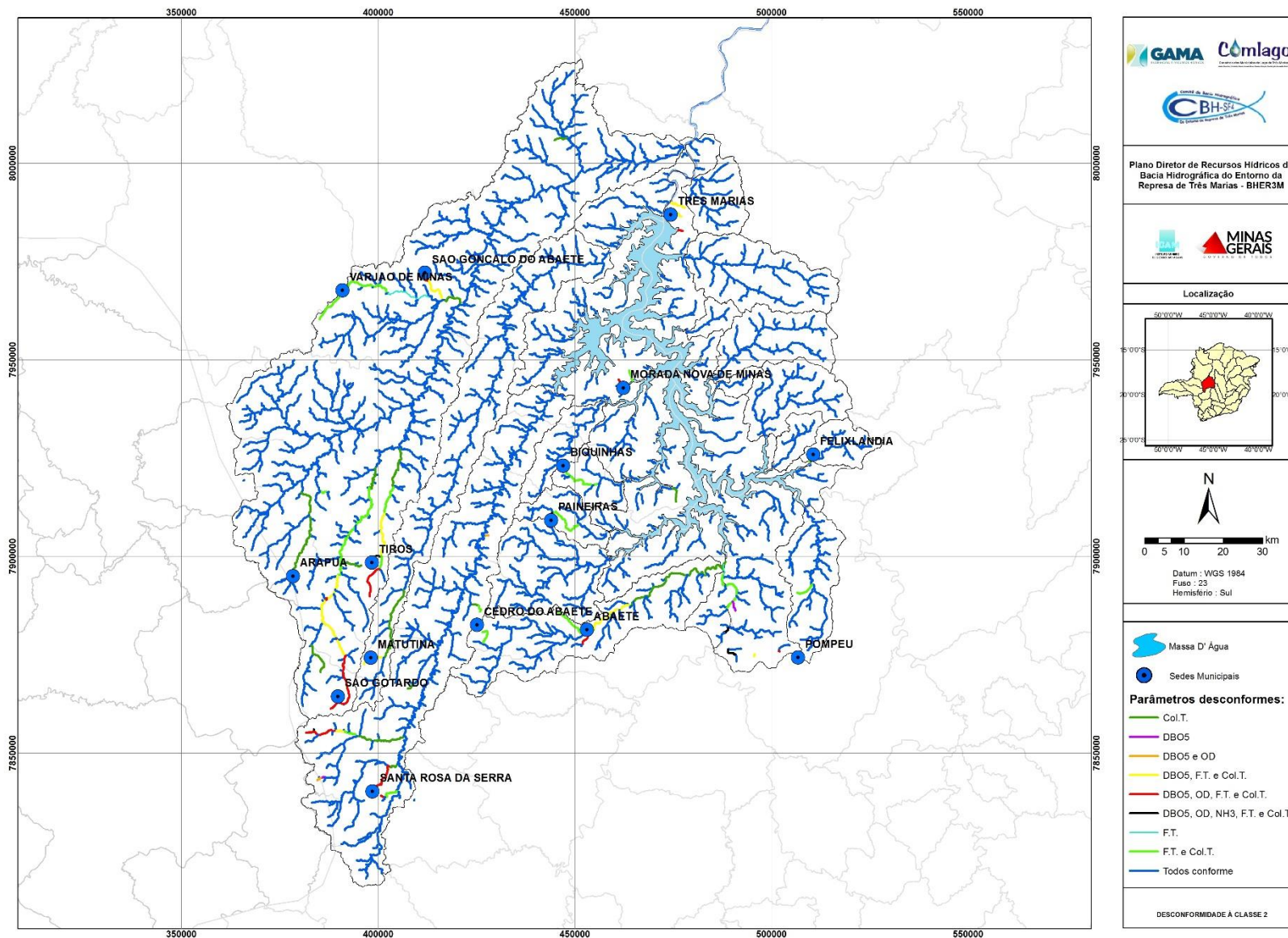


Figura 4.102 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2035, considerando a Q_{90%} como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 246
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

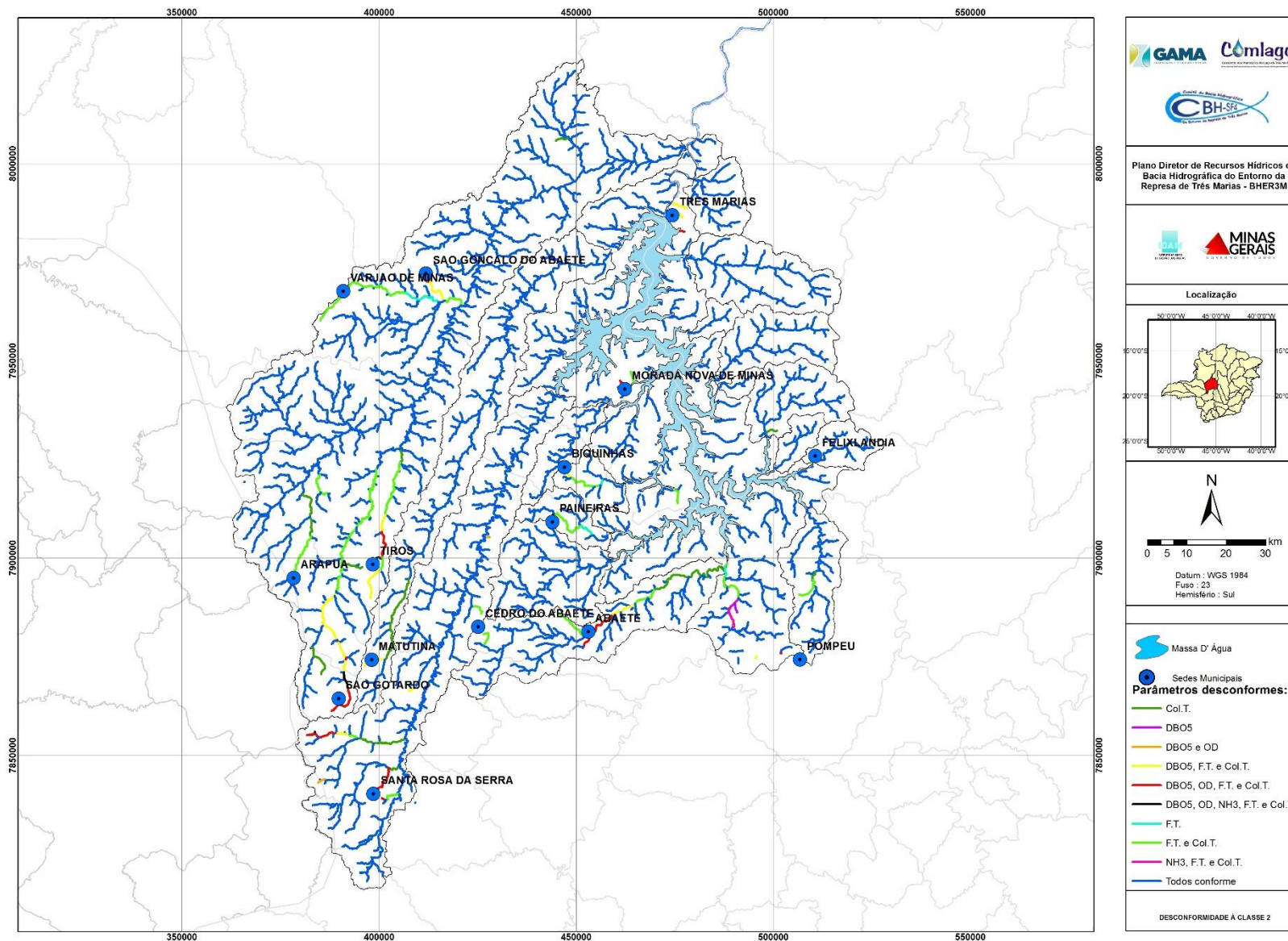


Figura 4.103 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2035, considerando a Q_{95%} como a vazão de referência.

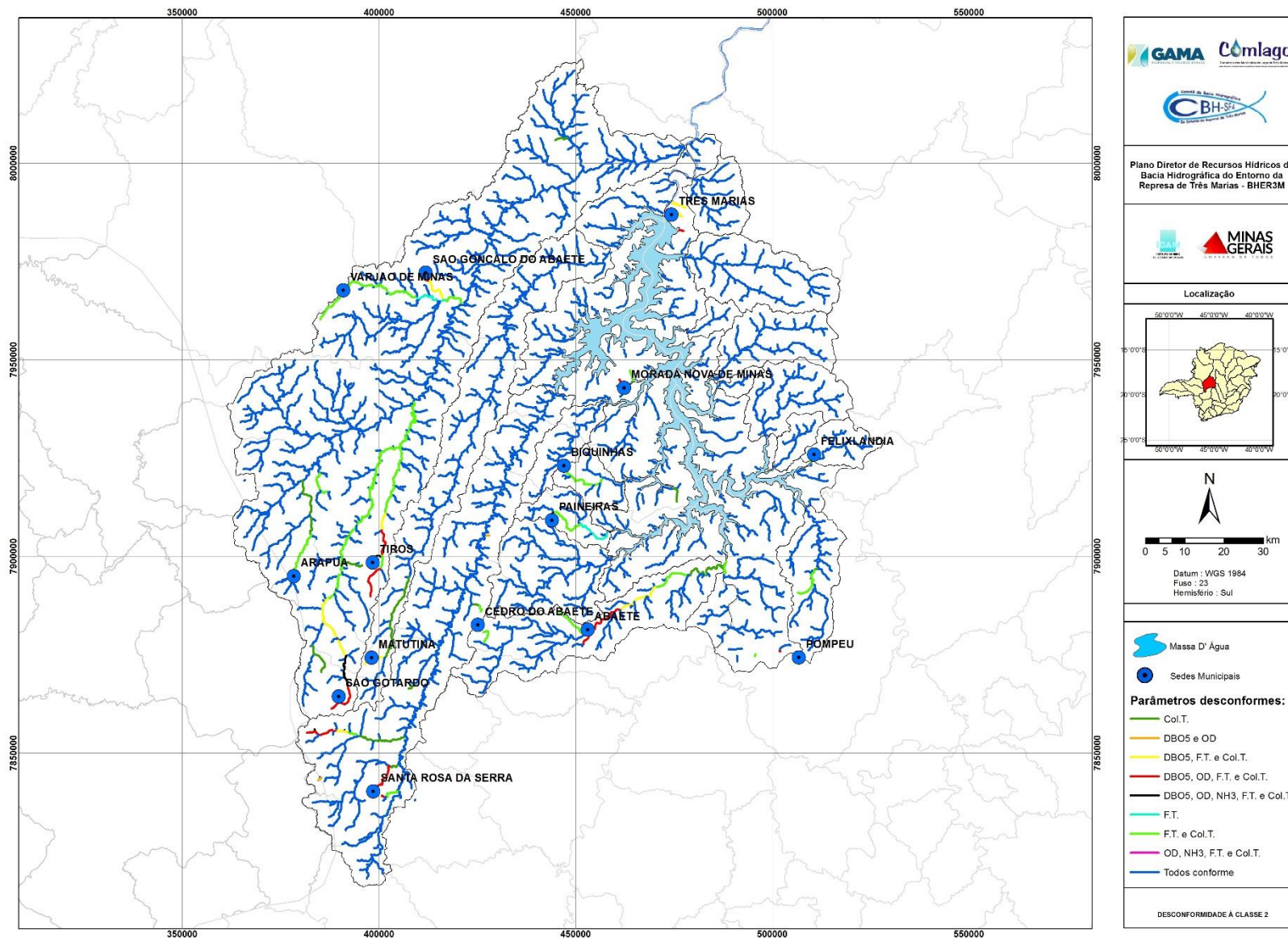


Figura 4.104 – Desconformidade à Classe 2 para a cena de 2035, considerando a $Q_{7,10}$ como a vazão de referência.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 248
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.17 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2035, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,035	8,147	0,102	0,143	0,003	0,108	0,356	0,010	0,015	0,026	173
2	2,000	8,189	0,101	0,109	0,003	0,102	0,314	0,010	0,011	0,021	155
3	2,337	7,853	0,100	0,111	0,003	0,103	0,317	0,010	0,012	0,022	155
4	2,014	8,176	0,103	0,122	0,007	0,108	0,340	0,011	0,014	0,024	166
5	2,056	8,134	0,113	0,187	0,004	0,146	0,449	0,013	0,026	0,039	277
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,825	7,669	0,124	0,283	0,012	0,182	0,601	0,015	0,041	0,056	1157
8	2,026	8,164	0,105	0,133	0,004	0,118	0,359	0,011	0,016	0,027	205
9	3,430	6,802	0,180	0,518	0,011	0,416	1,125	0,031	0,098	0,129	2404
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,012	8,178	0,101	0,105	0,003	0,104	0,312	0,010	0,011	0,021	173
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,005	8,185	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,223	7,967	0,136	0,336	0,006	0,227	0,705	0,019	0,054	0,072	544
18	2,054	8,137	0,104	0,152	0,003	0,111	0,370	0,011	0,017	0,027	186
19	2,103	8,097	0,109	0,190	0,005	0,129	0,432	0,012	0,023	0,035	303
20	2,155	8,070	0,123	0,325	0,006	0,173	0,627	0,015	0,044	0,058	598
21	2,054	8,138	0,104	0,126	0,003	0,113	0,346	0,011	0,015	0,026	238
22	2,270	7,949	0,131	0,385	0,005	0,204	0,726	0,017	0,054	0,071	894
23	3,877	7,199	0,144	0,367	0,033	0,276	0,821	0,021	0,064	0,086	3695
24	3,372	6,818	0,165	0,482	0,021	0,344	1,012	0,026	0,084	0,109	3845

Quadro 4.17 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2035, considerando a vazão de referência Q_{90%}. (conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	33,664	7,830	1,002	5,357	0,521	3,824	10,704	0,240	1,089	1,330	64732
26	11,256	6,946	0,345	1,451	0,091	1,068	2,954	0,073	0,284	0,356	20669
27	2,006	8,184	0,101	0,116	0,003	0,104	0,324	0,010	0,012	0,022	170
28	2,396	7,799	0,100	0,112	0,003	0,104	0,319	0,010	0,012	0,022	156
29	2,201	7,992	0,109	0,157	0,005	0,133	0,403	0,012	0,021	0,033	513
30	7,286	3,649	0,268	1,043	0,074	0,757	2,142	0,052	0,199	0,251	13037
31	2,050	8,140	0,106	0,141	0,005	0,123	0,375	0,012	0,018	0,029	232
32	6,106	4,420	0,176	0,548	0,048	0,397	1,169	0,029	0,099	0,128	6590
33	8,038	4,998	1,221	7,182	0,379	4,157	12,939	0,283	1,373	1,656	12929
34	2,912	7,288	0,102	0,125	0,003	0,112	0,342	0,011	0,014	0,025	200

Quadro 4.18 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2035, considerando a vazão de referência Q_{95%}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	2,028	8,146	0,103	0,150	0,003	0,108	0,363	0,010	0,016	0,026	171
2	1,998	8,190	0,101	0,110	0,003	0,102	0,315	0,010	0,011	0,021	154
3	2,344	7,845	0,100	0,113	0,003	0,103	0,319	0,010	0,012	0,022	154
4	2,011	8,179	0,103	0,126	0,009	0,108	0,346	0,011	0,014	0,025	164
5	2,052	8,138	0,116	0,212	0,005	0,157	0,490	0,014	0,030	0,044	293
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,837	7,681	0,127	0,320	0,015	0,194	0,656	0,016	0,046	0,062	1210
8	2,028	8,162	0,107	0,146	0,004	0,124	0,381	0,012	0,018	0,030	217
9	3,735	6,510	0,199	0,617	0,013	0,489	1,318	0,036	0,119	0,155	2912
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,013	8,177	0,101	0,106	0,003	0,104	0,314	0,010	0,011	0,022	177
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,005	8,185	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,221	7,969	0,144	0,394	0,007	0,252	0,797	0,020	0,064	0,084	585
18	2,047	8,133	0,104	0,161	0,003	0,112	0,380	0,011	0,018	0,028	184
19	2,094	8,096	0,110	0,210	0,006	0,133	0,459	0,012	0,026	0,038	310
20	2,097	8,105	0,127	0,382	0,008	0,185	0,701	0,015	0,051	0,066	603
21	2,052	8,141	0,104	0,133	0,003	0,116	0,357	0,011	0,016	0,027	245
22	2,206	7,996	0,138	0,466	0,006	0,225	0,835	0,018	0,066	0,084	941
23	4,126	7,130	0,156	0,438	0,044	0,320	0,957	0,024	0,079	0,103	4361
24	4,129	6,061	0,219	0,810	0,038	0,544	1,611	0,039	0,146	0,184	6484

Quadro 4.18 - Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2035, considerando a vazão de referência Q_{95%}.(conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	30,170	7,957	0,996	5,386	0,565	3,801	10,747	0,238	1,095	1,333	61228
26	12,790	6,912	0,409	1,821	0,123	1,322	3,676	0,089	0,358	0,447	25443
27	2,002	8,188	0,102	0,119	0,003	0,105	0,328	0,010	0,013	0,023	168
28	2,410	7,785	0,100	0,114	0,003	0,104	0,321	0,010	0,012	0,022	155
29	2,195	7,998	0,110	0,168	0,006	0,138	0,422	0,012	0,023	0,035	539
30	7,967	3,138	0,311	1,289	0,099	0,919	2,617	0,063	0,247	0,310	15711
31	2,052	8,138	0,108	0,150	0,006	0,127	0,391	0,012	0,019	0,031	241
32	6,870	3,750	0,193	0,657	0,063	0,462	1,375	0,033	0,120	0,153	7833
33	6,601	5,883	1,181	7,065	0,394	3,976	12,616	0,270	1,338	1,608	11366
34	3,063	7,137	0,103	0,129	0,003	0,113	0,348	0,011	0,015	0,025	198

Quadro 4.19 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2035, considerando a vazão de referência Q_{7,10}. (continua)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
1	1,999	8,102	0,104	0,244	0,003	0,115	0,467	0,011	0,025	0,036	182
2	1,993	8,190	0,101	0,117	0,003	0,102	0,323	0,010	0,012	0,022	153
3	2,344	7,835	0,100	0,120	0,003	0,104	0,326	0,010	0,012	0,022	151
4	2,009	8,181	0,103	0,131	0,013	0,109	0,356	0,011	0,015	0,026	161
5	2,071	8,119	0,122	0,248	0,005	0,175	0,550	0,015	0,037	0,052	339
6	2,002	8,188	0,100	0,100	0,002	0,100	0,302	0,010	0,010	0,020	150
7	2,854	7,721	0,140	0,452	0,025	0,233	0,850	0,018	0,066	0,084	1377
8	2,053	8,137	0,115	0,199	0,006	0,150	0,470	0,013	0,028	0,042	284
9	4,110	6,153	0,220	0,728	0,015	0,573	1,536	0,042	0,142	0,184	3497
10	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
11	2,020	8,170	0,102	0,109	0,003	0,106	0,320	0,010	0,012	0,022	189
12	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
13	2,007	8,183	0,100	0,100	0,003	0,101	0,304	0,010	0,010	0,020	150
14	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
15	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
16	2,000	8,190	0,100	0,100	0,003	0,100	0,303	0,010	0,010	0,020	150
17	2,256	7,934	0,156	0,477	0,008	0,292	0,932	0,023	0,079	0,102	675
18	2,055	8,062	0,107	0,274	0,006	0,125	0,511	0,011	0,029	0,041	205
19	2,220	7,908	0,132	0,490	0,016	0,206	0,844	0,016	0,064	0,080	649
20	2,036	8,058	0,160	0,814	0,017	0,290	1,281	0,022	0,110	0,131	1021
21	2,085	8,110	0,110	0,175	0,004	0,134	0,423	0,012	0,023	0,035	326
22	2,298	7,852	0,197	1,106	0,012	0,416	1,731	0,030	0,158	0,188	1970
23	4,241	7,101	0,161	0,474	0,049	0,341	1,026	0,025	0,086	0,111	4699
24	4,206	5,984	0,215	0,782	0,037	0,530	1,564	0,038	0,141	0,179	6418

Quadro 4.19 – Valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle para a cena de 2035, considerando a vazão de referência Q_{7,10}. (conclusão)

PC N°	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	N. Org. (mg/L)	NH3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO3 (mg/L)	N Total (mg/L)	P. Org. (mg/L)	PO4 (mg/L)	P. Total (mg/L)	Col. T. (NMP/100mL)
25	31,449	7,923	1,001	5,394	0,552	3,826	10,773	0,240	1,097	1,337	62542
26	11,831	6,930	0,368	1,584	0,102	1,159	3,213	0,078	0,311	0,389	22395
27	1,996	8,189	0,102	0,132	0,003	0,107	0,344	0,010	0,014	0,025	170
28	2,440	7,749	0,100	0,122	0,003	0,104	0,329	0,010	0,013	0,023	152
29	2,269	7,925	0,116	0,210	0,008	0,159	0,493	0,014	0,030	0,044	706
30	7,532	3,461	0,283	1,126	0,082	0,812	2,302	0,056	0,215	0,271	13936
31	2,055	8,135	0,109	0,160	0,007	0,132	0,408	0,012	0,021	0,033	253
32	8,810	2,076	0,238	0,950	0,109	0,637	1,933	0,044	0,177	0,221	11012
33	6,509	5,996	1,177	7,058	0,408	3,959	12,601	0,269	1,336	1,605	11261
34	3,731	6,478	0,104	0,147	0,004	0,120	0,375	0,011	0,017	0,028	209

Comparação entre cenas nos pontos de controle

O **Quadro 4.20, Quadro 4.21, Quadro 4.22, Quadro 4.23, Quadro 4.24, Quadro 4.25 e Quadro 4.26** apresentam os valores das variáveis de qualidade da água nos pontos de controle definidos na **Figura 4.1** para todas as cenas e vazões simuladas. Em geral, é possível observar um leve aumento das concentrações com o avanço das cenas, apesar de um maior tratamento de esgoto previsto. Os parâmetros que apresentam mais desconformidade à classe 2 nos pontos de controles selecionados são DBO5, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 255
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 4.20 – Valores de DBO nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Verde – Classe 2; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	2.03	2.02	2.00	2.03	2.02	2.00	2.03	2.03	2.00	2.04	2.03	2.00
2	Foz do rio Borrachudo	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	1.99
3	Foz do rio Indaiá	2.25	2.26	2.26	2.27	2.27	2.27	2.29	2.29	2.29	2.34	2.34	2.34
4	Foz do ribeirão Sucuriú	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
5	Foz do ribeirão da Extrema	2.04	2.04	2.05	2.05	2.04	2.05	2.05	2.04	2.06	2.06	2.05	2.07
6	Foz do ribeirão São Vicente	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
7	Foz do ribeirão Marmelada	2.67	2.67	2.66	2.70	2.70	2.69	2.74	2.74	2.74	2.82	2.84	2.85
8	Foz do ribeirão Cana-brava	2.01	2.01	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.03	2.03	2.03	2.05
9	Foz do riacho do Bagre	4.08	4.52	5.06	3.90	4.30	4.79	3.72	4.09	4.54	3.43	3.74	4.11
10	Foz do riacho Fundo	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
11	Foz do ribeirão do Peixe	2.02	2.02	2.03	2.02	2.02	2.03	2.01	2.02	2.02	2.01	2.01	2.02
12	Foz do córrego Riachão	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.00	2.01	2.01
14	Foz do córrego do Barrão	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
15	Foz do ribeirão do Boi	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
16	Foz do córrego do Espírito Santo	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
17	Foz do córrego Forquilha	2.18	2.18	2.20	2.19	2.19	2.21	2.20	2.20	2.22	2.22	2.22	2.26
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	2.04	2.04	2.04	2.05	2.04	2.05	2.05	2.04	2.05	2.05	2.05	2.05
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	2.08	2.07	2.13	2.09	2.08	2.17	2.09	2.08	2.18	2.10	2.09	2.22
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	2.11	2.07	2.03	2.13	2.08	2.03	2.13	2.08	2.03	2.15	2.10	2.04
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	2.04	2.04	2.05	2.05	2.04	2.07	2.05	2.05	2.07	2.05	2.05	2.08
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	2.19	2.15	2.19	2.22	2.17	2.23	2.23	2.18	2.25	2.27	2.21	2.30
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	3.56	3.76	3.86	3.64	3.86	3.96	3.72	3.94	4.05	3.88	4.13	4.24
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	2.64	2.72	2.77	2.67	2.76	2.81	2.74	2.85	2.90	3.37	4.13	4.21

Quadro 4.20 – Valores de DBO nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Verde – Classe 2; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	29.03	28.42	28.82	31.44	30.32	30.84	32.28	30.43	31.38	33.66	30.17	31.45
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	9.86	11.08	10.32	10.16	11.44	10.64	10.50	11.85	11.01	11.26	12.79	11.83
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	2.00	2.00	2.00	2.01	2.00	2.00	2.01	2.00	2.00	2.01	2.00	2.00
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	2.30	2.31	2.33	2.31	2.32	2.35	2.34	2.35	2.37	2.40	2.41	2.44
29	Rio Indaiá - Curso Alto	2.15	2.14	2.20	2.16	2.15	2.21	2.17	2.17	2.23	2.20	2.19	2.27
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	6.01	6.54	6.20	6.29	6.85	6.49	6.60	7.19	6.81	7.29	7.97	7.53
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	2.04	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.06
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	5.26	5.81	7.14	5.41	6.00	7.40	5.62	6.25	7.79	6.11	6.87	8.81
33	Jusante de Pompéu	7.01	7.50	7.39	7.34	7.63	7.52	7.98	7.67	7.56	8.04	6.60	6.51
34	Rio Indaiá - Curso Médio	2.64	2.74	3.19	2.68	2.79	3.28	2.75	2.87	3.42	2.91	3.06	3.73

Quadro 4.21 – Valores de OD nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Ciano – Classe Especial; Azul – Classe 1; Verde – Classe 2; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	8.157	8.157	8.134	8.154	8.154	8.123	8.152	8.151	8.118	8.147	8.146	8.102
2	Foz do rio Borrachudo	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.189	8.190	8.190	8.189	8.190	8.190
3	Foz do rio Indaiá	7.937	7.932	7.925	7.923	7.918	7.911	7.902	7.896	7.888	7.853	7.845	7.835
4	Foz do ribeirão Sucuriú	8.178	8.180	8.182	8.177	8.180	8.182	8.177	8.180	8.182	8.176	8.179	8.181
5	Foz do ribeirão da Extrema	8.148	8.153	8.142	8.145	8.149	8.137	8.142	8.146	8.132	8.134	8.138	8.119
6	Foz do ribeirão São Vicente	8.189	8.189	8.188	8.189	8.189	8.188	8.188	8.189	8.188	8.188	8.188	8.188
7	Foz do ribeirão Marmelada	7.771	7.784	7.828	7.750	7.764	7.810	7.726	7.739	7.784	7.669	7.681	7.721
8	Foz do ribeirão Cana-brava	8.175	8.175	8.170	8.174	8.174	8.167	8.172	8.172	8.163	8.164	8.162	8.137
9	Foz do riacho do Bagre	6.170	5.748	5.234	6.350	5.966	5.496	6.516	6.165	5.736	6.802	6.510	6.153
10	Foz do riacho Fundo	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190
11	Foz do ribeirão do Peixe	8.173	8.170	8.160	8.174	8.172	8.163	8.176	8.174	8.165	8.178	8.177	8.170
12	Foz do córrego Riachão	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	8.184	8.183	8.180	8.184	8.184	8.181	8.184	8.184	8.182	8.185	8.185	8.183
14	Foz do córrego do Barrão	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190
15	Foz do ribeirão do Boi	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190
16	Foz do córrego do Espírito Santo	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190	8.190
17	Foz do córrego Forquilha	8.009	8.015	7.994	7.998	8.003	7.979	7.989	7.993	7.967	7.967	7.969	7.934
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	8.149	8.147	8.109	8.146	8.143	8.091	8.143	8.140	8.083	8.137	8.133	8.062
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	8.120	8.121	8.032	8.113	8.113	7.981	8.108	8.108	7.963	8.097	8.096	7.908
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	8.102	8.129	8.107	8.093	8.121	8.090	8.086	8.117	8.082	8.070	8.105	8.058
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	8.151	8.154	8.140	8.146	8.148	8.127	8.143	8.146	8.122	8.138	8.141	8.110
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	8.017	8.053	7.990	7.997	8.035	7.941	7.983	8.024	7.920	7.949	7.996	7.852
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	7.370	7.315	7.292	7.326	7.267	7.242	7.286	7.224	7.197	7.199	7.130	7.101
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	7.554	7.469	7.423	7.518	7.428	7.381	7.452	7.341	7.289	6.818	6.061	5.984

Quadro 4.21 - Valores de OD nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Ciano – Classe Especial; Azul – Classe 1; Verde – Classe 2; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	7.847	7.952	7.919	7.832	7.956	7.918	7.829	7.957	7.920	7.830	7.957	7.923
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	7.127	7.096	7.113	7.092	7.060	7.077	7.046	7.013	7.031	6.946	6.912	6.930
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	8.185	8.188	8.189	8.185	8.188	8.189	8.185	8.188	8.189	8.184	8.188	8.189
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	7.898	7.887	7.861	7.882	7.871	7.844	7.857	7.845	7.815	7.799	7.785	7.749
29	Rio Indaiá - Curso Alto	8.043	8.048	7.998	8.032	8.037	7.981	8.020	8.025	7.964	7.992	7.998	7.925
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	4.741	4.345	4.595	4.503	4.082	4.348	4.238	3.790	4.073	3.649	3.138	3.461
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	8.145	8.144	8.140	8.144	8.143	8.139	8.143	8.141	8.138	8.140	8.138	8.135
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	5.198	4.714	3.573	5.056	4.548	3.346	4.868	4.315	2.988	4.420	3.750	2.076
33	Jusante de Pompéu	5.508	5.489	5.624	5.342	5.431	5.569	5.030	5.413	5.552	4.998	5.883	5.996
34	Rio Indaiá - Curso Médio	7.561	7.459	7.014	7.513	7.403	6.921	7.446	7.323	6.790	7.288	7.137	6.478

Quadro 4.22 – Valores de NH₃ nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	0.132	0.136	0.188	0.135	0.140	0.208	0.137	0.143	0.217	0.143	0.150	0.244
2	Foz do rio Borrachudo	0.107	0.108	0.113	0.108	0.109	0.114	0.108	0.109	0.115	0.109	0.110	0.117
3	Foz do rio Indaiá	0.109	0.110	0.116	0.109	0.111	0.117	0.110	0.111	0.118	0.111	0.113	0.120
4	Foz do ribeirão Sucuriú	0.120	0.123	0.128	0.120	0.124	0.129	0.121	0.125	0.130	0.122	0.126	0.131
5	Foz do ribeirão da Extrema	0.165	0.179	0.199	0.170	0.187	0.210	0.175	0.194	0.220	0.187	0.212	0.248
6	Foz do ribeirão São Vicente	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
7	Foz do ribeirão Marmelada	0.249	0.277	0.374	0.256	0.286	0.388	0.264	0.296	0.406	0.283	0.320	0.452
8	Foz do ribeirão Cana-brava	0.119	0.124	0.138	0.121	0.126	0.142	0.123	0.130	0.150	0.133	0.146	0.199
9	Foz do riacho do Bagre	0.709	0.852	1.012	0.654	0.785	0.931	0.604	0.724	0.857	0.518	0.617	0.728
10	Foz do riacho Fundo	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
11	Foz do ribeirão do Peixe	0.107	0.109	0.113	0.107	0.108	0.112	0.106	0.108	0.111	0.105	0.106	0.109
12	Foz do córrego Riachão	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
14	Foz do córrego do Barrão	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
15	Foz do ribeirão do Boi	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
16	Foz do córrego do Espírito Santo	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
17	Foz do córrego Forquilha	0.292	0.333	0.388	0.304	0.349	0.410	0.313	0.362	0.428	0.336	0.394	0.477
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	0.139	0.145	0.207	0.143	0.150	0.234	0.146	0.153	0.244	0.152	0.161	0.274
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	0.165	0.178	0.314	0.173	0.189	0.388	0.178	0.195	0.414	0.190	0.210	0.490
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	0.262	0.299	0.546	0.279	0.324	0.639	0.293	0.340	0.684	0.325	0.382	0.814
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	0.120	0.125	0.148	0.123	0.128	0.160	0.124	0.130	0.164	0.126	0.133	0.175
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	0.303	0.354	0.699	0.327	0.388	0.845	0.344	0.410	0.910	0.385	0.466	1.106
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	0.324	0.384	0.413	0.336	0.399	0.431	0.346	0.412	0.444	0.367	0.438	0.474
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	0.277	0.340	0.337	0.287	0.354	0.350	0.306	0.383	0.378	0.482	0.810	0.782

Quadro 4.22 - Valores de NH₃ nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	4.821	5.274	5.151	5.175	5.516	5.443	5.262	5.487	5.467	5.357	5.386	5.394
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	1.252	1.554	1.361	1.295	1.612	1.409	1.344	1.676	1.463	1.451	1.821	1.584
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	0.113	0.115	0.124	0.113	0.116	0.124	0.114	0.116	0.126	0.116	0.119	0.132
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	0.110	0.111	0.117	0.110	0.112	0.118	0.111	0.112	0.119	0.112	0.114	0.122
29	Rio Indaiá - Curso Alto	0.142	0.151	0.181	0.145	0.154	0.187	0.149	0.159	0.194	0.157	0.168	0.210
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	0.816	1.004	0.879	0.865	1.066	0.933	0.920	1.135	0.992	1.043	1.289	1.126
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	0.136	0.144	0.153	0.137	0.146	0.155	0.138	0.147	0.156	0.141	0.150	0.160
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	0.459	0.539	0.747	0.475	0.560	0.778	0.497	0.588	0.827	0.548	0.657	0.950
33	Jusante de Pompéu	6.022	8.405	8.396	6.407	8.602	8.593	7.129	8.651	8.642	7.182	7.065	7.058
34	Rio Indaiá - Curso Médio	0.119	0.122	0.137	0.120	0.124	0.139	0.122	0.125	0.142	0.125	0.129	0.147

Quadro 4.23 – Valores de NO₂ nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2	Foz do rio Borrachudo	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
3	Foz do rio Indaiá	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
4	Foz do ribeirão Sucuriú	0.007	0.008	0.012	0.007	0.009	0.012	0.007	0.009	0.012	0.007	0.009	0.013
5	Foz do ribeirão da Extrema	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005
6	Foz do ribeirão São Vicente	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
7	Foz do ribeirão Marmelada	0.010	0.012	0.020	0.011	0.013	0.021	0.011	0.013	0.022	0.012	0.015	0.025
8	Foz do ribeirão Cana-brava	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004	0.004	0.006
9	Foz do riacho do Bagre	0.015	0.018	0.021	0.014	0.016	0.019	0.013	0.015	0.018	0.011	0.013	0.015
10	Foz do riacho Fundo	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
11	Foz do ribeirão do Peixe	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
12	Foz do córrego Riachão	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
14	Foz do córrego do Barrão	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
15	Foz do ribeirão do Boi	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
16	Foz do córrego do Espírito Santo	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
17	Foz do córrego Forquilha	0.005	0.006	0.007	0.005	0.006	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.008
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.006
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	0.004	0.005	0.010	0.004	0.005	0.012	0.005	0.005	0.013	0.005	0.006	0.016
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	0.005	0.006	0.011	0.006	0.006	0.013	0.006	0.007	0.014	0.006	0.008	0.017
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	0.005	0.005	0.008	0.005	0.005	0.010	0.005	0.006	0.010	0.005	0.006	0.012
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	0.028	0.037	0.042	0.029	0.039	0.044	0.030	0.040	0.046	0.033	0.044	0.049
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	0.011	0.015	0.014	0.011	0.015	0.015	0.012	0.017	0.017	0.021	0.038	0.037

Quadro 4.23 - Valores de NO₂ nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	0.467	0.552	0.526	0.502	0.579	0.557	0.511	0.576	0.559	0.521	0.565	0.552
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	0.078	0.104	0.087	0.081	0.108	0.090	0.084	0.112	0.094	0.091	0.123	0.102
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
29	Rio Indaiá - Curso Alto	0.004	0.005	0.007	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005	0.008	0.005	0.006	0.008
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	0.057	0.076	0.063	0.060	0.081	0.067	0.064	0.086	0.072	0.074	0.099	0.082
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.006	0.007
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	0.039	0.051	0.083	0.041	0.053	0.087	0.043	0.056	0.093	0.048	0.063	0.109
33	Jusante de Pompéu	0.317	0.470	0.485	0.337	0.481	0.497	0.376	0.483	0.500	0.379	0.394	0.408
34	Rio Indaiá - Curso Médio	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004

Quadro 4.24 – Valores de NO₃ nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	0.106	0.106	0.110	0.106	0.107	0.112	0.107	0.107	0.113	0.108	0.108	0.115
2	Foz do rio Borrachudo	0.101	0.101	0.102	0.101	0.101	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102
3	Foz do rio Indaiá	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.104
4	Foz do ribeirão Sucuriú	0.107	0.107	0.108	0.107	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.108	0.109
5	Foz do ribeirão da Extrema	0.134	0.140	0.150	0.137	0.144	0.156	0.139	0.148	0.161	0.146	0.157	0.175
6	Foz do ribeirão São Vicente	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
7	Foz do ribeirão Marmelada	0.166	0.175	0.203	0.169	0.179	0.208	0.173	0.183	0.215	0.182	0.194	0.233
8	Foz do ribeirão Cana-brava	0.110	0.112	0.119	0.111	0.114	0.122	0.113	0.116	0.125	0.118	0.124	0.150
9	Foz do riacho do Bagre	0.559	0.666	0.786	0.518	0.616	0.725	0.481	0.569	0.669	0.416	0.489	0.573
10	Foz do riacho Fundo	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
11	Foz do ribeirão do Peixe	0.105	0.107	0.109	0.105	0.106	0.108	0.104	0.105	0.108	0.104	0.104	0.106
12	Foz do córrego Riachão	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	0.101	0.101	0.102	0.101	0.101	0.102	0.101	0.101	0.102	0.101	0.101	0.101
14	Foz do córrego do Barrão	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
15	Foz do ribeirão do Boi	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
16	Foz do córrego do Espírito Santo	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
17	Foz do córrego Forquilha	0.203	0.221	0.247	0.209	0.229	0.258	0.214	0.235	0.267	0.227	0.252	0.292
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	0.108	0.109	0.116	0.109	0.110	0.119	0.110	0.110	0.121	0.111	0.112	0.125
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	0.121	0.124	0.159	0.124	0.127	0.179	0.125	0.129	0.186	0.129	0.133	0.206
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	0.153	0.160	0.219	0.159	0.168	0.244	0.163	0.173	0.256	0.173	0.185	0.290
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	0.110	0.112	0.122	0.111	0.114	0.127	0.112	0.114	0.129	0.113	0.116	0.134
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	0.174	0.188	0.288	0.183	0.199	0.334	0.189	0.207	0.354	0.204	0.225	0.416
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	0.248	0.284	0.301	0.256	0.294	0.313	0.262	0.302	0.322	0.276	0.320	0.341
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	0.213	0.250	0.249	0.219	0.259	0.258	0.231	0.277	0.276	0.344	0.544	0.530

Quadro 4.24 - Valores de NO₃ nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	3.395	3.676	3.602	3.655	3.870	3.826	3.728	3.860	3.859	3.824	3.801	3.826
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	0.924	1.132	0.999	0.956	1.173	1.034	0.990	1.218	1.073	1.068	1.322	1.159
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	0.103	0.104	0.105	0.104	0.104	0.105	0.104	0.104	0.105	0.104	0.105	0.107
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	0.103	0.103	0.104	0.103	0.103	0.104	0.103	0.103	0.104	0.104	0.104	0.104
29	Rio Indaiá - Curso Alto	0.124	0.128	0.143	0.126	0.130	0.147	0.128	0.133	0.151	0.133	0.138	0.159
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	0.599	0.723	0.641	0.633	0.766	0.678	0.672	0.813	0.720	0.757	0.919	0.812
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	0.121	0.124	0.129	0.121	0.125	0.130	0.122	0.126	0.131	0.123	0.127	0.132
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	0.336	0.385	0.506	0.347	0.398	0.526	0.362	0.417	0.557	0.397	0.462	0.637
33	Jusante de Pompéu	3.490	4.722	4.702	3.710	4.833	4.812	4.125	4.861	4.840	4.157	3.976	3.959
34	Rio Indaiá - Curso Médio	0.109	0.110	0.116	0.110	0.111	0.116	0.110	0.112	0.118	0.112	0.113	0.120

Quadro 4.25 – Valores de Fósforo Total nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	0.024	0.025	0.030	0.025	0.025	0.032	0.025	0.025	0.033	0.026	0.026	0.036
2	Foz do rio Borrachudo	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022
3	Foz do rio Indaiá	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
4	Foz do ribeirão Sucuriú	0.024	0.024	0.025	0.024	0.024	0.025	0.024	0.025	0.025	0.024	0.025	0.026
5	Foz do ribeirão da Extrema	0.034	0.037	0.041	0.035	0.039	0.044	0.036	0.040	0.046	0.039	0.044	0.052
6	Foz do ribeirão São Vicente	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
7	Foz do ribeirão Marmelada	0.049	0.054	0.070	0.051	0.056	0.072	0.052	0.058	0.076	0.056	0.062	0.084
8	Foz do ribeirão Cana-brava	0.024	0.025	0.028	0.025	0.026	0.029	0.025	0.027	0.031	0.027	0.030	0.042
9	Foz do riacho do Bagre	0.179	0.216	0.258	0.165	0.199	0.237	0.152	0.183	0.217	0.129	0.155	0.184
10	Foz do riacho Fundo	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
11	Foz do ribeirão do Peixe	0.022	0.022	0.023	0.022	0.022	0.023	0.022	0.022	0.023	0.021	0.022	0.022
12	Foz do córrego Riachão	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
14	Foz do córrego do Barrão	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
15	Foz do ribeirão do Boi	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
16	Foz do córrego do Espírito Santo	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
17	Foz do córrego Forquilha	0.063	0.071	0.082	0.065	0.074	0.087	0.067	0.077	0.091	0.072	0.084	0.102
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	0.025	0.026	0.033	0.026	0.027	0.036	0.026	0.027	0.037	0.027	0.028	0.041
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	0.031	0.033	0.053	0.032	0.035	0.065	0.033	0.036	0.069	0.035	0.038	0.080
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	0.048	0.053	0.090	0.051	0.057	0.104	0.053	0.060	0.111	0.058	0.066	0.131
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	0.024	0.025	0.030	0.025	0.026	0.032	0.025	0.026	0.033	0.026	0.027	0.035
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	0.056	0.064	0.120	0.061	0.070	0.144	0.064	0.074	0.155	0.071	0.084	0.188
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	0.075	0.089	0.096	0.078	0.093	0.100	0.080	0.096	0.104	0.086	0.103	0.111
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	0.061	0.076	0.075	0.064	0.079	0.078	0.068	0.086	0.085	0.109	0.184	0.179

Quadro 4.25 - Valores de Fósforo Total nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	1.187	1.296	1.266	1.277	1.361	1.343	1.301	1.356	1.352	1.330	1.333	1.337
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	0.306	0.381	0.333	0.317	0.395	0.345	0.329	0.411	0.359	0.356	0.447	0.389
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	0.022	0.022	0.023	0.022	0.022	0.023	0.022	0.022	0.024	0.022	0.023	0.025
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	0.021	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.023
29	Rio Indaiá - Curso Alto	0.030	0.031	0.038	0.030	0.032	0.039	0.031	0.033	0.040	0.033	0.035	0.044
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	0.195	0.241	0.211	0.208	0.256	0.224	0.221	0.273	0.239	0.251	0.310	0.271
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	0.028	0.030	0.032	0.029	0.030	0.032	0.029	0.031	0.033	0.029	0.031	0.033
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	0.106	0.125	0.172	0.110	0.129	0.180	0.115	0.136	0.191	0.128	0.153	0.221
33	Jusante de Pompéu	1.388	1.914	1.910	1.477	1.959	1.955	1.644	1.970	1.966	1.656	1.608	1.605
34	Rio Indaiá - Curso Médio	0.024	0.024	0.026	0.024	0.024	0.027	0.024	0.025	0.027	0.025	0.025	0.028

Quadro 4.26 – Valores de Coliformes Termotolerantes nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Verde – Classe 2; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (continua)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
1	Foz do rio Abaeté	168	167	172	170	168	176	171	169	177	173	171	182
2	Foz do rio Borrachudo	154	154	153	155	154	153	155	154	153	155	154	153
3	Foz do rio Indaiá	154	153	151	154	153	151	155	153	151	155	154	151
4	Foz do ribeirão Sucuriú	164	162	160	165	162	160	165	163	161	166	164	161
5	Foz do ribeirão da Extrema	245	252	276	253	262	291	260	270	303	277	293	339
6	Foz do ribeirão São Vicente	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
7	Foz do ribeirão Marmelada	966	1001	1101	1005	1042	1150	1051	1093	1216	1157	1210	1377
8	Foz do ribeirão Cana-brava	181	185	201	184	189	207	188	194	217	205	217	284
9	Foz do riacho do Bagre	3431	4165	5006	3137	3807	4575	2869	3480	4181	2404	2912	3497
10	Foz do riacho Fundo	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
11	Foz do ribeirão do Peixe	183	189	207	180	186	202	177	183	197	173	177	189
12	Foz do córrego Riachão	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
13	Foz do ribeirão da Extrema Grande	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
14	Foz do córrego do Barrão	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
15	Foz do ribeirão do Boi	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
16	Foz do córrego do Espírito Santo	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
17	Foz do córrego Forquilha	471	495	551	490	518	582	506	537	608	544	585	675
18	Confluência rio Abaeté e ribeirão Canoas	179	177	188	181	179	196	183	181	198	186	184	205
19	Confluência rio Abaeté e córrego S. Inácio	269	273	454	281	287	547	288	294	572	303	310	649
20	Confluência rio Abaeté e ribeirão Areado	476	475	701	511	513	814	537	539	867	598	603	1021
21	Ribeirão Areado - jusante de Major Porto	217	220	261	226	230	290	229	235	300	238	245	326
22	Confluência rio Abaeté e ribeirão dos Tiros	687	709	1243	748	781	1507	791	826	1620	894	941	1970
23	Ribeirão Bebedouro - jusante de Arapuã	3127	3678	3956	3285	3871	4169	3417	4028	4338	3695	4361	4699
24	Ribeirão dos Tiros - jusante de Tiros	1861	2293	2325	1959	2415	2449	2136	2674	2709	3845	6484	6418

Quadro 4.26 - Valores de Coliformes Termotolerantes nos pontos de controle para todas as cenas e vazões simuladas. Cores: Azul – Classe 1; Verde – Classe 2; Amarelo – Classe 3; Vermelho – Classe 4. (conclusão)

Ponto de Controle		Atual			2020			2025			2035		
Nº	Descrição	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10	Q90%	Q95%	Q7,10
25	Rio Abaeté - jusante de São Gotardo	58186	59962	59706	62521	62744	63137	63586	62399	63414	64732	61228	62542
26	Rio Borrachudo - jusante de Matutina	17639	21512	19047	18302	22360	19777	19034	23300	20582	20669	25443	22395
27	Confluência rio Borrachudo e córrego Grande	166	164	164	167	165	165	168	166	166	170	168	170
28	Confluência rio Indaiá e córrego Grande	155	154	152	156	154	152	156	154	152	156	155	152
29	Rio Indaiá - Curso Alto	421	440	561	442	462	593	464	486	627	513	539	706
30	Rio Indaiá - jusante de Santa Rosa da Serra	9932	11980	10620	10608	12793	11342	11360	13695	12145	13037	15711	13936
31	Confluência ribeirão Sucuriú e cór. do Mato Grande	223	231	242	226	234	245	228	236	247	232	241	253
32	Ribeirão Marmelada - jusante de Abaeté	5283	6190	8387	5525	6478	8790	5841	6874	9417	6590	7833	11012
33	Jusante de Pompéu	10835	13527	13402	11530	13845	13717	12834	13923	13795	12929	11366	11261
34	Rio Indaiá - Curso Médio	191	190	201	193	192	203	195	194	204	200	198	209

5. BALANÇO HIDROENERGÉTICO: IMPACTO DAS DEMANDAS CONSUNTIVAS SOBRE A GERAÇÃO DE ENERGIA

O objetivo deste capítulo é avaliar os impactos sobre a geração de energia futura, levando em consideração as projeções de crescimento dos usos consuntivos a montante de cada empreendimento a fio d'água localizado ou previsto de ser instalado nos afluentes de domínio estadual da UPGRH-SF4.

Assume-se como premissa, para fins de realização exclusiva deste estudo que todos os empreendimentos previstos, seja em fase de inventário, estudo ou projeto, serão implantados ao longo deste cenário.

Por conseguinte, esta simulação não contemplará a usina hidrelétrica de Três Marias uma vez que esta UHE está ligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), e por isto sua operação é subordinada ao Operador Nacional do Sistema (ONS) – sendo de difícil estimativa a avaliação do impacto das demandas sobre sua geração, dada a complexidade do sistema. Além disto, as afluições recebidas por este reservatório são em sua maioria provenientes do rio São Francisco, Pará e Paraobeba, o que extrapola o escopo deste plano diretor.

Pelos mesmos motivos apresentados no parágrafo anterior, também não será incluída neste estudo, a UHE de Pompéu, cujo empreendimento já se encontra na fase de estudos de viabilidade técnica e econômica com aceite pela ANEEL.

Com o objetivo de incentivar a construção de novas usinas, e ao mesmo tempo evitar contratos especulativos que poderiam diminuir a confiabilidade de atendimento, a regulamentação exige que a energia (MWh) e a potência (MW) contratadas por um agente gerador, tenham o respaldo de uma disponibilidade física capaz de assegurar os respectivos suprimentos. No caso de geração hidrelétrica, este respaldo corresponde à energia assegurada da usina, que teoricamente igual à energia garantida com um risco mínimo aceitável pela sociedade.

Tendo em vista que a quase totalidade das PCH's são constituídas por usinas a fio d'água, ou seja, sem regularização de vazão, a avaliação da energia garantida resume-se inicialmente, a determinação das vazões médias históricas afluentes máximas turbinadas. Em seguida, basta multiplicar essa média pela produtividade da usina e descontar os períodos de indisponibilidades através de coeficientes apropriados (TEIF e TEIP), cujos significados são apresentados adiante.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 270
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

A determinação da Energia assegurada de uma PCH pode ser descrita pela **Equação 5-1**.

$$Ea = 8,76 \cdot K \cdot Q_c \cdot (1 - TIF) \cdot (1 - TIP) \text{ [MWh/ano]} \quad \text{Equação 5-1}$$

Sendo:

TIF – Taxa efetiva de indisponibilidade forçada (%);

TIP – Taxa efetiva de indisponibilidade programada (%);

Q_c – Vazão censurada (m³/s), dada por:

$$Q_c = 1/T \cdot \sum \min(Q_t; Q^*)$$

Onde:

Q_t – vazão líquida afluyente no tempo t, já descontadas as vazões de desvio;

Q - vazão máxima de engolimento da usina (m³/s)*

K - é a produtividade média da usina (kW/ m³/s), dada por:

$$K = (\rho \cdot g \cdot H \cdot L \cdot \eta) / 1000, \text{ sendo:}$$

g – aceleração da gravidade (9,81 m/s²);

H – Queda líquida (m);

η – rendimento global da central;

ρ – densidade da água (1.000 kg/m³)

Desta forma, foram realizadas diversas simulações energéticas em cada cena futura, considerando o impacto das variações das demandas hídricas consuntivas prognosticadas, avaliando-se quanto o aumento da retirada de água influenciará na geração de energia elétrica nessas centrais, sejam elas existentes ou previstas.

Diante de um possível conflito futuro entre geração de energia e usos consuntivos de água na UPGRH-SF4, os estudos aqui apresentados podem ser de extrema relevância, tanto para o empreendedor privado – interessado em reaver os resultados do seu investimento; órgão gestor de recursos hídricos – que emitirá a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica destes empreendimentos; ANEEL – responsável por gerenciar o uso do potencial elétrico no inventário e por fim, ao CBH-SF4, responsável por gerir os recursos hídricos da bacia e solucionar conflitos em primeira instância e aprovar a outorga de direito de uso dos recursos hídricos para empreendimentos de grande porte.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 271
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

As simulações foram realizadas considerando o decréscimo do potencial ao longo do tempo, devido ao crescimento da demanda consuntiva ao longo das cenas atual (2015), curto (2020), médio (2025) e longo prazo (2035). Ou seja, os dados das séries históricas foram utilizados como um controle, a partir das quais foram comparadas as variações na geração de energia elétrica em relação a estas séries.

5.1. Unidades hidrelétricas na bacia UPGRH-SF4

Para fins de realização das simulações foram levantadas informações de características básicas das usinas, tais como: queda líquida, área de drenagem até o barramento, a vazão média de longo termo, potência instalada, bem como a fase em que empreendimento se encontra (**Quadro 5.1**). Para as simulações foi adotado um rendimento global de 89,2% para todas as usinas. Lembrando novamente, que as usinas de Três Marias e de Pompéu não foram incluídas na simulação, conforme justificado acima.

Quadro 5.1. Resumo das principais características das usinas simuladas na Unidade de Gestão SF4.

Usina	Rio	Pot (MW)	Fase	Queda Líquida (m)	Área de Denagem (km ²)	QMLT (m ³ /s)
Abaeté	Abaeté	0,52	Operação	20,0	98,0	1,44
Alemães Baixo	Abaeté	18,40	Projeto Básico Aceito	24,2	4.833,0	71,16
Bombas	Abaeté	14,50	Eixo Disponível	26,0	3.326,0	51,45
Cachoeira Comprida	Abaeté	20,80	Projeto Básico Aceito	24,2	5.592,0	80,48
Canoas	Abaeté	19,30	Projeto Básico Aceito	24,2	5.208,0	75,00
Mateus José	Abaeté	11,00	Projeto Básico Aceito	12,5	5.737,0	82,56
Palmeira	Abaeté	21,60	Projeto Básico Aceito	31,0	4.194,0	64,62
São Gonçalo	Abaeté	19,00	Projeto Básico Aceito	25,0	4.747,0	70,28
Areado	Ribeirão Areado	10,90	Projeto Básico Aceito	40,0	1.654,0	24,25
Gentio	Abaeté	9,30	Eixo Disponível	40,0	1.415,0	20,74
Ponte Indaiá	Indaiá	51,40	Eixo Disponível	65,4	2.236,0	32,87
Ponte Indaiá Jusante	Indaiá	5,82	Eixo Disponível	8,2	2.266,0	33,31
Rio Funchal	Funchal	1,00	Operação	20,0	256,0	3,76
Taboca	Indaiá	35,80	Eixo Disponível	81,2	1.276,0	18,76
Lagoinha	Indaiá	37,10	Eixo Disponível	62,7	1.714,0	25,20

As séries de vazões utilizadas, seguiram os padrões estabelecidos pelos manuais da Eletrobrás, os quais determinam que os estudos hidrológicos, para fins de avaliação de potencial, devem

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 272
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

possuir no mínimo 30 anos de dados. Desta forma, as séries de vazões de referência utilizadas nos estudos compreendem o período entre 1935 a 2013.

As séries de vazões afluentes a cada usina foram estimadas a partir das vazões do posto fluviométrico de Barra do Funchal (para os aproveitamentos na bacia do rio Indaiá) e retiradas do inventário do rio Abaeté (para os aproveitamentos na bacia do rio Abaeté), sendo seus valores multiplicados pelo coeficiente correspondente à relação entre as áreas de drenagem de cada usina e a área do posto, conforme apresentado na

Equação 5-2.

O **Quadro 5.2** apresenta os dados básicos do posto fluviométrico da Barra do Funchal.

Quadro 5.2. Estação fluviométrica utilizada para determinar as séries hidrológicas nas usinas.

Posto	Código ANA	Rio	Área de Denagem (km ²)	Latitude	Longitude	QMLT (m ³ /s)
Barra do Funchal	40930000	Indaiá	897,0	-19,37	-45,87	19,91

$$Q = \frac{Ad}{Ad_{Referência}} * Q_{Referência} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Equação 5-2

Onde:

Q – vazão a ser determinada do ponto de interesse, considerando-se região homogênea;

Ad – área de drenagem do ponto de interesse;

Q_{REFERÊNCIA} – vazão de referência, ponto com informações de vazões conhecidas;

Ad_{REFERÊNCIA} – área de drenagem do ponto com vazões conhecidas.

A **Figura 5.1** apresenta a localização das usinas analisadas e o posto fluviométrico utilizado na transferência das séries históricas de vazões para as seções fluviais das usinas.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 273
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

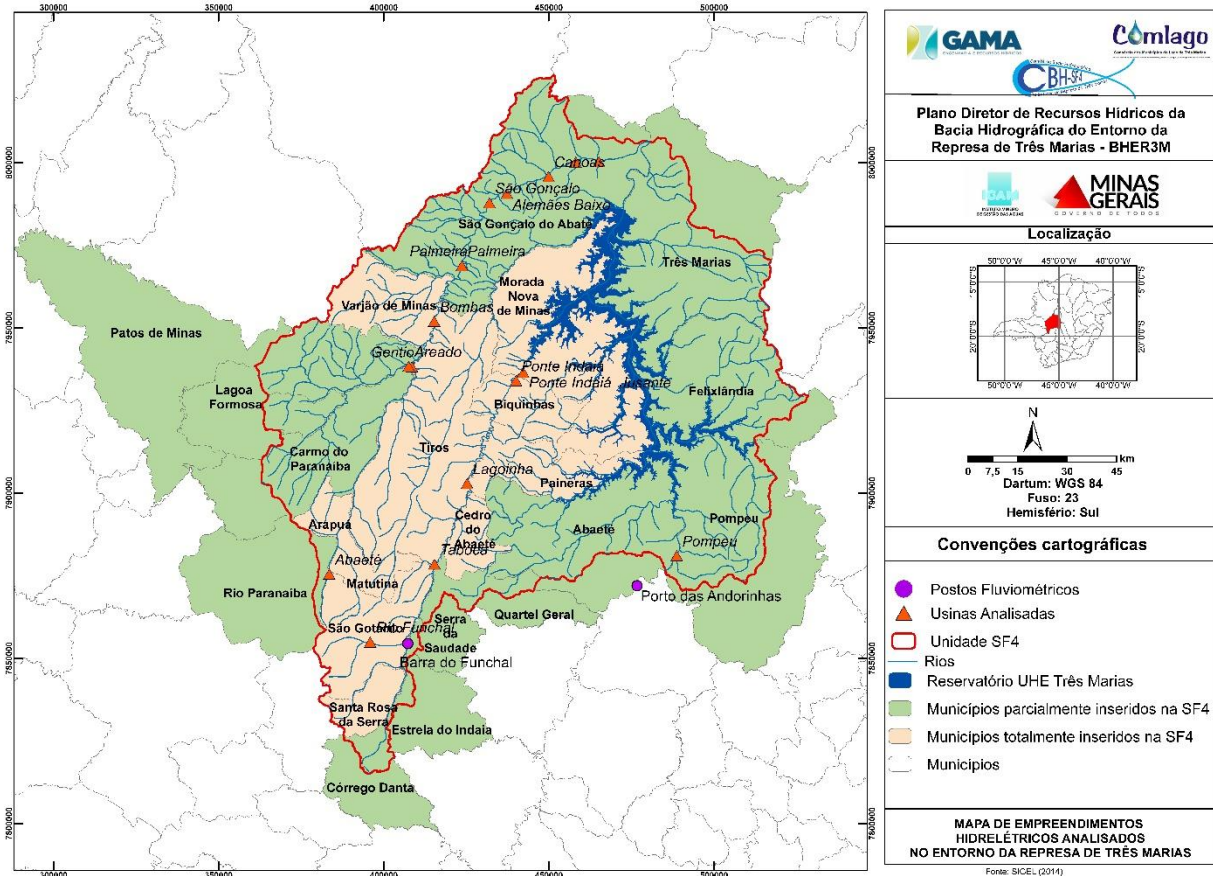


Figura 5.1 – Localização das pequenas usinas hidrelétricas simuladas energeticamente.

5.2. Impactos na geração de Energia

No **Quadro 5.3** são apresentados os resultados das perdas energéticas obtidas para cada usina nas diferentes cenas futuras. Essas perdas energéticas retratam a parcela de energia média anual que deixará de ser gerada após se descontar da série histórica, as demandas hídricas consuntivas a montante de cada unidade geradora. Convém lembrar também, que essa série histórica, sem alteração ou retirada, foi considerada na determinação da potência ótima instalada em cada usina.

A variação monetária ou possíveis perdas de receitas das pequenas usinas hidrelétricas é a forma mais fácil e imediata de se avaliar o impacto das demandas hídricas futuras. Como o preço da energia pode variar muito ao longo do ano, devido a diversos fatores como seca ou chuva excessivas, foi adotado como o preço de Referência da Energia o valor de R\$ 137,30 em dezembro de 2013. Este preço de Referência da Energia foi obtido no site da CCEE (Câmara de

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 274
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Comercialização de Energia Elétrica), no qual que estima a média dos preços praticados por PCHs para energia nova.

Quadro 5.3 - Perda de potência média por central hidrelétrica para os diferentes cenários futuros.

Central Hidrelétrica	Potência Instalada (MW)	Perda de Energia Média Anual (MWh)			
		2015	2020	2025	2035
Abaeté	0,52	910,9	913,6	914,5	917,0
Alemães Baixo	18,40	4.483,3	4.581,5	4.612,9	4.926,3
Bombas	14,50	3.178,4	3.312,4	3.408,5	3.648,9
Cachoeira Comprida	20,80	5.145,6	5.254,7	5.355,4	5.605,8
Canoas	19,30	4.442,0	4.545,2	4.644,7	4.892,0
Mateus José	11,00	2.654,9	2.711,2	2.763,1	2.892,1
Palmeira	21,60	5.839,5	5.946,6	6.072,4	6.385,8
São Gonçalo	19,00	4.652,9	4.758,0	4.860,9	5.116,8
Areado	10,90	1.720,4	1.906,8	2.016,2	2.291,4
Gentio	9,30	3.127,4	3.154,9	3.191,0	3.279,1
Ponte Indaiá	51,40	1.035,6	1.021,2	1.116,8	1.355,8
Ponte Indaiá Jusante	5,82	125,8	124,0	135,6	164,6
Rio Funchal	1,00	17,5	30,8	34,0	42,0
Taboca	35,80	689,4	797,3	878,0	1.082,3
Lagoinha	37,10	696,8	738,0	814,4	1.006,7

No **Quadro 5.4** são apresentados os resultados das perdas monetárias anuais médias, em cada PCH nas diferentes cenas futuras.

A central de Palmeira foi a que apresentou as maiores perdas monetárias de geração dentre todas as centrais, seguida de Cachoeira Comprida, São Gonçalo, Alemães Baixo, Canoas e Gentio. As centrais Rio Funchal e Ponte Indaiá Jusante, foram as que apresentaram as menores perdas.

Em termos de perda de geração em função da potência instalada (**Quadro 5.5**), a PCH mais impactada pela redução do potencial hidráulico em função das demandas de montante é a PCH Abaeté.

Observa-se que os empreendimentos mais impactados são aqueles situados no Rio Abaeté cujo impacto foi mensurado entre 2 a 4 % da potência instalada. As centrais inventariadas no eixo do rio Borrachudo apresentaram impactos reduzidos, com perdas na ordem de 0,3% da potência instalada.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 275
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 5.4 - Perda monetária média anual por central hidrelétrica para os cenários futuros

PCH	Perda Média Monetária Anual (R\$)			
	2015	2020	2025	2035
Abaeté	123.350,32	123.714,25	123.841,28	124.173,11
Alemães Baixo	607.122,51	620.421,52	624.668,97	667.118,54
Bombas	430.413,11	448.562,26	461.579,97	494.124,42
Cachoeira Comprida	696.817,07	711.586,88	725.218,80	759.134,27
Canoas	601.526,72	615.508,48	628.982,87	662.472,45
Mateus José	359.530,18	367.145,40	374.174,41	391.648,76
Palmeira	790.780,86	805.278,57	822.318,05	864.755,59
São Gonçalo	630.098,49	644.325,41	658.265,22	692.917,44
Areado	232.975,81	258.214,64	273.030,63	310.302,78
Gentio	423.504,46	427.230,26	432.126,63	444.052,11
Ponte Indaiá	140.243,60	138.291,45	151.234,70	183.603,11
Ponte Indaiá Jusante	17.028,97	16.791,74	18.363,34	22.293,64
Rio Funchal	2.366,11	4.168,57	4.607,99	5.689,01
Taboca	93.353,15	107.975,20	118.894,32	146.564,58
Lagoinha	94.356,13	99.935,80	110.279,92	136.321,37
Total	5.243.467,49	5.389.150,43	5.527.587,10	5.905.171,18

Quadro 5.5 - Perda de potência média por central hidrelétrica para os diferentes cenários futuros.

Central Hidrelétrica	Potência Instalada (MW)	Perdas em % da Pins			
		2015	2020	2025	2035
Abaeté	0,52	20,0%	20,1%	20,1%	20,1%
Alemães Baixo	18,40	2,8%	2,8%	2,9%	3,1%
Bombas	14,50	2,5%	2,6%	2,7%	2,9%
Cachoeira Comprida	20,80	2,8%	2,9%	2,9%	3,1%
Canoas	19,30	2,6%	2,7%	2,7%	2,9%
Mateus José	11,00	2,8%	2,8%	2,9%	3,0%
Palmeira	21,60	3,1%	3,1%	3,2%	3,4%
São Gonçalo	19,00	2,8%	2,9%	2,9%	3,1%
Areado	10,90	1,8%	2,0%	2,1%	2,4%
Gentio	9,30	3,8%	3,9%	3,9%	4,0%
Ponte Indaiá	51,40	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%
Ponte Indaiá Jusante	5,82	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%
Rio Funchal	1,00	0,2%	0,4%	0,4%	0,5%
Taboca	35,80	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
Lagoinha	37,10	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAIDMENT D. R. 2002. Arc Hydro: GIS for Water Resources. Redlands, CA, ESRI Press.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL R.A. 1998. Principals of Geographical Information Systems, Oxford University Press

PAZ, A.R.; COLLISCHONN, W. 2008. Derivação de rede de drenagem a partir de dados do SRTM, Revista Geográfica Acadêmica, v,2 n,2 (viii,2008) 84-95

JENSON, S.K.; DOMINGUE, J.O. 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis, Photogramm, Eng, Remote Sens, 54(11), 1593-1600

MENDES, C.A.B.; CIRILO, J.A. 2001. Geoprocessamento em Recursos Hídricos: princípios, integração e aplicação, Porto Alegre, ABRH, 533p

ANA, Agência Nacional de Águas. *Atlas do Abastecimento Urbano de Água, 2010*. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Acessado em: Março/2014.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. LTC. 5ª edição. 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censos Demográficos*.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)*.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2011. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acessado em: Março/2014

Silva, D. J. 2011. RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. 21p.

FURNABE. 2009. Estudo e Análise Críticas das Metodologias Obtidas no Levantamento Bibliográfico. DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS PARA RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL. Brasília, DF.

BASTOS, S.Q & GOMES, J.E (2009). Dinâmica da agricultura no estado de Minas Gerais. Análise diferencial estrutural para o período de 1994-2008.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 277
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

50 anos da Usina Hidrelétrica de Três Marias. Disponível em <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticias/usina-hidreletrica-de-tres-marias-comemora-50-anos/>

ACKERMANN, W.C.; WHITE, G.F.; WORTHINGTON, E. (1973). Man-made lakes: their problems and environmental effects. Geophys. Monog. Ser, 17. 847p.

ACQUA Consultoria e Recuperação de Ambientes Aquáticos Ltda . MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA NOS CÓRREGOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA VOTORANTIM METAIS ZINCO Rua Boaventura, no. 1620, sl. 3, Liberdade Belo Horizonte – MG. 2011.

AGOSTINHO, A. A. (1992). Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios In: AGOSTINHO, A. A. & BENEDITO-CECÍLIO, E. eds. Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil. Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia. Maringá, Editora da UEM. p.107-120.

AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F. & BORGHETTI, J.R. (1992). Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. Revista UNIMAR, 14 (suplemento):89-107.

AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M. & SUZUKI, H.I. (1999). Patterns of colonization in neotropical reservoir, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J. G. & STRASKRABA, M. eds. Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos, Brazilian Academic of Science and Backhuy. 592p.

AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A. de M. & THOMAZ, S.M. (1995). The high river Paraná basin: Limnological na Ichthyological Aspects. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M. & TUNDISI, T.M. (eds.) Limnology in Brasil. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 384p.

AGOSTINHO, A.; ZANIBONI FILHO, E.; SHIBATTA, O.; GARAVELLO, J. Steindachneridion scripta (Ribeiro, 1918). In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (eds) Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume II. 1.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. p. 239 - 240.

Agência de informação Embrapa. Bioma Cerrado. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_33_911200585232.htm
|>. Acesso em: 20/02/2014, 16:30h.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 278
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

ALMEIDA, Débora Fernandes: Gestão Ambiental dos Sedimentos de Corrente do Rio São Francisco na Região de Três Marias. Tese de Doutorado. UFMG, 2010.

ALVES, Lidiane Aparecida. A Agricultura Familiar: reflexões a partir do município de São Gotardo(MG). Disponível em<[http://www.researchgate.net/publication/228848448_A_AGRICULTURA_FAMILIAR_reflexes_a_partir_do_municpio_de_So_Gotardo_\(MG\)](http://www.researchgate.net/publication/228848448_A_AGRICULTURA_FAMILIAR_reflexes_a_partir_do_municpio_de_So_Gotardo_(MG)). > Acessado em 22 de Maio de 2014.

AMARAL, F.C.S. et al. Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Nº 63. Rio de Janeiro. Dezembro, 2004.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; AGOSTINHO, A.A. & FABRÉ, N.N. (1995). Trophic Aspects of Fish Communities in Brazilian Rivers and Reservoirs. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M. & MATSUMURA- TUNDISI, T. eds. Limnology in Brazil. Rio de Janeiro, ABC/ SBL. p.105-136.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS. Disponível em<http://www.almg.gov.br/consulte/info_sobre_minas/index.html?aba=js_tabMacrorregioes&stlMacroregiao=6.>Acessado em 22 de Maio de 2014.

BALTON, E.K. & COCHE, A.G. (1974). Lake Kariba: a man-made tropical ecosystem in Central Africa. DR. W. Junk Pub. The Hague. 767p.

BELTRAME, L.S.; LOUZADA, J.A. Water use rationalization in rice irrigation by flooding. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON EFFICIENT WATER USE, 1., Cidade do México. p.337-345. 1991.

BESERRA, M. M. L.; NEIVA, A. O.; MONTEIRO, V. E.; MONTEIRO, P. H. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Pirapitinga. Instituto Chico mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2013.

Bernardo, S. Manual de irrigação. 6ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 657p. 1995.

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Minas Gerais. Disponível em<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90277/1/bol-40.pdf>. > Acessado em 25 de Maio de 2014.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	279

BRITO, J.L.S.; PRUDENTE, T.D. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no município de Uberlândia - MG, utilizando imagens CCD/CBERS 2. *Caminhos da Geografia*, v.13, p.144-153, 2005.

CARTER, V.H. *Classificação de terras para irrigação*. Brasília, 2002.

CIRCUITO TURÍSTICO CAMINHOS DO INDIÁ. Disponível em <<http://www.caminhosdoindaia.com.br/>> Acessado em 24 de Maio de 2014.

COSTA, S. A. N. Áreas de Proteção Especial – Melhor conhecê-las para melhor defendê-las. Artigo publicado no sítio eletrônico *JurisWay*. Enviado em 06/11/2013. Disponível em: <http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=12272>. Acesso em: 03/2014.

CEMIG/CETEC. *Guia ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande*. Companhia Energética de Minas Gerais; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG/CETEC; 2000. 141 p.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba. Disponível em http://www2.codevasf.gov.br/programas_acoes/desenvolvimento-territorial/centro-integrado-de-recursos-pesqueiros-e-aquicultura-de-tres-marias-mg. Acesso em: 10 de Março de 2014.

CROOKS, K. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology*, 16: 488–502. 2002.

DARIO, F.R. Influência de Corredores Florestais entre fragmentos da Mata Atlântica utilizando-se a Avifauna como indicador Ecológico. 1999. 156 p.;il.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, Disponível em <https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/Extra/site/admin/pesquisarProcessos.aspx>, acessado dia 10 de Março de 2014.

DURKHEIM, EMILE. *Da Divisão social do trabalho*. São Paulo: Martins Fontes, 2ª edição, 1999.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. *Guidelines for predicting crop water requirements*. Rome: FAO, 144p. 1977.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 280
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

ELETOBRAS A contribuição do setor elétrico ao conhecimento de novos peixes /Centrais Elétricas Brasileiras, S.A. Área de Meio Ambiente; elaborado por José Carlos de Oliveira, coordenado por Luiz Eduardo Menandro de Vasconcelos. - Rio de Janeiro: Eletrobrás, 1999. 32p., ilustr.

EMBRAPA - Banco de Dados Climáticos do Brasil, disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>, visitado em 10/02/2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2^o Edição. Rio de Janeiro, 2006.

EPAMIG EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Agricultura Irrigada. . Disponível em<http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=327&Itemid=68> Acessado em 25 de Maio de 2014.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Rome, 1998.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOclim 2.0 - Agroclimatic Database. Rome, 2001.

FROST, D.R. (Ed.), 2004. Amphibian species of the world: an online reference. Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>>. American Museum of Natural History. Acesso em: 14 de fevereiro de 2012.

FUNDEP & GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. ESTUDO TÉCNICO-CIENTÍFICO VISANDO A DELIMITAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS NOS LAGOS DAS USINAS HIDROELÉTRICAS DE FURNAS E TRÊS MARIAS - MG. . Disponível em<http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/Parques_Aquicolas/website/pdfs/relatorios_consultores/05_tm_socioeconomia.pdf> Acessado em 22 de Maio de 2014.

GILDA DE CASTRO. São Gonçalo do Abaeté. . Disponível em<<http://www.gildadecastro.com.br/?pag=conteudo.php&id=250>> Acessado em 22 de Maio de 2014.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 281
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

GILDA DE CASTRO. Varjão de Minas. Disponível em <<http://www.gildadecastro.com.br/?pag=conteudo.php&id=451>. > Acessado em 22 de Maio de 2014.

GILDA DE CASTRO. Córrego Danta. Disponível em <<http://www.gildadecastro.com.br/?pag=conteudo.php&id=423>. > Acessado em 22 de Maio de 2014.

GILDA DE CASTRO. Felixlândia. Disponível em <<http://www.gildadecastro.com.br/?pag=conteudo.php&id=250>. > Acessado em 22 de Maio de 2014.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. Agricultura Irrigada. Disponível em <<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticias/minas-inicia-implantacao-de-territorios-de-agricultura-irrigada/>.> Acessado em 25 de Maio de 2014.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. Mesorregiões de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.mg.gov.br/governomg/ecp/contents.do?evento=conteudo&idConteudo=69547&chPlc=69547&termos=s&app=governomg&tax=0&taxn=5922>. > Acessado em 23 de Maio de 2014.

GOMES, E.C.B.; LEITE, F.R.B.; CRUZ, M.L.B. Aptidão Agrícola das Terras através de Sistemas de Informações Geográficas. Folha SB.24-X-A-I-4-Barreira. Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, 10 a 14 de maio de 1993.

GOOGLE EARTH. Imagens de alta resolução disponível pelo Google Earth. Base de dados acessada em 28/02/2014

HIDROWEB/ANA – Agencia Nacional de Águas. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>, visitado em 12/02/2014.

HAHN, N.S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L.; RUSSO, M.R. & LOUREIRO, V.E. (1997). Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. eds. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, EDUEM. p.141-162

HEINECK, C.A. et al. Folha SE.23 Belo Horizonte. In: Schobbenhaus, C. et al. (eds.) Carta Geológica do Brasil ao Milhonésimo, Programa Geologia do Brasil, PGB. CPRM, Brasília, 2004.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	282

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados censitários 2010. IBGE Cid@des. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Visitado em 02/02/2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal – 2012 . Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Visitado em 02/02/2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006 . Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Visitado em 02/02/2014.

IBGE. Divisão regional. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm?c=1> Acessado em 23 de Maio de 2014.

Inventário da Oferta Turística do Município de Três Marias. Disponível em http://www.achetudoeregiao.com.br/mg/tres_marias/historia.htm

ICMBIO-MMA- Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. Estação Ecológica Pirapitinga, Brasília, 2013.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão de Águas. Outorgas e cadastros dos usuários. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/outorga>. Visitado em 07/04/2014.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>, visitado em 10/02/2014.

KNAPP, R. A. & MATTHEWS, K. R. (1999). Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. Conservation Biology, v.14, n.2, p.428-438.

KNAPP, R. A. & MATTHEWS, K. R. (2000). Effects of nonnative fishes on wilderness lake ecosystems in the Sierra Nevada and recommendations for reducing impacts. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, v.5, p.312-317.

LOWE MC CONNELL, R.H. (1966). Man-made lakes. Proceedings of a symposium held at the Royal Geographic Society London. Academic Press. 218 p.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 283
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

LEVANTAMENTO DOS USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS e DA SITUAÇÃO DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO MMA / SBF – Brasília, 2010. .125 p.

MACÊDO, I. L. Estudo de Modelos em Ambiente de Geoprocessamento Para Previsão de Erosão e Assoreamento de Reservatórios: o Caso da Bacia do Rio Indaiá – UHE Três Marias, MG. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2009.

MADEIRA, Thais Fernanda Leite. MANCUSO, Maria Inês Rauter. Relatos e Imagens de Pescadores do Alto e Médio São Francisco. Departamento de Sociologia. UFSCar

MARQUES, V.J. Mapa de Geodiversidade do Brasil. CPRM, 2006.

MARQUES, et al.,. Geodiversidade do Brasil. Escala 1:1.000.000. CPRM, 2006. Disponível em: <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>. Acessado em 28/02/2014.

MARGALEF, R. (1983). Limnologia. Barcelona. Omega. 1010 p.

Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/topicos/33-amadora/>. Visitado em: 26/05/2014

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais – PAI-MG. R3 Infraestrutura e Tecnologia, 2010.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais – PAI-MG. R4 Infraestrutura e Tecnologia, 2010.

MITTERMEIER, R. A. N.; MYERS, P.; ROBLES GIL; MITTERMEIER, C. G. Hotspots MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA NOS CÓRREGOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA VOTORANTIM METAIS ZINCO

NOGUEIRA, C. C. Diversidade e Padrões de Distribuição da Fauna de Lagartos do Cerrado. 2006. 295 f. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

OBENG, L. (1969). Man-made lakes: The Accra Symposium. Proceedings of a symposium held at Accra. Accra Ghana Univ. Press. 398 p.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	284

OLITTA, A. O. Os métodos de irrigação. São Paulo: Nobel. 1977. 276 p

OLIVEIRA, J.B. Pedologia Aplicada. Editora FEALQ. 3º Edição. Piracicaba, 2008.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Evaporações Líquidas nas Usinas Hidrelétricas. Rio de Janeiro, RJ. 2004.

O VALE DO SÃO FRANCISCO NO PASSADO. Disponível em <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1500036>

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, doi: 10.5194/hess-11-1633-2007, 2007

PENMAN, H.L. 1956. Evaporation: An introductory survey. Netherlands J. Agric. Sci. 1:9-29, 87-97,151-153.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS MARIAS. Disponível em: <<http://www.tresmarias.mg.gov.br/index.php>>. Acesso em 27 de fevereiro de 2014.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 183p. 1997.

PARQUE NACIONAL GRANDE SERTÃO VEREDAS: ICMBio, 2003. Disponível em

PREFEITURA DE POMPÉU. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-conservacao/parna_grande_sertao_veredas.pdf

em<<http://www.pompeu.mg.gov.br/portal/index.php/pompeu/agronegocio>. > Acessado em 24 de Maio de 2014.

PREFEITURA DE TRÊS MARIAS. Disponível em<<http://www.tresmarias.mg.gov.br/?p=pagina&cat=1&pid=18f01a9770e246f5855e63478c36f91e>. > Acessado em 22 de Maio de 2014.

PREFITURA DE CARMO DO PARANAÍBA. Disponível em<<http://www.carmodoparanaiba.mg.gov.br/>> Acessado em 22 de Maio de 2014.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
001/COMLAGO/2013	GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Julho/2015	285

PREFITURA DE FELIXLÂNDIA. Disponível em <<http://www.felixlandia.mg.gov.br/portal1/municipio/historia.asp?iIdMun=100131287>> Acessado em 23 de Maio de 2014.

PREFITURA DE MORADA NOVA DE MINAS. Disponível em <http://www.moradanova.mg.gov.br/Materia_especifica/6495/Historia> Acessado em 25 de Maio de 2014.

PREFITURA DE VARJÃO DE MINAS. <http://varjaodeminas.mg.gov.br/apresentacao-turismo/>.> Acessado em 24 de Maio de 2014.

PROJETO SETE LAGOAS – Abaeté Estado de Minas Gerais. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_balдим.pdf> Acessado em 23 de Maio de 2014.

REDFORD, K. H. The empty forest. Bioscience. 1992.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. "Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial". Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

ROMÃO, M. C. Uma proposta de extensão do "Índice de Desenvolvimento Humano" das Nações Unidas. Revista de Economia Política, vol. 13, nº4 (52). 1993.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. Spring 5.1.2 passo a passo: aplicações práticas. 153p. ISBN: 978-85-61890-06-3. Alegre, ES: CAUFES, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE ÁGUA. Disponível em <<http://www.agricultura.mg.gov.br/noticias/2340-agricultores-de-minas-poderao-obter-em-conjunto-o-licenciamento-ambiental-para-irrigacao>> Acessado em 25 de Maio de 2014.

Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais. Disponível em <http://www.turismo.mg.gov.br/circuitos-turisticos/lista-de-circuitos/764-circuito-turistico-lago-tres-marias>. Acesso em: 10 de Março de 2014.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 286
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

SILVA, J. M. C. Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia*21: 69-92. 1995.

SILVA, V. N.; ARAUJO, A. F. B. Ecologia dos Lagartos Brasileiros. Rio de Janeiro – RJ: Technical Books Editora, 2008. 271 p.

SILVA, O. M. P. & PANHOCA, L. A contribuição da vulnerabilidade na determinação do índice de desenvolvimento humano: estudando o estado de Santa Catarina. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(5): 1209-1219. 2007.

SINDERMANN, C.J. (1979). Pollution associated diseases and abnormalities of fish and sellfish: a review. *Fishery Bulletin*, v.76, n.4, p.717-749

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Aplicativo série histórica 2011. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em 02/02/2014.

TALPO, Ewerton. O processo de modernização no sertão dos gerais: o caso particular do distrito de Andrequicé, município de Três Marias. 2009.

THORNTHWAITE, C.W. "An approach toward a rational classification of climate". *Geographical Review*, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. "The water balance". *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

VANZELA, Luiz Sergio & ANDRADE, Meire Cristina Nogueira de. Importância da Irrigação para o Desenvolvimento Econômico Regional. Disponível em <<http://www.agr.feis.unesp.br/lsvimpirrigacao.htm>.>Acessado em 25 de Maio de 2014.

VASCONCELOS, M. F.; RODRIGUES, M.; SILVA, J. M. C. Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil. SETOR MINEIRO DO VALE DO RIO SÃO FRANCISCO Departamento de Zoologia, Instituto de Ciencias Biologicas, Universidade Federal de Minas Gerais. 2011.

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 287
------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Wiki aves: Espécies em Pato de Minas – MG. Disponível em:
<<http://www.wikiaves.com/especies.php?t=c&c=3148004>>. Acesso em *06/03/2014, 8:30h*

WIKIPEDIA. Mesorregião Triângulo Mineiro e Alto do Paranaíba. Disponível em<http://pt.wikipedia.org/wiki/Mesorregi%C3%A3o_do_Tri%C3%A2ngulo_Mineiro_e_Alto_Parana%C3%ADba>. Acessado em 22 de Maio de 2014.

<http://www.pontosbr.com/usina-hidreletrica-de-tres-marias-mg-1349.html>

Contrato 001/COMLAGO/2013	Código GAMA-COMLAGO-PLAN-RT-MG-02.03-REV04	Data de Emissão Julho/2015	Página 288
------------------------------	---	-------------------------------	---------------



GAMA
ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS