



PBAPGO

Planos de Bacias dos Afluentes do Paranaíba do Estado de Goiás

**PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DA
UPGRH DO RIO MEIA PONTE**
Versão 5.0

ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS
UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS
AFLUENTES AO RIO PARANAÍBA

PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DA UPGRH DO RIO MEIA PONTE

PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO (PRODUTO 5)

Versão 5.0

EQUIPE TÉCNICA FUNAPE/UFG

ALEXANDRE KEPLER SOARES – **Gestão de Recursos Hídricos**

ALINE DE ARVELOS SALGADO - **Qualidade da Água e Enquadramento**

DIRCEU SCARATTI - **Planejamento**

JUSSANÃ MILOGRANA - **Planejamento de Recursos Hídricos**

KARLA EMMANUELA RIBEIRO HORA - **Sócio Economia**

KLEBBER TEODOMIRO MARTINS FORMIGA - **Coordenador Geral e Hidrologia**

LEANDRO PINHO - **Comunicação Social**

ROGÉRIO ANTÔNIO MAURO - **Sócio Economia**

LUIZA VIRGÍNIA DUARTE - **Hidrologia**

LUTIANA CASAROLI - **Comunicação Social**

NILSON CLEMENTINO FERREIRA - **Geoprocessamento**

NOELY VICENTE RIBEIRO- **Geoprocessamento**

RODRIGO DE ALMEIDA HERINGER - **Hidrogeologia**

BOLSISTAS

ADRIANA COSTA E SILVA

ANA CLÁUDIA LIMA DE SOUSA

ANANDA HELENA NUNES CUNHA

ARIEL GODINHO VESPUCCI

CLEITON FERNANDO DE LIMA

DAIANE PEREIRA DA SILVA

DIOGO HENRIQUE M. DE MORAES

ELISEO HAMU

GUILHERME DA CRUZ DOS REIS

HUGO JOSÉ RIBEIRO

KAMILA ALMEIDA DOS SANTOS

LUIS GUSTAVO LINO

MÁRCIA GONÇALVES DA MOTA LIMA

OZIAS RICARDO ARANTES BARROS

PATRÍCIA VIEIRA ALMEIDA CALDERON

ROSANE BORGES DE OLIVEIRA

TATIANE RODRIGUES S. PEREIRA

THAIS TEODORO DIDONET

TOMÁS DA ROSA SIMÕES

VILMAR MARTINS FERREIRA FILHO

WELLINGTON NUNES OLIVEIRA

ESTAGIÁRIOS

ANNA LUIZA MACIEL PINHEIRO

BRENDA RABELO BERÇA

DANIELE DE LIMA DA SILVA

DAYANE MARTINS SALLES

FELIPE VELOSO DE PAULA.

GABRIEL MARINHO E SILVA

ISABELA MESQUITA

LARA MACIEL FEITOSA

LARYSSA CRISTINE AFONSO DA COSTA

LEONARDO DORNINGER FEITOSA

MARCELLA SOUZA GUIMARÃES

MÁRCIA BARBOSA DE OLIVEIRA

NATHALIA DE CARVALHO OLIVEIRA

NICOLE LIMA MAGNY

STEFANNY HELLEN SAMPAIO DOS SANTOS

TALITA CINTRA BRAGA

TAINÁ AZEVEDO

VERÔNICA DA COSTA RODRIGUES

VICTOR LIMA FREIRE

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classes de qualidade da água e relação com os usos, segundo Resolução CONAMA nº357/2005.	15
Figura 2 - Classes de enquadramento da Resolução CONAMA 357/05 para os diferentes usos	16
Figura 3 - Etapas previstas para efetivação do Enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte.	18
Figura 4 - Esquema de cálculo da carga inicial no trecho do modelo de qualidade da água.....	20
Figura 5 - Pontos Monitorados para qualidade da água nas bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	24
Figura 6 - Valores médios de Condutividade Elétrica (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	26
Figura 7 - Valores médios de Sólidos Totais Dissolvidos (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	28
Figura 8 - Valores médios de Oxigênio Dissolvido (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	30
Figura 9 - Valores médios de DBO (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	32
Figura 10 - Valores médios de pH (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	33
Figura 11 - Valores médios de coliformes termotolerantes (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.	35
Figura 12 - Valores médios de turbidez (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.	37
Figura 13 - Valores médios de nitrito (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.	38
Figura 14 - Valores médios de nitrato (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.	39
Figura 15 - Concentração da DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	44
Figura 16 - Concentração da DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	45
Figura 17 - Classes dos cursos d'água para a concentração de DBO considerando a vazão média para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	46
Figura 18 - Classes dos cursos d'água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	47
Figura 19 - Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.	50
Figura 20 - Concentração da DBO considerando a Q_{95} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.....	51
Figura 21 - Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.	52

Figura 22 – Concentração da DBO considerando a Q_{95} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.....	53
Figura 23 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.....	54
Figura 24 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.....	55
Figura 25 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.....	56
Figura 26 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.....	57
Figura 27 – Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	59
Figura 28 – Concentração da DBO considerando a Q_{95} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	60
Figura 29 – Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	61
Figura 30 – Concentração da DBO considerando a Q_{95} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	62
Figura 31 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	63
Figura 32 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	64
Figura 33 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	65
Figura 34 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{95} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.....	66
Figura 35 – Localização de áreas de interesse especial na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	69
Figura 36 – Barramentos outorgados pela SEMAD	70
Figura 37 - Distribuição dos reservatórios na UPGRH do Rio Meia ponte.....	71
Figura 38 – UPGRH do Rio Meia Ponte com a identificação das bacias de captação de águas superficiais.....	74
Figura 39 – Localização dos pontos de captação de água para abastecimento superficial na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	76

Figura 40 – Mapa de localização de captação de água para irrigação na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	78
Figura 41 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para a condição atual na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	90
Figura 42 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2025 na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	91
Figura 43 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2030 na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	92
Figura 44 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2040 na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	93
Figura 45 – Proposta de enquadramento para a condição atual da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.	95
Figura 46 – Proposta de enquadramento para o ano de 2025 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.....	96
Figura 47 – Proposta de enquadramento para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.....	97
Figura 48 – Proposta de enquadramento para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.....	98
Figura 49 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para a condição atual na UPGRH do Rio Meia Ponte...103	
Figura 50 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2025 na UPGRH do Rio Meia Ponte.....104	
Figura 51 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2030 na UPGRH do Rio Meia Ponte.....105	
Figura 52 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2040 na UPGRH do Rio Meia Ponte.....106	
Figura 53 – Proposta de enquadramento para a condição atual da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.....107	
Figura 54 – Proposta de enquadramento para o ano de 2025 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.....108	
Figura 55 – Proposta de enquadramento para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.....109	
Figura 56 – Proposta de enquadramento para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.....110	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados dos pontos de captação na UPGRH do Rio Meia Ponte	75
Tabela 2 – Dados para cálculo da evolução das cargas de DBO na UPGRH do Rio Meia Ponte.....	84
Tabela 3 – Eficiência de remoção e carga de DBO gerada por dia por município de UPGRH do Rio Meia Ponte.....	87
Tabela 4 – Concentrações de DBO e classes segundo CONAMA para a UPGRH do Rio Meia Ponte.....	88
Tabela 5 – Eficiência de remoção e carga de DBO gerada por dia por município de UPGRH do Rio Meia Ponte considerando as sugestões do GT SEMAD.	100
Tabela 6 – Concentrações de DBO e classes segundo CONAMA para a UPGRH do Rio Meia Ponte.....	101
Tabela 7 – Valores referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte GT Comitê.	112
Tabela 8 – Valores de desembolso para o prazo do plano referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a proposta do GT Comitê.....	113
Tabela 9 – Valores referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a proposta do GT SEMAD.....	114
Tabela 10 – Valores de desembolso para o prazo do plano referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a proposta do GT SEMAD.....	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Especificação das áreas de interesse especial na UPGRH do Rio Meia Ponte..... 68

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	12
2.	INTRODUÇÃO	13
3.	ASPECTOS LEGAIS DO ENQUADRAMENTO	14
4.	DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO ..	17
4.1.	Modelo Matemático da Qualidade da Água	18
4.2.	Definição das Classes.....	20
5.	QUALIDADE DA ÁGUA NOS CURSOS D'ÁGUA	22
5.1.	Caracterização da Qualidade da Água com Base no Monitoramento Existente...22	
5.2.	Diagnóstico da Qualidade das Águas	24
5.2.1.	Condutividade Elétrica (C.E)	25
5.2.2.	Sólidos Totais dissolvidos (STD)	26
5.2.3.	Oxigênio dissolvido (OD)	28
5.2.4.	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	30
5.2.5.	Potencial Hidrogeniônico (pH)	32
5.2.6.	Coliformes Termotolerantes	34
5.2.7.	Turbidez.....	35
5.2.8.	Nitrito e Nitrato.....	37
5.3.	Identificação dos Usos e Fontes de Poluição	39
5.3.1.	Tipologias de fontes de poluição	40
5.4.	Modelagem da Qualidade da Água - Diagnóstico.....	42
5.5.	Modelagem da Qualidade da Água - Prognóstico	48
5.5.1.	Cenário 1a.....	48
5.5.2.	Cenário 1b	57
6.	ÁREAS COM RESTRIÇÕES	67
6.1.	Áreas de Preservação e conservação	67
6.2.	Mananciais de Abastecimento	71
6.3.	Usos preponderantes	75
7.	PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO	79
7.1.	Proposta Inicial Baseada nos Usos Preponderantes.....	79
7.2.	Propostas Metodológicas	81
7.2.1.	Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia	81

Proposta de Enquadramento da UPGRH do Rio Meia Ponte	11
7.2.1. Grupo de Trabalho da SEMAD	82
7.3. Medidas para o Enquadramento	83
7.3.1. Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia	86
7.3.2. Grupo de Trabalho da SEMAD	99
8. PLANO DE INVESTIMENTO	111
8.1.1. Proposta Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia	111
8.1.2. Proposta Grupo de Trabalho da SEMAD	114
9. CONSIDERAÇÕES	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao Produto 05, intitulado como Proposta de Enquadramento, que objetiva apresentar a proposta de enquadramento dos corpos hídricos em estudo para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte.

A Proposta de Enquadramento visa classificar os diferentes trechos de cursos d'água que compõem a UPGRH do Rio Meia Ponte, de acordo com seus usos preponderantes e seus parâmetros de influência.

A proposta ora apresentada precisa ser debatida, validada e aprovada no Comitê de Bacia, e Conselho Estadual de Recursos Hídricos. A discussão e aprimoramento é fundamental pois precisa integrar a visão dos diferentes atores e segmentos definidores dos usos prioritários de água na Bacia Hidrográfica indicando um compromisso com a manutenção da qualidade da água nos corpos hídricos da bacia ao longo do tempo.

2. INTRODUÇÃO

A proposta de enquadramento será realizada com base nas características e dinâmica dos corpos hídricos da UPGRH do Rio Meia Ponte, considerando as características atuais e previstas de usos na bacia, tanto da água como do solo, levando em conta a qualidade requerida e os possíveis impactos que podem ocorrer nesses.

Esse produto será segmentado em capítulos da seguinte forma: o Capítulo 3 versa sobre as principais legislações vigentes sobre a temática; o Capítulo 4 apresenta as definições das diretrizes com base nas legislações vigentes, que nortearam a proposta de enquadramento na UPGRH do Rio Meia Ponte, a fim de elencar as etapas consideradas e a função e cada uma no contexto geral da Proposta de Enquadramento; o Capítulo 5 descreve a metodologia adotada; no Capítulo 6 são descritas as atividades desenvolvidas no âmbito do Diagnóstico e Prognóstico; o Capítulo 7 apresenta a Proposta de Enquadramento com base no que foi desenvolvido nas etapas anteriores e que é a sustentação para a Proposta de Efetivação do Enquadramento; e o Capítulo 8 trata do Plano de Investimentos previstos a partir da proposta de enquadramento dos corpos hídricos apresentada.

3. ASPECTOS LEGAIS DO ENQUADRAMENTO

O Enquadramento dos corpos hídricos em classes é um dos instrumentos presentes Na Política Nacional de Recursos Hídricos presente na Lei 9433/1997. Como já mencionado em documentos anteriores, esta estabelece a bacia hidrográfica como unidade de gestão.

O Enquadramento dos corpos d'água em classes é um importante instrumento de gestão quando se trata de uso das águas. Conforme a sua utilização, a água de fontes de abastecimento superficiais pode ter parâmetros de qualidade mais ou menos restritivos. Águas utilizadas para abastecimento humano exigem qualidade melhor, enquanto aquelas utilizadas para finalidades contemplativas ou recreativas são menos exigentes. Destaca-se, ainda, o Enquadramento, como o principal instrumento de planejamento do uso solo, o estabelecimento de atividades e o controle da poluição da água (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2019).

A classificação da qualidade da água de cursos d'água em classes segue as orientações contidas nas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), sendo elas:

- Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes para o seu Enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, alterando e complementando a Resolução CONAMA nº 357 de 2005;
- Resolução CNRH Nº 91, de 05 de novembro de 2008, que estabelece os procedimentos gerais para o Enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos;
- Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de abril de 2008, que estabelece classificação e diretrizes ambientais para o Enquadramento das águas subterrâneas.

Os documentos listados apresentam os limites de uso da água para os diferentes usos, além de prever restrições relativas aos efluentes lançados nos corpos d'água

superficiais. Estes limites nortearão a classificação dos cursos d'água da UPGRH na sua condição atual e a partir destes serão sugeridas ações para a melhoria da qualidade da água dos rios da bacia.

A classe de enquadramento dos corpos d'água deve ser acordada com os diferentes usuários do manancial incluindo a manutenção das comunidades aquáticas. As águas com melhor qualidade permitem usos mais exigentes. ANA (2013) estabelece que para definir a qualidade da água de um manancial, seja ele superficial ou subterrâneo, é necessário analisar três condições:

- a condição atual do corpo d'água ou o “rio que temos”;
- discutir com a população e usuários a qualidade desejada para aquele corpo d'água ou o “rio que queremos”; e
- por fim, a análise racional sob o ponto de vista técnico sobre o que é possível ser feito dentro das condições existentes ou o “rio que podemos” (ANA, 2013).

Seguindo essas orientações, as classes consideradas para o enquadramento dos rios seguem a classificação mostrada na Figura 1.



Fonte: (COSTA, 2011 *apud* ANA, 2013)

Figura 1 - Classes de qualidade da água e relação com os usos, segundo Resolução CONAMA nº357/2005.

Em se tratando da região do Rio Meia Ponte, os corpos hídricos serão sempre de água doce. Assim, as recomendações de uso previstas pela Resolução CONAMA nº

357/2005 são as mostradas na Figura 2. Para águas salobras e salinas as considerações são diferentes daquelas definidas para as águas doces.

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

Figura 2 - Classes de enquadramento da Resolução CONAMA 357/05 para os diferentes usos
Fonte: adaptado de (ANA, 2009 e COSTA, 2011 *apud* ANA, 2013).

4. DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

A proposta de enquadramento da UPGRH do Rio Meia Ponte está sintetizada na Figura 3 que contempla as etapas previstas na Resolução do CNRH 91/2008. Duas dessas etapas já são a base para a proposição das metas e alternativas para a efetivação do enquadramento dos corpos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte. São elas as etapas de diagnóstico e prognóstico, sendo as demais originárias destas.

Na fase de diagnóstico, o item de Disponibilidade Hídrica foi apresentado de forma mais aprofundada, uma vez que esse tema é de grande importância para permitir um conhecimento geral acerca da qualidade da água na bacia. Nesse produto, será descrito de forma resumida.

Posteriormente, foi realizada a seleção da rede hidrográfica a ser analisada de forma mais detalhada para a proposta de enquadramento que objetivou abranger os corpos hídricos de relevância para a área de estudo. Foi também realizado o levantamento dos usos preponderantes em cada curso hídrico (atuais e futuros), o que permitiu, também, a identificação das fontes de poluição. E assim foram identificados quais os trechos que precisam ser divididos para se ter classes compatíveis com os diferentes usos.

Ainda na etapa do Diagnóstico foram estimadas as cargas de DBO geradas nas bacias que chegam até os cursos hídricos, possibilitando o conhecimento dos impactos gerados. Já no Prognóstico, as cargas de DBO foram estimadas com projeções nos cenários de crescimento populacional, com objetivo de verificar os impactos sobre os recursos hídricos.

Com os resultados gerados no Diagnóstico e Prognóstico foi possível elaborar a Proposta de Enquadramento tomando como base os aspectos legais, em que as classes de qualidade são estabelecidas de acordo com os usos preponderantes. Buscou-se comparar a “classe ideal” com os resultados das estimativas de carga, para que sejam a base do estabelecimento das metas a serem alcançadas na Efetivação do Enquadramento.

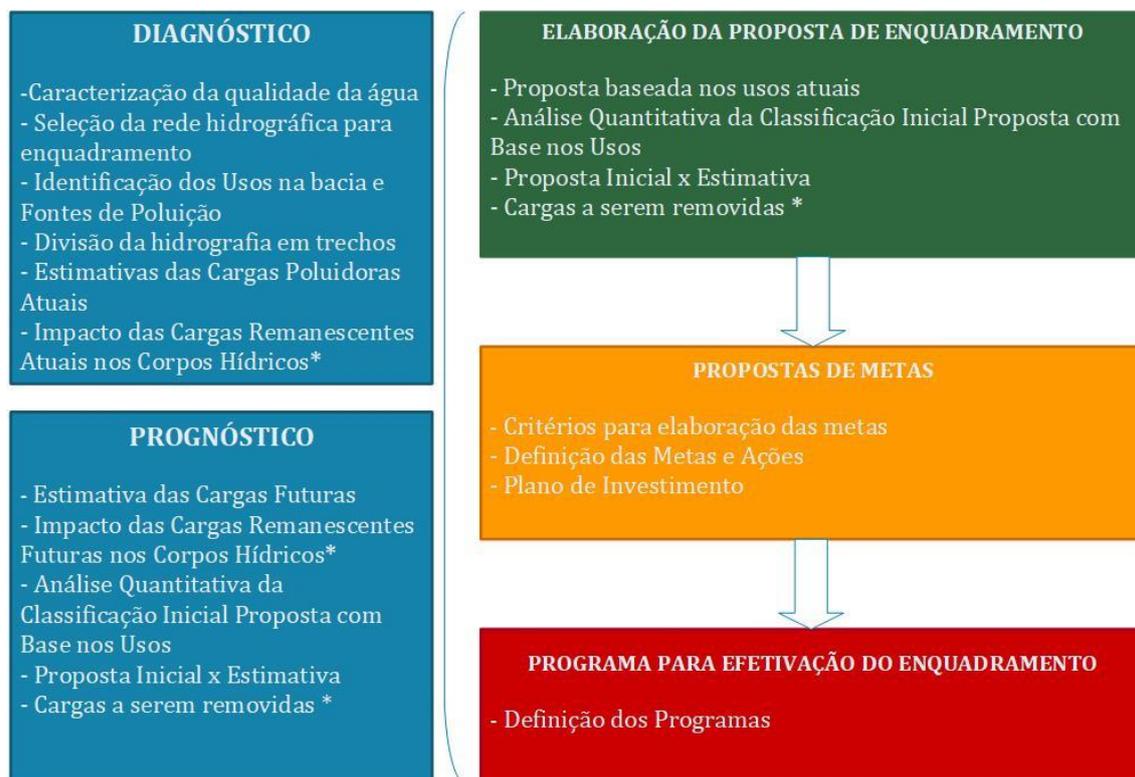


Figura 3 - Etapas previstas para efetivação do Enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte.

4.1. Modelo Matemático da Qualidade da Água

A determinação das cargas e concentrações da DBO em cada trecho de corpo d'água considerou os aportes para a condição atual (Diagnóstico) e Futuro (Prognóstico). A cinética da DBO é bem representada por uma reação de primeira ordem (CHAPRA, 1997). Uma reação de primeira ordem é aquela na qual a taxa de mudança da concentração de uma substância é proporcional à primeira potência daquela concentração (VON SPERLING, 2014). Esta equação pode ser expressa por:

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 L \quad (\text{Equação 1})$$

em que L é a concentração de DBO; t é o tempo em dias, K_1 é o coeficiente de desoxigenação (1/dia).

A integração da Equação 1 resulta em:

$$L = L_0 e^{-K_1 t} \quad (\text{Equação 2})$$

sendo L_0 a concentração remanescente de DBO no tempo $t=0$; L a concentração remanescente de DBO no tempo t .

O modelo para representação da dinâmica da DBO no curso de água considera regime permanente de escoamento, e calcula a concentração em função do tempo.

Para se determinar os valores da concentração nos locais abaixo do local de lançamento é preciso determinar o tempo de percurso ao longo do rio. Neste, por se tratar de um regime permanente, foi empregado a equação de Manning, expressa por (CHAUDHRY, 2008):

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} \sqrt{S_0} \quad \text{(Equação 3)}$$

Sendo: V a velocidade (m/s); n o coeficiente de Manning; R_h o raio hidráulico (m); e S_0 a declividade do trecho.

Com a velocidade encontrada, a Equação (2) pode ser então escrita como:

$$L = L_0 e^{-K_1 X/V} \quad \text{Equação 4}$$

em que X corresponde ao comprimento do trecho avaliado (em m).

O modelo foi feito calculado em nível de sub-bacia. Os dados para o modelo foram obtidos de diversas fontes. As cargas atuais e futuras em cada subbacia foram as empregadas nas etapas de Diagnóstico e Prognóstico. As vazões nos trechos foram as de referência (Q_{med} e Q_{95}). Os comprimentos dos trechos (X) e a declividade (S_0) foram obtidos a partir de um modelo digital de terreno de resolução 12,5 m.

A variável RH precisaria ser medida em diversos pontos de cada trecho, o que tornaria o trabalho impossível de ser realizado na escala de UPGRH. Entretanto, ela tem uma faixa usual para rio desse porte no período de seca, e foi considerada como um valor médio de 1,0m. O coeficiente de Manning para os rios foi considerado como sendo 0,03 (CHAUDHRY, 2008).

O valor de K_1 depende de características da matéria orgânica, temperatura, presença de substância que possam inibir os decompositores de matéria orgânica. Os efluentes sem tratamento têm uma taxa de decomposição mais alta, uma vez que existe muita matéria orgânica de fácil decomposição presente. À medida que se tem

um tratamento maior do efluente, o valor do coeficiente K_1 tende a diminuir. Para rios o valor de K_1 é função, também, da profundidade. Neste estudo considerou-se um valor de 0,4 que é a média compatível com as características dos cursos d'água da UPGRH (VON SPERLING, 2014).

O esquema para a determinação da carga inicial de cada trecho da modelagem é apresentado na Figura 4. A carga de jusante da Bacia 3 é obtida a partir da Eq. 4.

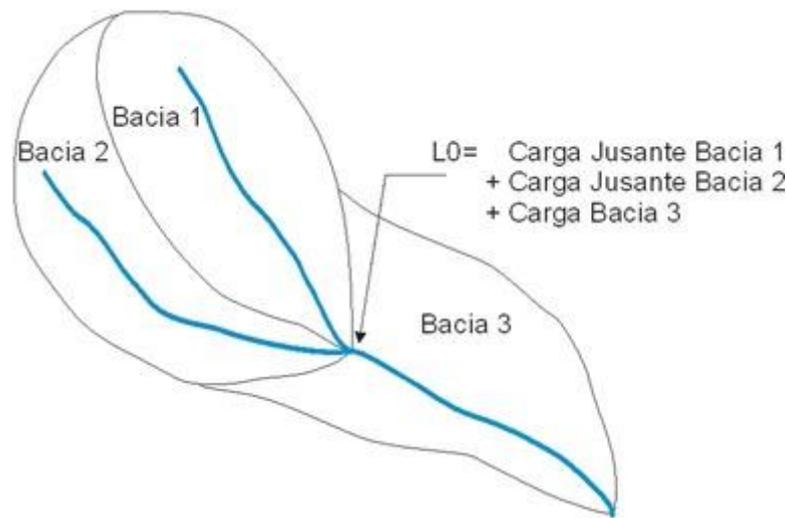


Figura 4 – Esquema de cálculo da carga inicial no trecho do modelo de qualidade da água.

4.2. Definição das Classes

Neste estudo a DBO da situação atual foi tomada como indicador de qualidade da água nas vazões médias (Q_m) e de 95% de permanência (Q_{95}). Dessa forma, o balanço hídrico qualitativo foi realizado com base na vazão necessária para efeitos de diluição da carga orgânica bruta com o objetivo de estabelecer valores dentro dos limites estabelecidos pela classe dos rios. A determinação dos limites máximos de lançamentos de cargas poluidoras foi feita com base na Resoluções CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 430/2011, que fornecem essas limitações por classes de usos preponderantes, a fim de manter os padrões legais de qualidade de água, nas condições de estiagens.

A maior parte das regiões hidrográficas avaliadas apresentaram capacidade de diluição para as cargas de DBO geradas com concentrações abaixo de 5,0 mg/L, limite determinado na Resolução CONAMA 357/05 para Classe I e II. A exceção

ocorreu principalmente na Região Metropolitana de Goiânia, que apresentou valores de Classe IV. Da mesma forma, para a Q_{95} , a maioria das regiões hidrográficas avaliadas apresentaram valores que classificam os ambientes como de Classe I, mas observou-se um aumento na quantidade de sub-bacias com maiores valores de DBO mais ao norte da bacia, classificando-as como de Classe III e IV. Essas sub-bacias são locais onde há intensa ocupação urbana e também desenvolvimento de atividades agropecuárias.

É importante lembrar que a qualificação das águas é intrinsicamente dependente não apenas das vazões existentes nos cursos d'água, sobretudo no período de estiagem, e da carga orgânica lançada nestes. No planejamento futuro da bacia são fontes de informação fundamentais, mas nem sempre disponíveis, os pontos e a vazão outorgada de captação de água para os diferentes usos, em especial para abastecimento, e os pontos, a vazão e qualidade dos efluentes lançados nos corpos d'água.

5. QUALIDADE DA ÁGUA NOS CURSOS D'ÁGUA

Na etapa de diagnóstico foram levantados todos os dados necessários à execução da proposta de enquadramento, tais como parâmetros de qualidade da água e características físicas dos rios e seus afluentes que farão parte desta proposta.

5.1. Caracterização da Qualidade da Água com Base no Monitoramento Existente

Para a avaliação da qualidade da água foram utilizados como base de dados os relatórios fornecidos pela SEMAD, SANEAGO, ANA e dados disponibilizados no site da ANA (Hidroweb).

Para esta UPGRH foram utilizados dados de 74 estações de monitoramento conforme mostrado na Figura 5, a saber: nos municípios de Abadia de Goiás, Anápolis, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Cachoeira Dourada, Caldazinha, Campo Limpo de Goiás, Cromínia, Damolândia, Goianópolis, Goiatuba, Goiânia, Hidrolândia, Inhumas, Itauçu, Itumbiara, Leopoldo de Bulhões, Mairipotaba, Morrinhos, Nerópolis, Ouro Verde de Goiás, Piracanjuba, Pontalina, Professor Jamil, Senador Canedo e Terezópolis de Goiás. Porém nem todas as estações possuem resultados para todos os parâmetros que seriam interessantes de ser considerados. Assim foi feita uma análise dos dados disponíveis tendo sido escolhido o período de 2008 a 2018. Os parâmetros escolhidos foram os que apresentaram maiores quantidades de dados, bem como os que melhor explicassem a variação da qualidade da água. Foram estes: OD, DBO, coliformes termotolerantes, turbidez, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, nitrito e nitrato.

Todos os dados foram compilados em uma única planilha do Excel, para que pudessem ser padronizados e evitar a duplicidade de dados. Foram definidos os valores mínimos, máximos e médios de cada ano avaliado para cada bacia presente em cada município.

Após essa etapa, os resultados foram comparados com a Resolução CONAMA 357/05 apresentando os parâmetros que atenderam ou não aos limites

preconizados na legislação, e assim foram gerados mapas com a classificação das águas de acordo com os valores apresentados. Esses valores não caracterizam o enquadramento dos corpos hídricos, eles apenas demonstram o diagnóstico da qualidade das águas para os meses monitorados. Assim, será apresentada a condição atual do corpo hídrico para cada parâmetro e indicar quais os parâmetros que necessitam de maior cuidado e indicar possíveis contaminações.

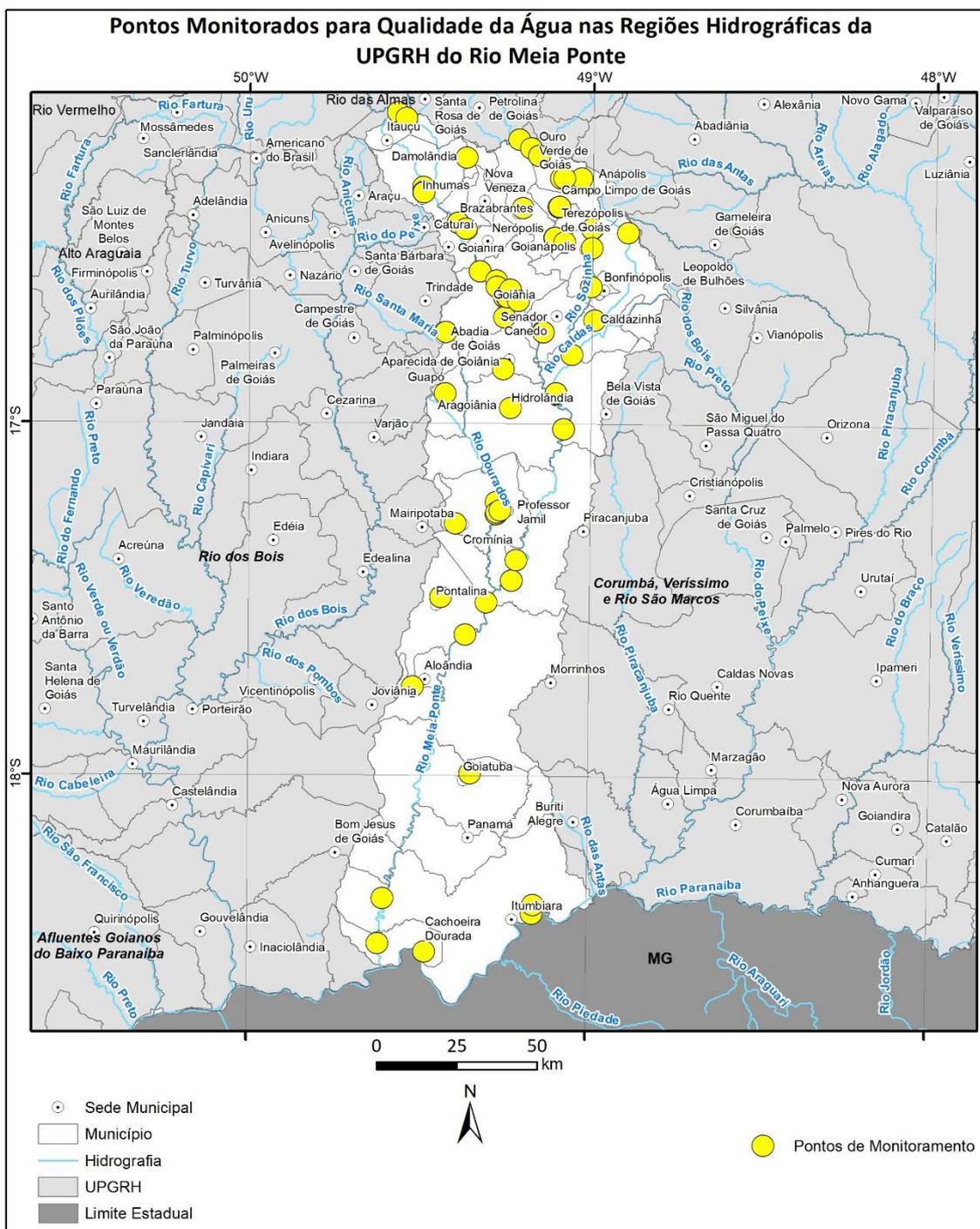


Figura 5 – Pontos Monitorados para qualidade da água nas bacias da UGRH do Rio Meia Ponte.

5.2. Diagnóstico da Qualidade das Águas

Aqui serão apresentados os resultados dos monitoramentos de qualidade da água realizados na UGRH do Rio Meia Ponte, bem como demonstrar a situação da qualidade da água por meio de cada parâmetro analisado, indicando em quais locais



que requerem maior atenção e indicar possíveis fontes de contaminação dos corpos hídricos, como podem ser vistas nas figuras a seguir.

5.2.1. Condutividade Elétrica (C.E)

A condutividade elétrica é capaz de representar a capacidade da água em transmitir corrente elétrica e apresenta correlação com a concentração de espécies iônicas dissolvidas, principalmente inorgânicas. Este parâmetro pode ser relacionado com a concentração de sólidos dissolvidos totais, o que facilita a avaliação da qualidade do corpo hídrico, pois é uma medida direta. Valores superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam problemas de poluição (RIGHETTO, 2009). Não há recomendação na Resolução CONAMA 357/05 para a condutividade elétrica. Os resultados de condutividade elétrica nos períodos avaliados apresentaram média de 116,83 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que o menor valor (23,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi registrado em Cromínia (Rio Dourados) e o maior (418 $\mu\text{S}/\text{cm}$) em Goiânia (Rio Meia Ponte). Os maiores valores de C.E são encontrados justamente nos pontos mais ao norte da UPGRH, locais onde há maiores ocupações urbanas e que conseqüentemente há maior aporte de lançamento de efluentes na região, o que justifica os valores mais elevados (Figura 6).

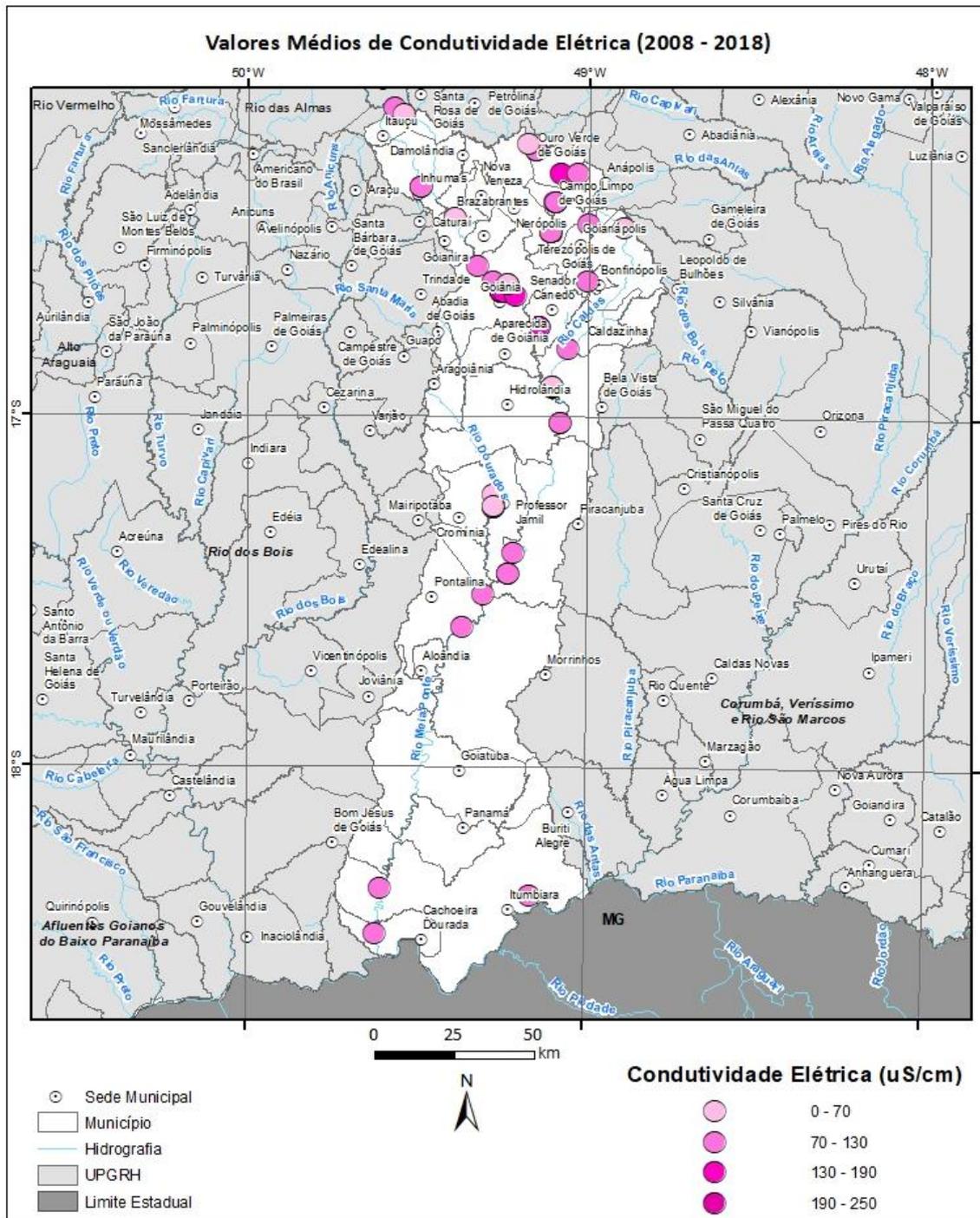


Figura 6 – Valores médios de Condutividade Elétrica (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.

5.2.2. Sólidos Totais dissolvidos (STD)

A análise de sólidos presentes na água permite uma visão sinóptica sobre a qualidade da água possibilitando identificar a ocorrência de processos específicos nos corpos hídricos e na bacia de drenagem.

Os sólidos dissolvidos correspondem à fração filtrável dos sólidos totais, que são íons provenientes da dissolução dos sais nas águas. Eles podem ser oriundos do intemperismo das rochas, ou da contribuição de atividades antropogênicas. Assim, o teor de sólidos dissolvidos apresenta correlação com a condutividade elétrica, que é diretamente proporcional à quantidade de íons por volume de água, e com a dureza ou mineralização. A Resolução CONAMA 357/05 estabelece valores de até 500 mg/L para águas de Classe II.

Para todo o período avaliado (2008-2018), os valores para sólidos dissolvidos totais encontrados estiveram em baixas concentrações, estando muito abaixo do valor recomendado na legislação, com valores médios de 71,64 mg/L (Figura 7).

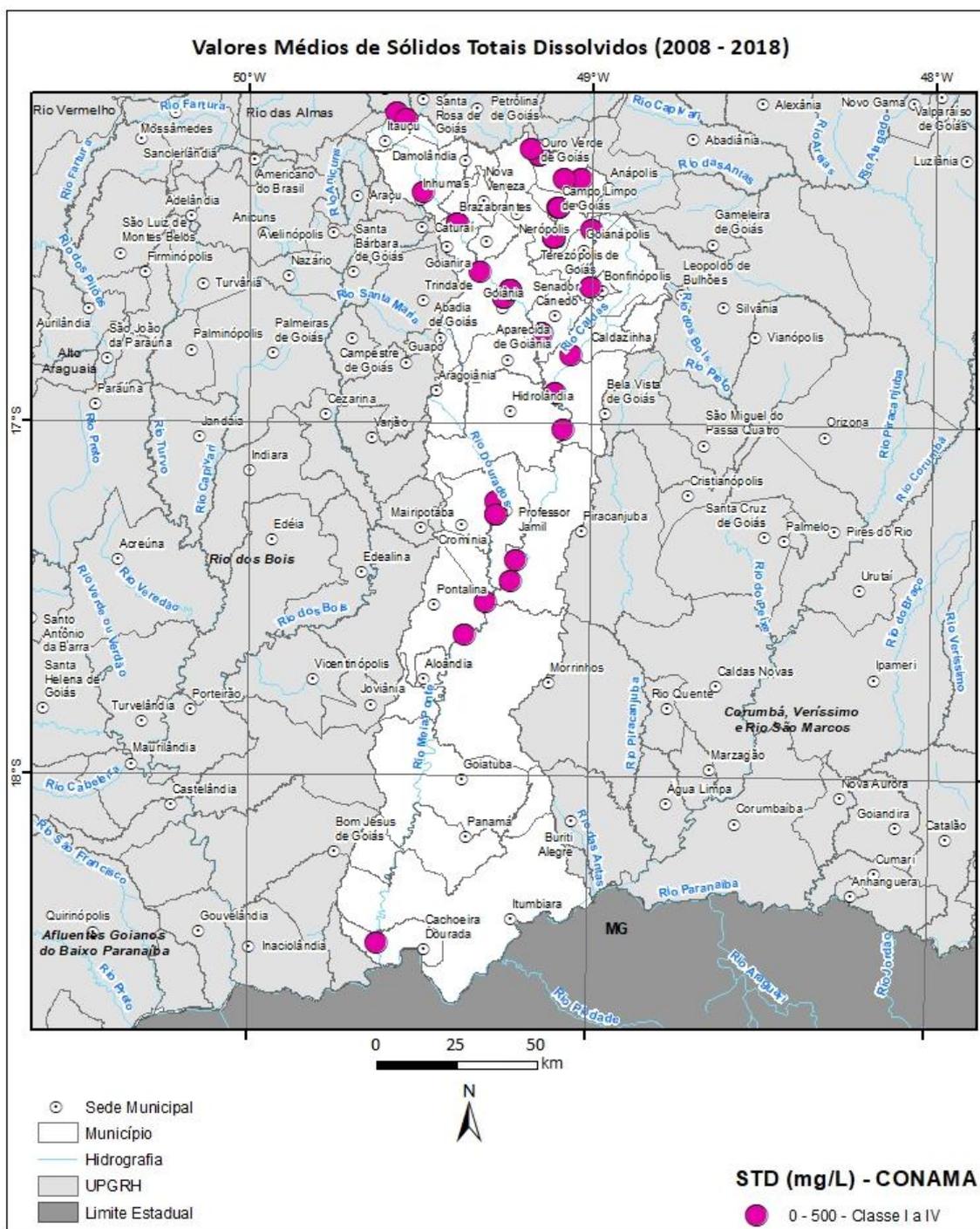


Figura 7 – Valores médios de Sólidos Totais Dissolvidos (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.

5.2.3. Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro relacionado à manutenção da vida aquática, uma vez que além de controlar muitas reações químicas por meio da oxidação, ele é responsável por indicar a saúde do sistema (SHOJAEI, 2014).

Os valores médios de OD para os anos de 2008-2018, e sua classificação de acordo com sua concentração segundo a Resolução do CONAMA 357/05 pode ser observada na Figura 8. Os valores médios de OD foram 4,68 mg/L O₂, com valores mínimos (<1 mg/L O₂) no Rio Meia Ponte e valor máximo de 12,13 mg/L O₂ em Brazabrantes. As inconformidades representam 44% das amostras analisadas. De uma forma geral é possível notar que nos locais onde há intensa ocupação urbana (Região Metropolitana de Goiânia), onde está localizada cerca de um sexto da população do estado de Goiás, há um impacto negativo na qualidade da água. Nestes locais pode-se observar as menores concentrações de oxigênio dissolvido nas águas em comparação com as demais regiões hidrográficas avaliadas. Assim, pode-se inferir que essas menores concentrações de OD são decorrentes do maior lançamento de efluentes não tratados das cidades do entorno nos corpos hídricos.

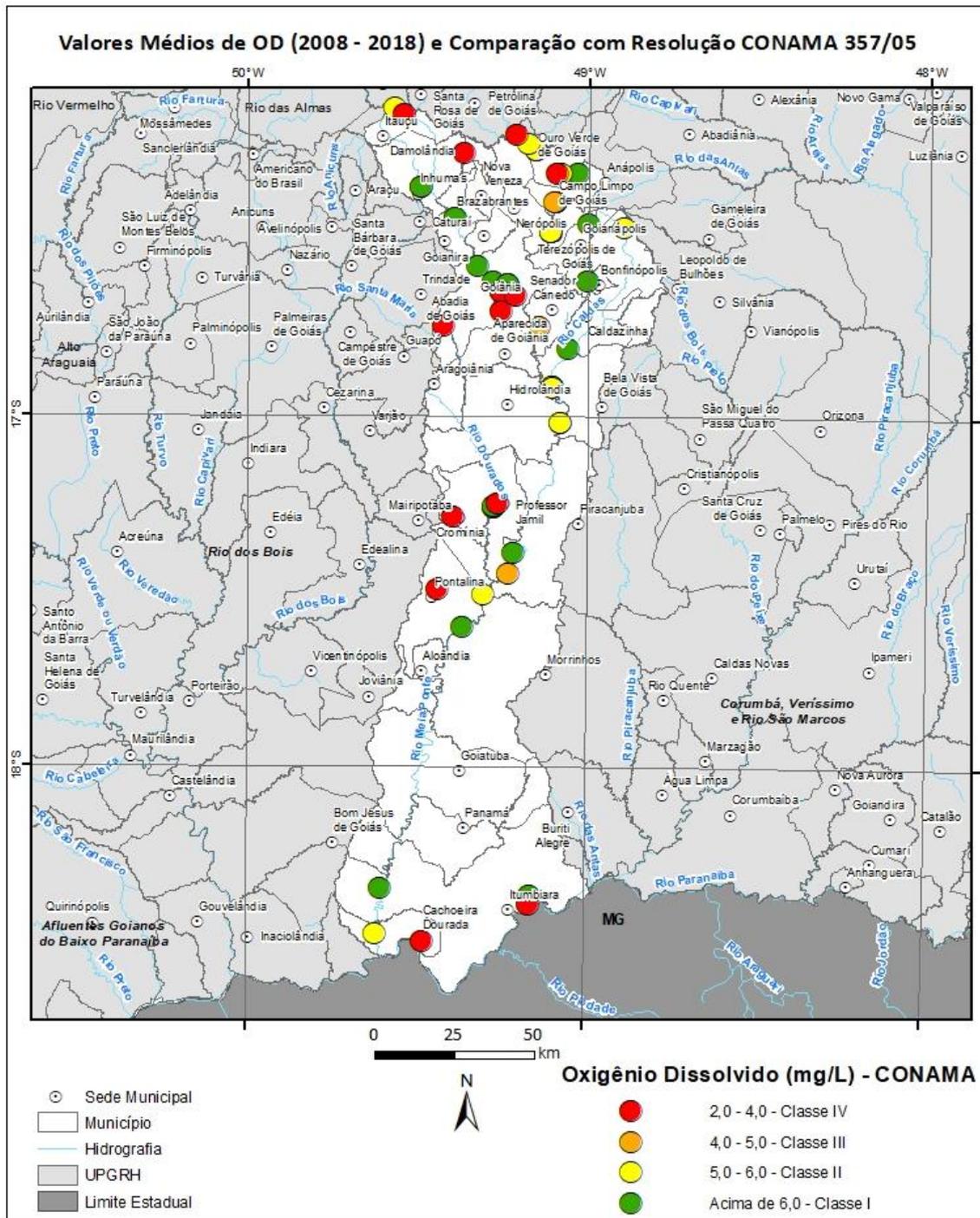


Figura 8 – Valores médios de Oxigênio Dissolvido (2008-2018) na UPRGH do Rio Meia Ponte.

5.2.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura

por um espaço de tempo determinado. Essa demanda pode ser suficientemente grande, consumindo então todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (BRANCO, 1978).

Os valores de DBO indicam a extensão da poluição orgânica em sistemas aquáticos, os quais afetam negativamente a qualidade das águas. As reduzidas quantidades de matéria orgânica biodegradável refletida pelas concentrações de DBO favorecem a manutenção dos valores de oxigênio dissolvido elevados (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

Os valores médios de DBO para os anos de 2008-2018, e sua classificação segundo a Resolução do CONAMA 357/05 de acordo com sua concentração podem ser observados na Figura 9.

Para a DBO é possível observar que em todas as regiões hidrográficas monitoradas, o parâmetro DBO esteve com valores dentro do recomendado na legislação, classificando os ambientes como de Classe I a Classe II. A exceção foi o Rio Meia Ponte no trecho de Goiânia e a jusante, que apresentou valor de 6,35 mg/L O₂, valores representativos de Classe III, segundo CONAMA 357/05, o que representa 7% das amostras analisadas.

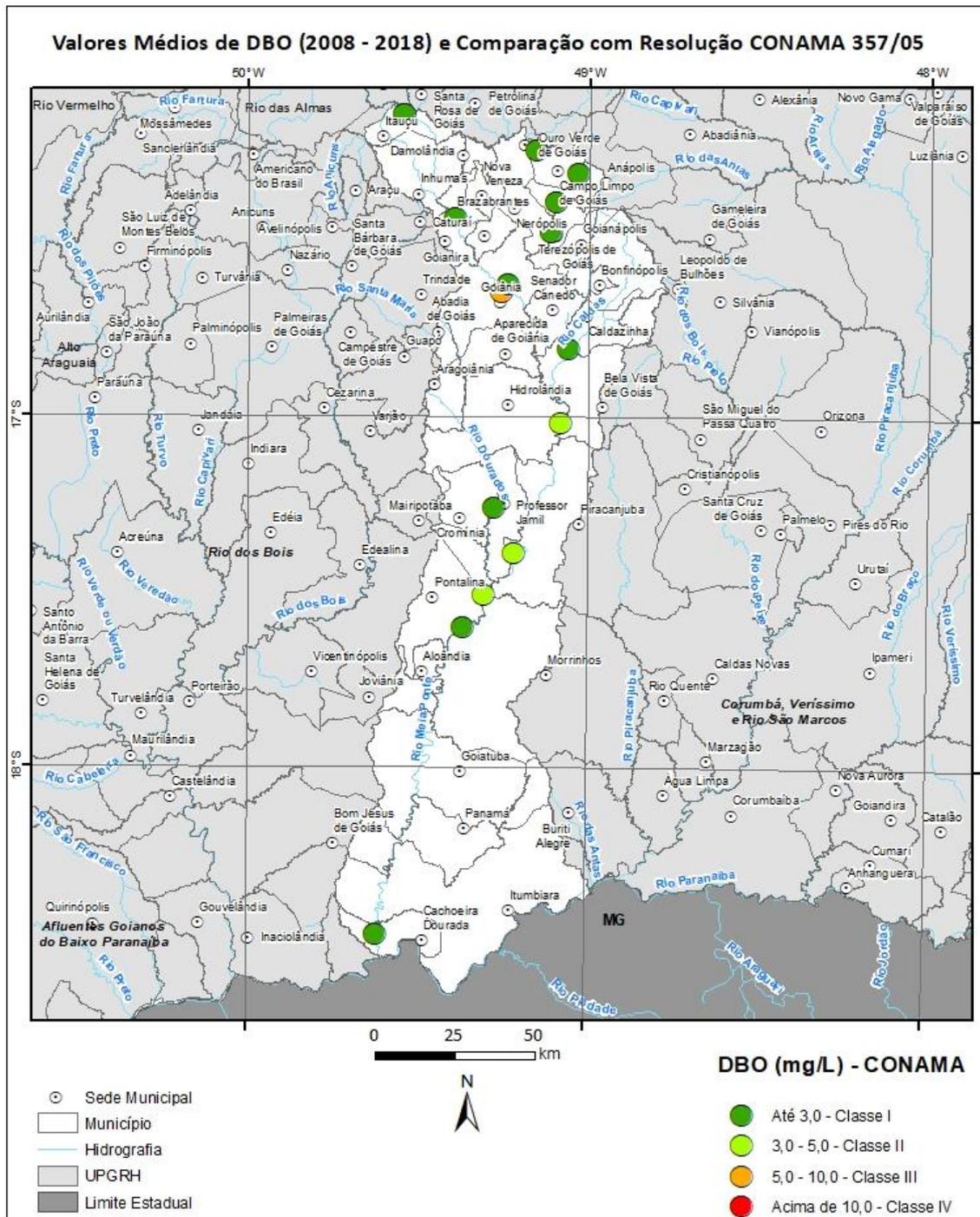


Figura 9 – Valores médios de DBO (2008-2018) na UPRGH do Rio Meia Ponte.

5.2.5. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é um parâmetro que influencia indiretamente outras variáveis, podendo afetar a solubilidade de metais, reduzir a concentração de nutrientes e os mecanismos biológicos. Para o pH a legislação CONAMA 357/05 estabelece valores de 6 a 9 para

ambientes Classes I a III, sendo possível observar que em todas as regiões hidrográficas os valores de pH se encontram dentro da faixa estabelecida pela legislação com valores médios de 7,28, com valor mínimo de 6 e máximo de 8,38 (Figura 10).

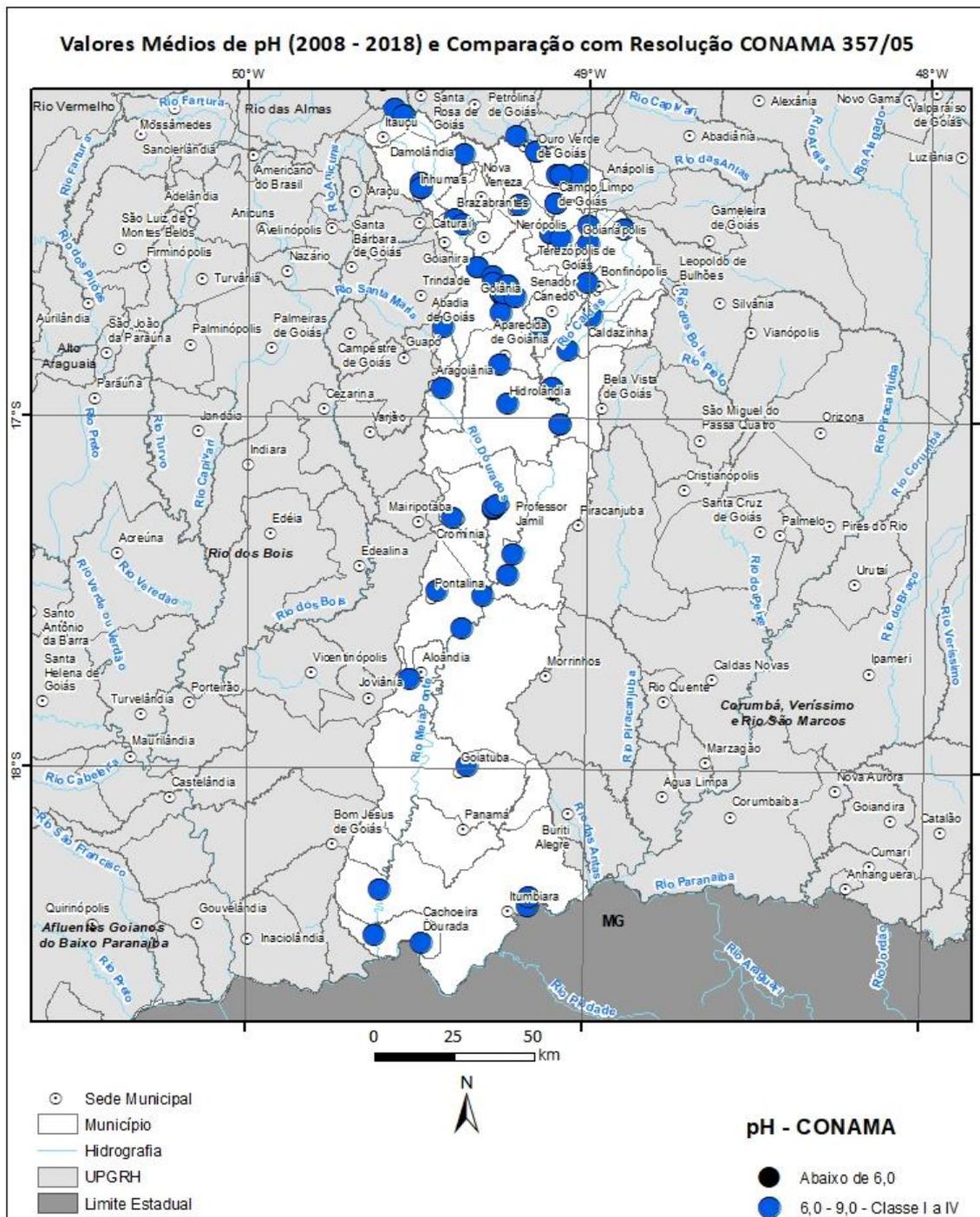


Figura 10 – Valores médios de pH (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte

5.2.6. Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes são um grupo de bactérias indicadoras de contaminação por esgoto e por organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e de outros animais, sendo que a sua presença nas águas é indicativa da presença de organismos patogênicos (RIGHETTO, 2009). A presença de coliformes fecais nas amostras de água têm relação direta com a presença de chuva, devido ao arraste de egestas humanas e animais (VASCONCELLOS, IGANCI & RIBEIRO, 2006).

Os valores médios apresentados para esse parâmetro durante os períodos (2008-2018), e sua classificação segundo a Resolução do CONAMA 357/05 podem ser observados na Figura 11. É possível observar que das 74 regiões hidrográficas avaliadas, apenas 8 apresentaram resultados compatíveis ao determinado na Resolução CONAMA 357/05 (1000 NPM/100mL) para ambientes Classe II, com variações de 2 a 1000 NMP/100 mL, sendo o não atendimento à legislação representado por 75% das amostras analisadas. Nas demais sub-bacias, os valores médios apresentados classificam os ambientes como de Classe III (1,000 a 2,500 NPM/100mL) e IV (acima de 2.500 NPM/100mL), sendo o maior registro (16.000 NMP/100 mL) em Goiânia (Rio Meia Ponte).

Alguns dos possíveis fatores para os elevados valores de coliformes termotolerantes encontrados são a relação direta com despejos de efluentes não tratados nos corpos hídricos, uma vez que a presença de bactérias em locais expostos à urbanização é decorrente dos lançamentos de efluentes, além de algumas regiões hidrográficas estarem presentes com áreas de pastagens no seu entorno.

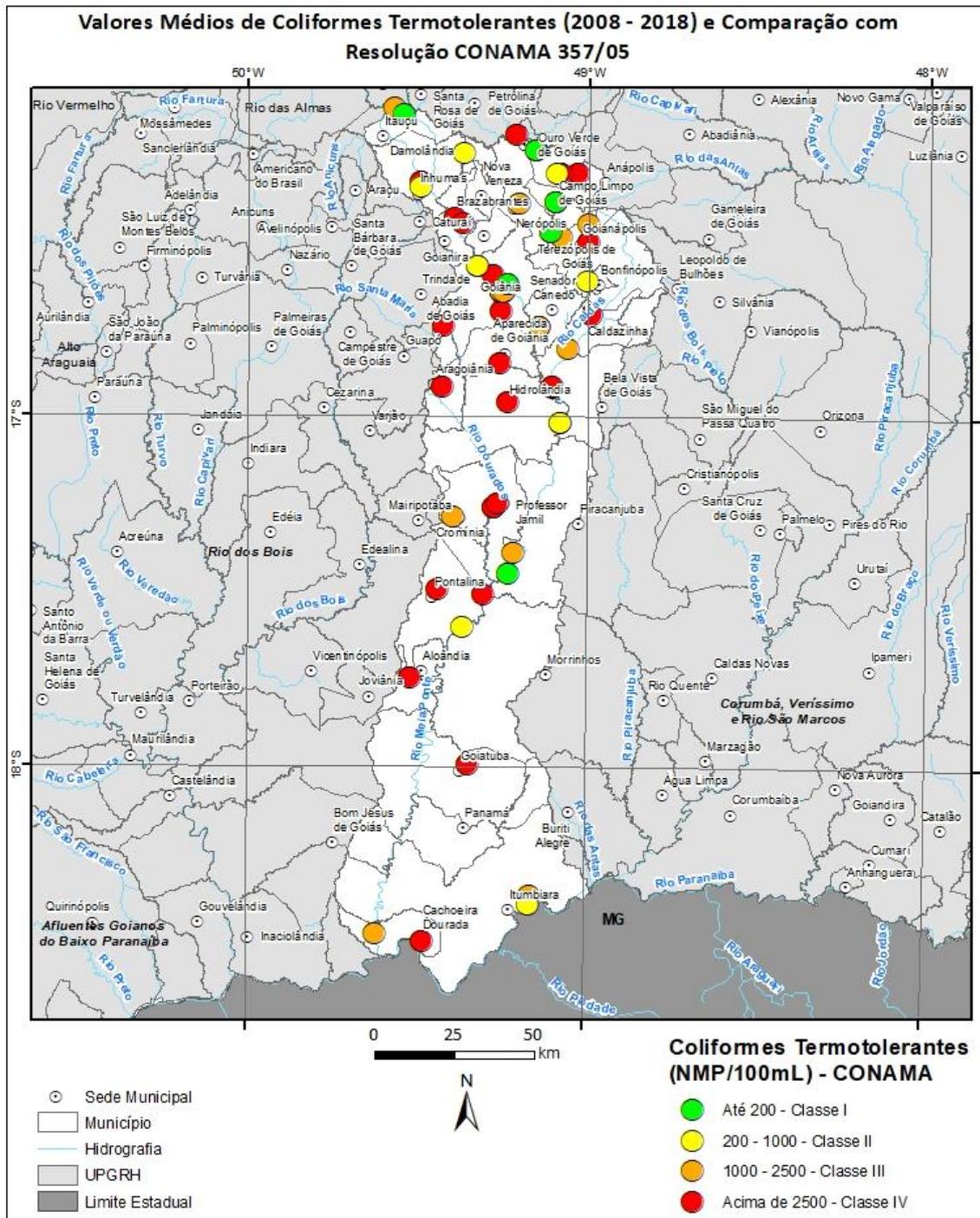


Figura 11 – Valores médios de coliformes termotolerantes (2008-2018) na UGRH do Rio Meia Ponte.

5.2.7. Turbidez

A turbidez está associada à presença de matéria em suspensão na água sendo que essa pode afetar os processos biológicos que ocorrem na água porque interferem no

processo de transmissão da luz. Valores elevados de turbidez podem ter relação com processos erosivos, manejo inadequado do solo e lançamento de despejos industriais e domésticos no corpo hídrico. A turbidez é significativamente afetada pelas condições hidrológicas da bacia (RIGHETTO, 2009).

Os valores médios de concentração de turbidez para os dados dos anos entre 2008-2018, e sua classificação segundo a Resolução do CONAMA 357/05, podem ser observados na Figura 12.

A legislação preconiza, para a turbidez, valores de 40 UNT para Classe I e 100 UNT para Classes II e III. Para maior parte das regiões hidrográficas avaliadas foram apresentados valores que coincidem com a Classe I e II (valores médios de 40 UNT) e apenas Damolândia (Córrego Capoeirão) e Mairipotaba (Rio Meia Ponte) apresentaram valores superiores a 100 UNT (209,07 e 237,91 UNT, respectivamente), representando 3% das amostras. O menor valor de turbidez (5,07 UNT) foi encontrado em Cachoeira Dourada (Rio Paraná).

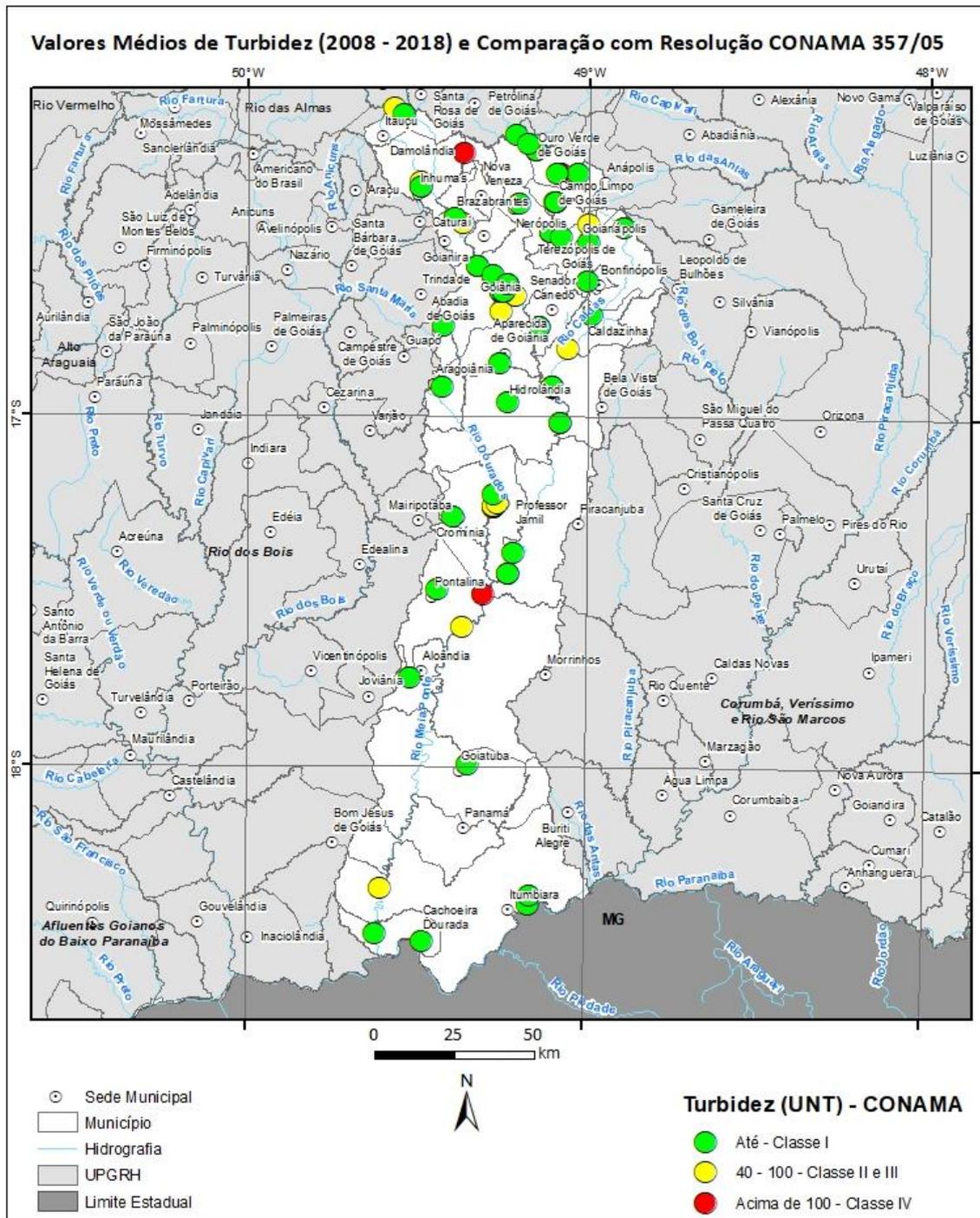


Figura 12 – Valores médios de turbidez (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.

5.2.8. Nitrito e Nitrato

Os compostos nitrogenados, quando em elevadas concentrações na água, podem ser indicativos de poluição orgânica. Para o nitrato a Resolução CONAMA (357/05) estabelece para rios de Classe II a concentração máxima de 10 mg/L. Para o nitrito

a concentração permitida é de até 1,0 mg/L. Tanto para o nitrito quanto para o nitrato, os valores encontrados foram compatíveis com o estabelecido na legislação, com valor médio de nitrito de 0,009 mg/L e nitrato 3,42 mg/L (Figura 13 e Figura 14).

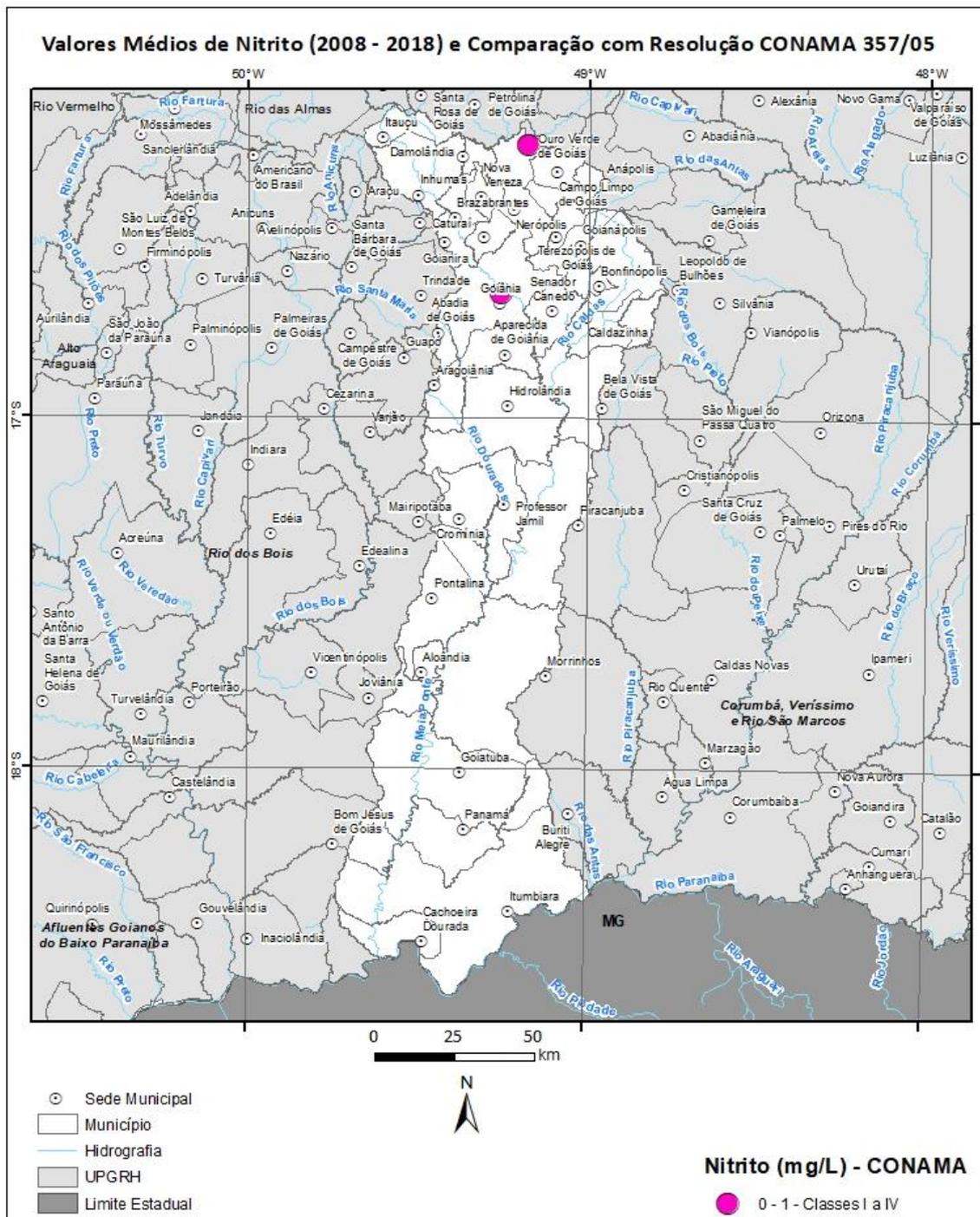


Figura 13 – Valores médios de nitrito (2008-2018) na UPGRH do Rio Meia Ponte.

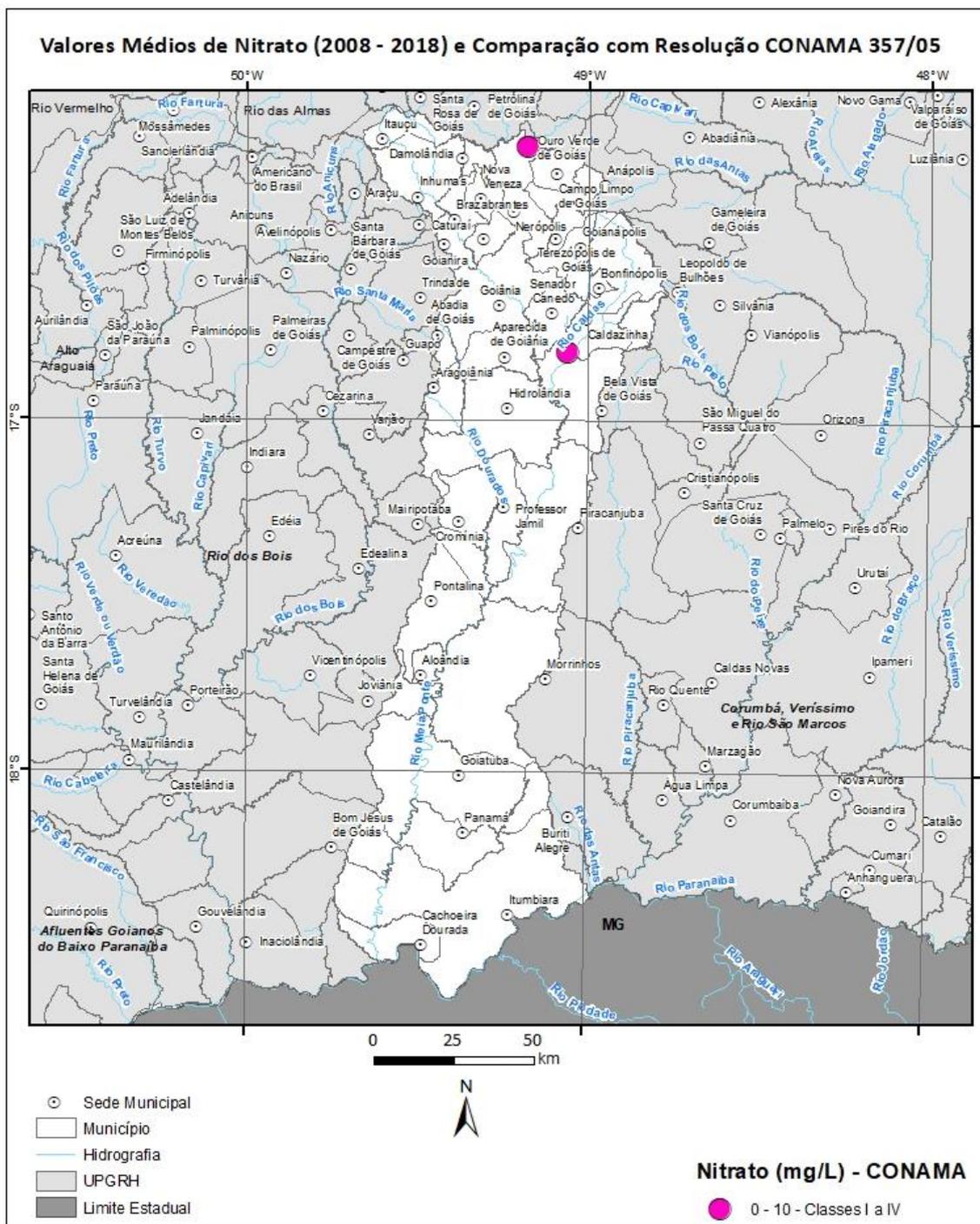


Figura 14 – Valores médios de nitrato (2008-2018) na UPRH do Rio Meia Ponte.

5.3. Identificação dos Usos e Fontes de Poluição

As cargas poluidoras na UPRH Meia Ponte foram estimadas para a Situação Atual conforme metodologia descrita detalhadamente no RT02, no item 16, Qualidade das

Águas Superficiais, Cargas Poluidoras, e será descrita de forma resumida no presente capítulo.

As cargas poluidoras foram estimadas por meio dos parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo total (FT) e Coliformes Termotolerantes (CT), pois esses são parâmetros representativos da carga orgânica presente nos corpos hídricos, e permitem avaliar as cargas lançadas pelo setor urbano e agropecuária, que são algumas das atividades principais da área de estudo.

5.3.1. Tipologias de fontes de poluição

A análise das estimativas das cargas poluidoras atuais foi realizada para 3 tipologias de diferentes origens: doméstica; pecuária; e uso do solo.

a) Carga doméstica

A realização do cálculo da carga de origem doméstica tem o propósito de quantificar as características dos efluentes sanitários. Para efetuar esse cálculo, foram consideradas as variáveis: projeção populacional com base nos anos de 2013 e 2016, por serem os anos mais recentes com informações sobre a densidade populacional das cidades brasileiras realizadas pelo SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento); os Censos de 2010 do IBGE; e a infraestrutura em relação a existência ou não de coleta e tratamento de efluentes.

Para realizar o cálculo da carga de origem doméstica produzida foi utilizado apenas o parâmetro DBO, seguindo orientações da equipe técnica da ANA, da UFG e dos membros do Comitê de Bacias presentes na reunião realizada na ANA em agosto de 2019. Para a UPGRH do Rio Meia Ponte foram usados valores per capita de DBO referenciados por Von Sperling (2005) iguais a 54g/hab.dia. Para o cálculo da carga remanescente (carga removida por meio do tratamento de esgoto), a avaliação foi realizada para cada grupo descrito abaixo, separadamente.

- Índice sem coleta e sem tratamento de efluentes (2013) – Grupo 1
- Índice de Atendimento por solução individual (2013) – Grupo 2
- Índice de Atendimento com coleta e sem tratamento (2013) – Grupo 3
- Índice de Atendimento com coleta e tratamento (2013) – Grupo 4

Para o Grupo 1, foi adotado um valor de 30%, que corresponde ao abatimento esperado pelo uso de fossas sépticas, segundo Von Sperling (2005). No Grupo 2 considerou-se um abatimento de 60%, já no Grupo 3 não foi considerado abatimento, sendo o valor da carga remanescente igual da carga gerada. Para o Grupo 4 foram consideradas as eficiências das ETE's de cada região.

b) Carga da Pecuária

Para a análise das cargas de origem da pecuária foi considerado o conceito de bovinos equivalentes (BEDA - Bovinos Equivalentes para Demanda de Água), que apresenta de forma simplificada, a estimativa das cargas da pecuária sem diferenciação da carga gerada por tipo de animal conforme Rebouças et al. (2006).

Para o cálculo da carga gerada no setor pecuário foi utilizado, como referência, o valor de 0,1 kg/BEDA.dia de DBO; 0.002 kg/BEDA.dia de fósforo total, e 108 org/dia de coliformes termotolerantes (EPA, 1997). Foi considerado na análise um abatimento de 95% para DBO e 50% para fósforo total e coliformes termotolerantes, devido ao fato destas cargas necessitarem do escoamento superficial para alcançarem os corpos hídricos, além de grande parte serem retidas no solo.

c) Carga agrícola e de uso do solo

Para realizar o cálculo das cargas poluidoras de origem de uso do solo foi utilizado o mapa de uso do solo e assim foi realizado o cruzamento do tipo de uso do solo de cada região hidrográfica com valores de carga (kg) por unidade de área (km²). O valor encontrado foi utilizado juntamente com um coeficiente com base em estudos anteriormente realizados na elaboração de outros Planos de Recursos Hídricos. A estimativa das cargas oriundas do uso do solo considerou as áreas urbanas, e de agricultura e pastagem, que são as atividades predominantes na bacia, e vegetação nativa.

Para o cálculo da carga remanescente de DBO foi considerada uma taxa de abatimento de 95% sobre a carga gerada. O objetivo é representar a taxa de decaimento da DBO ao longo dos trechos dos rios até atingir os cursos hídricos principais em situações de baixo escoamento superficial. Já para o fósforo total, o abatimento de carga gerada não foi computado, uma vez que não apresenta taxa de decaimento registrado.

d) Cargas remanescentes estimadas para a situação atual

Pode ser observado que, em relação a DBO, de uma forma geral a carga remanescente é praticamente resultante de origem doméstica (média 99,93%), seguidas pela agricultura (0,037%) e pecuária (0,032%). Para o fósforo total, a carga remanescente de origem da agricultura é a mais expressiva (61,37%) e a pecuária representa 38,63%.

e) Carga poluidora de DBO Total na bacia

A partir das cargas remanescentes estimadas foram calculadas, por meio do modelo matemático (Item 3.1), as concentrações de DBO resultantes para as oito vazões de referência a fim de aferir a condição atual em relação às classes de qualidade da água, de acordo com a CONAMA 357/05. Uma vez que as cargas oriundas de fontes difusas têm maior impacto em vazões de cheias, as mesmas foram consideradas apenas no cálculo das concentrações nas vazões de referência Q70%, Q50%, Qmed, e Q10%. Os resultados para os diferentes níveis de ottobacias estão apresentados na Figura 4.11 para o período chuvoso e na Figura 4.12 para o seco, sendo que para o nível N9 tem os resultados considerando a influência marinha, conforme descrito no Item 3.1.2 e também desconsiderando tal efeito.

Os resultados corroboram ao que foi apontado analisando-se os dados de monitoramento existente, de que a maior parte da bacia possui boas condições de qualidade da água e que os pontos qualitativamente ruins estão próximos às áreas urbanas. Nesse sentido, cabe destacar a importância de se investir em redes de coleta e estações de tratamento de efluentes, bem como na melhoria da eficiência das mesmas. Os valores observados de DBO para a UPGRH indicam que na maioria dos pontos as concentrações são classificadas como Classe I e II. A exceção é um ponto em Goiânia que tem carga média maior que 10 mg/L O₂.

5.4. Modelagem da Qualidade da Água - Diagnóstico

A modelagem da qualidade da água considerando a vazão média de cada curso d'água e a Q₉₅, para os dados levantados no diagnóstico é apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e Figura 16. A classificação dos corpos hídricos em classes é mostrada na Figura 17 e na Figura 18.

A maior parte das bacias estão classificadas como Classe I, tanto para a Q_{med} quanto para a Q_{95} , no entanto, o número de bacias com classes III e IV aumenta muito para a Q_{95} , isto indica que essas bacias estão com lançamentos de efluentes próximos do limite devendo ser consideradas com cuidado.

A maior parte das bacias com problemas se encontram no Alto Meia Ponte, que é o local com a maior concentração de centros urbanos na bacia. Na porção sul da UPGRH o Ribeirão Santa Maria apresenta um padrão de qualidade mais problemático devido ao lançamento dos municípios de Goiatuba e Panamá, que embora sejam pequenos, não têm capacidade suficiente de diluição no curso d'água.

Na Região Metropolitana de Goiânia a situação é a mais crítica, com o Rio Meia Ponte e seus afluentes não sendo capaz de diluir os efluentes lançados, com alguns cursos d'água apresentando concentrações de DBO superiores a 40 mg/L O_2 , para a condição da Q_{95} . O impacto da RMG é sentido em todo o trecho do Rio Meia Ponte até a UHE de Rochedo, que devido ao tempo de detenção mais alto que o da calha natural, promove um abatimento da matéria orgânica, com o trecho a jusante apresentando padrões mais elevados de qualidade.

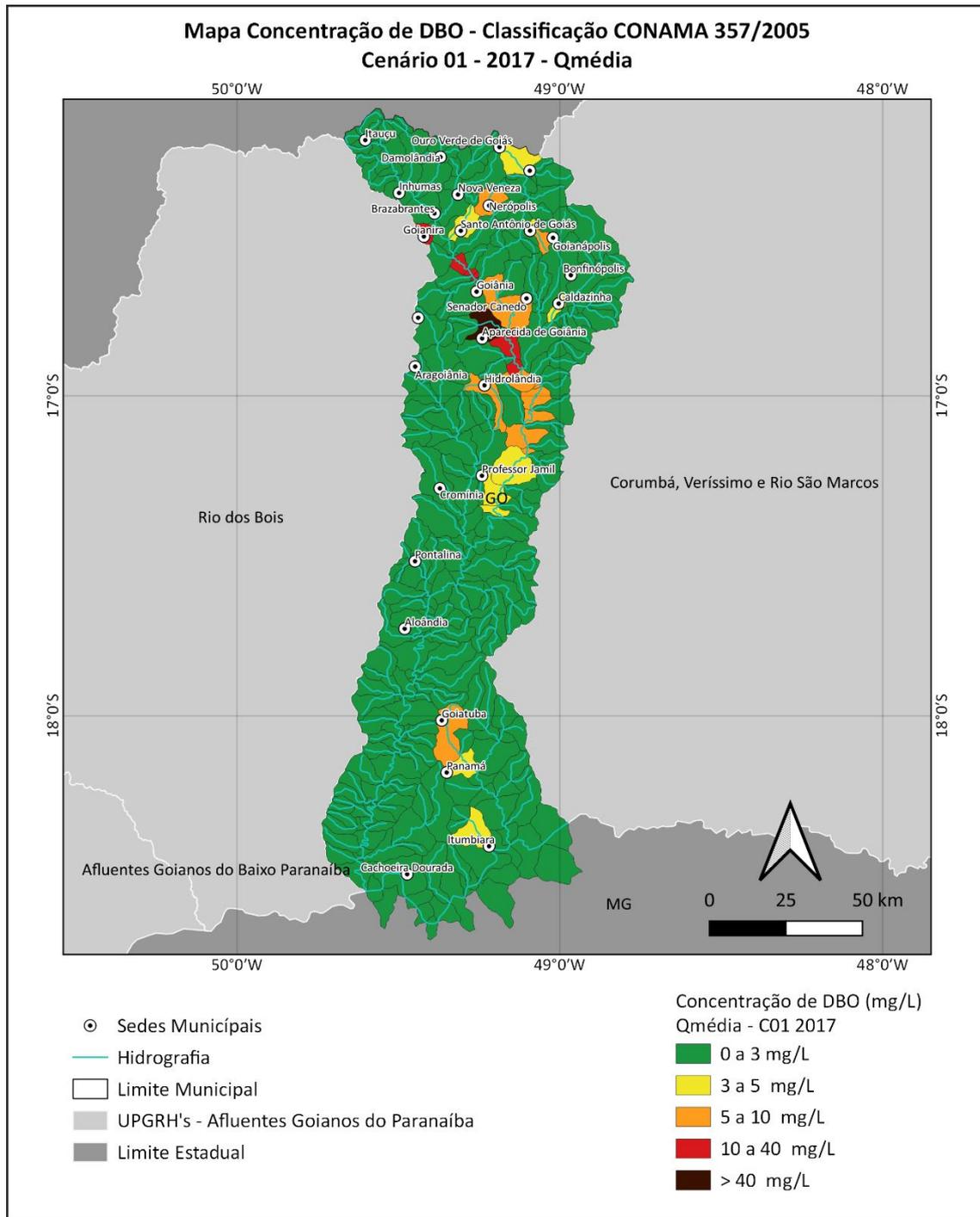


Figura 15- Concentração da DBO considerando a vazão Q₉₅ para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte

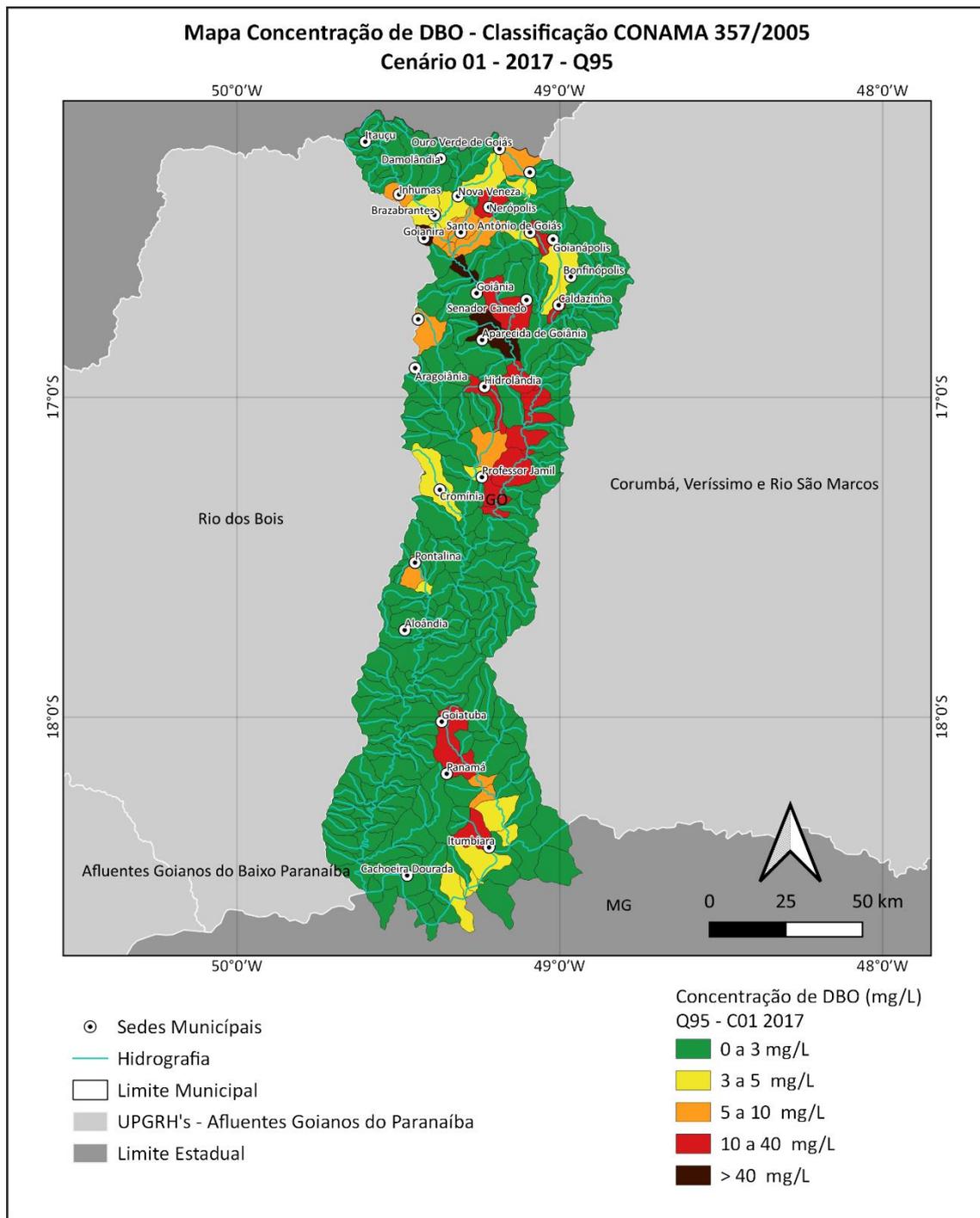


Figura 16 – Concentração da DBO considerando a vazão Q₉₅ para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte.

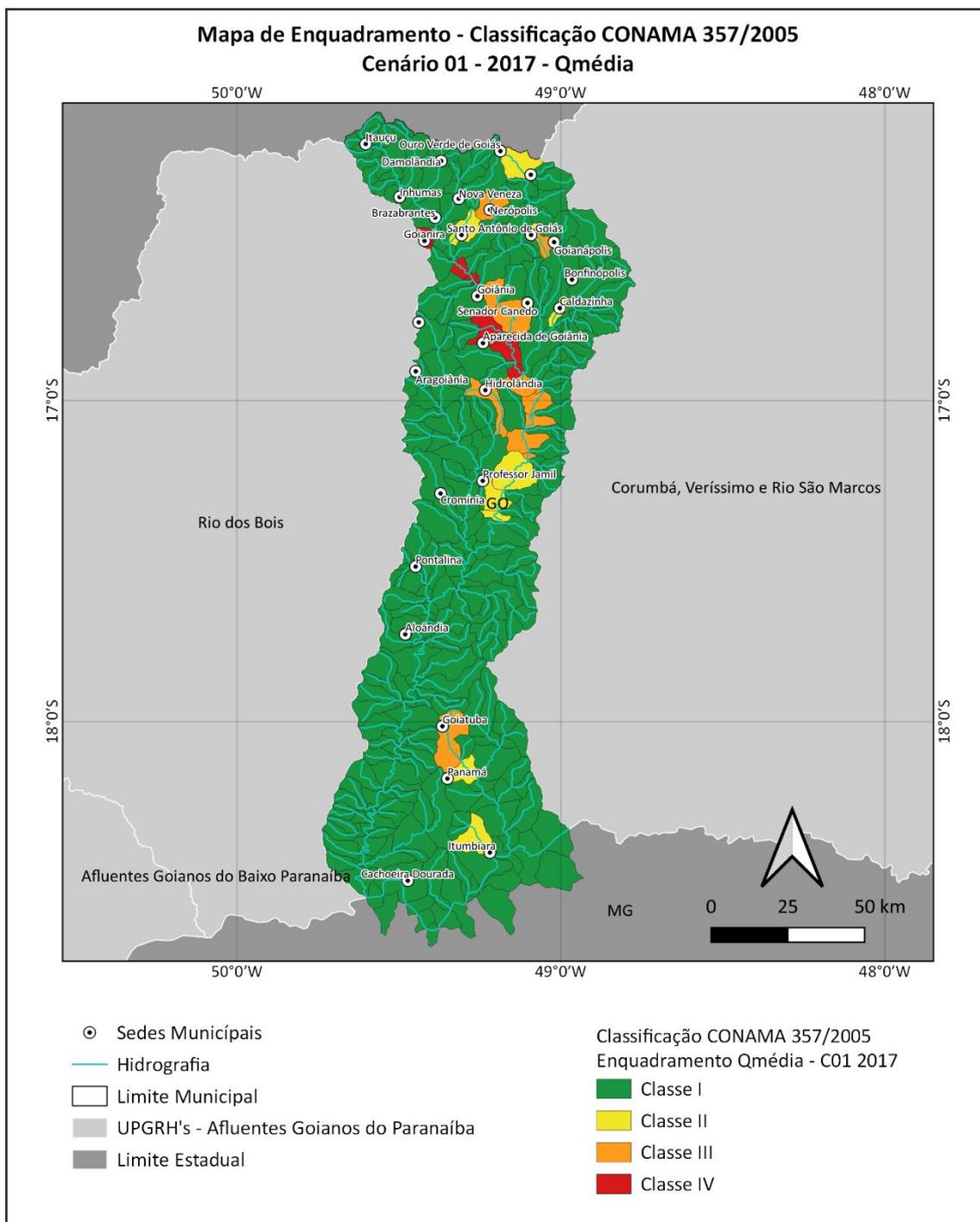


Figura 17 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão média para o ano de 2017 da UPGRH do Rio Meia Ponte.

5.5. Modelagem da Qualidade da Água - Prognóstico

Essa etapa compreendeu a estimativa das cargas de DBO que seriam geradas nos cenários propostos no Produto 03, o impacto das mesmas sobre os corpos hídricos, e como essas situações projetadas poderiam interferir no enquadramento da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Tal etapa subsidia principalmente o estabelecimento de metas e permite uma estimativa da quantidade da carga a ser removida no horizonte do Plano, para que o enquadramento seja efetivado.

Ainda no Produto 03 – Prognóstico, foram simulados os resultados de cenários obtidos após a apresentação do Diagnóstico (Produto 02) para dois cenários para os horizontes de 2030 e 2040, e assim apresentadas por meio de mapeamento, as otobacias com maior e menor risco de comprometimento em termos de qualidade de água.

Foram considerados dois cenários de carga para a qualidade da água no Prognóstico (Cenários 1 e 3), para duas situações de disponibilidade (Cenário *a* e Cenário *b*). Na análise dos Cenários 1 e 3 verificou-se que a diferença das cargas se deve à distinção nas projeções de crescimento do rebanho, o que provocou uma pequena variação (menor que 3%), fazendo com que os resultados encontrados fossem muito similares. Assim, de modo a deixar o presente documento mais pragmático, trabalhou-se apenas com o Cenário 1, considerando as duas projeções de disponibilidade.

Assim, para fins de enquadramento, os cenários propostos são:

- a) Disponibilidade “normal” em que os parâmetros utilizados são aqueles que são o processamento das séries históricas já existentes supondo uma estacionariedade para o futuro, considerado como Cenários 1 a;
- b) Disponibilidade “reduzida” que vai variar na redução de 20% da disponibilidade hídrica, considerado como Cenário 1 b.

5.5.1. Cenário 1a

Para o Cenário 1a as disponibilidades foram calculadas com os valores históricos, não considerando nenhuma alteração. As cargas de matéria orgânica foram

definidas para os anos de 2030 e 2040, com as taxas de crescimento do Cenário 1 que é classificado como tendencial.

Os resultados simulações das concentrações da DBO considerando este cenário são apresentados da Figura 19 à Figura 22. Observa-se que para as vazões médias tanto no ano de 2030 quanto 2040 poucos pontos apresentam concentrações superiores a 5 mg/L O₂. Porém, quando se trabalha com a Q₉₅, a quantidade de bacias que apresentam concentrações superiores a 5 mg/L O₂ aumenta consideravelmente, principalmente se avaliarmos o horizonte final do plano.

O trecho com maior problema fica na Região Metropolitana de Goiânia, na região do Alto Meia Ponte, incluindo o Ribeirão Caldas, com algumas sub-bacias apresentando concentrações superiores a 40 mg/L O₂. Esses locais concentram uma parcela grande da população e mostram uma tendência de deterioração dos corpos d'água se as condições atuais de tratamento perdurarem.

Com base nas concentrações de efluentes, determinou-se as classes dos corpos hídricos segundo a DBO. Elas são apresentadas da Figura 23 à Figura 26. A maior parte das bacias encontram-se classificadas como Classe I, no entanto as regiões com problemas indicadas anteriormente mostram uma classificação de Classes III e até Classe IV.

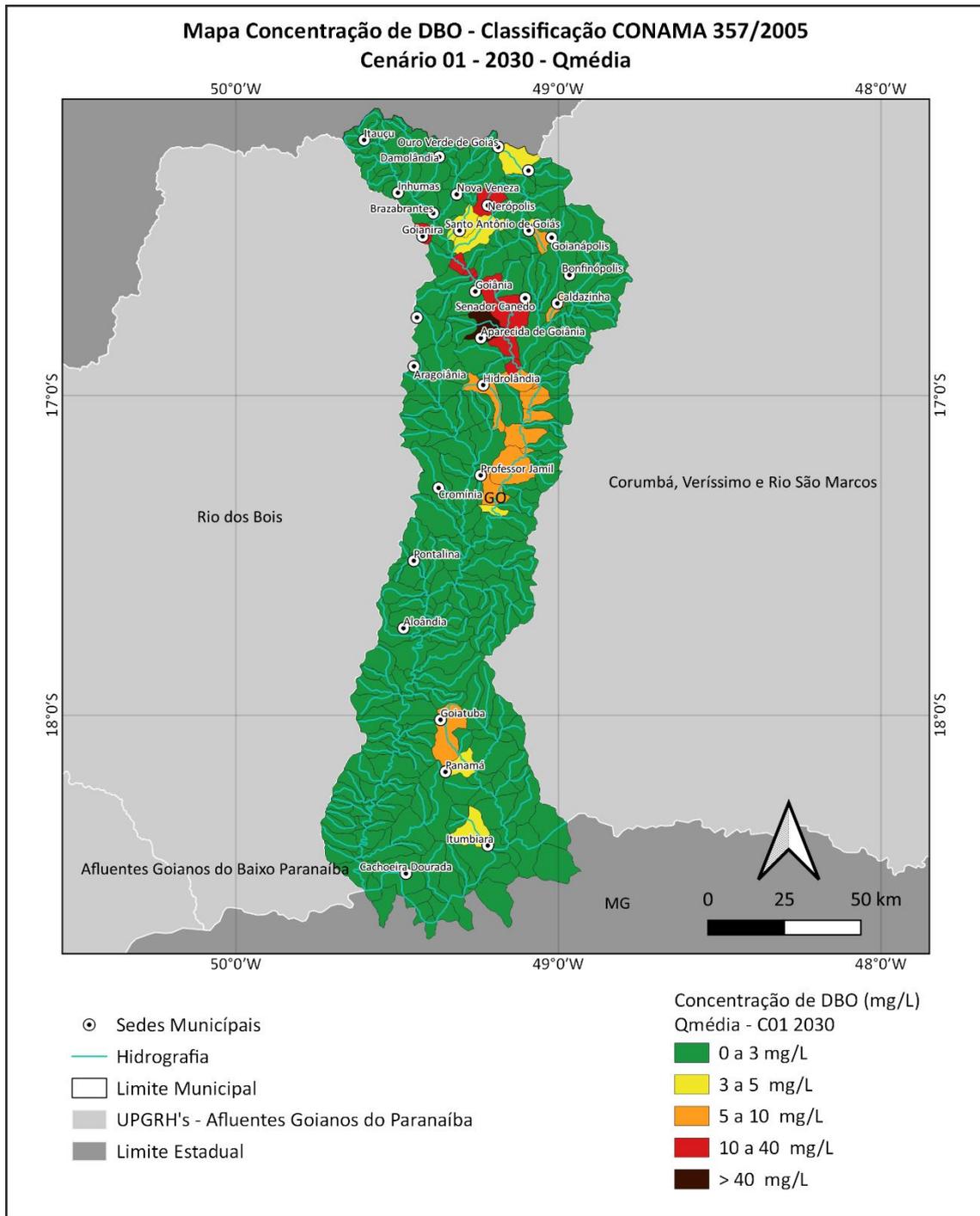


Figura 19 – Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.

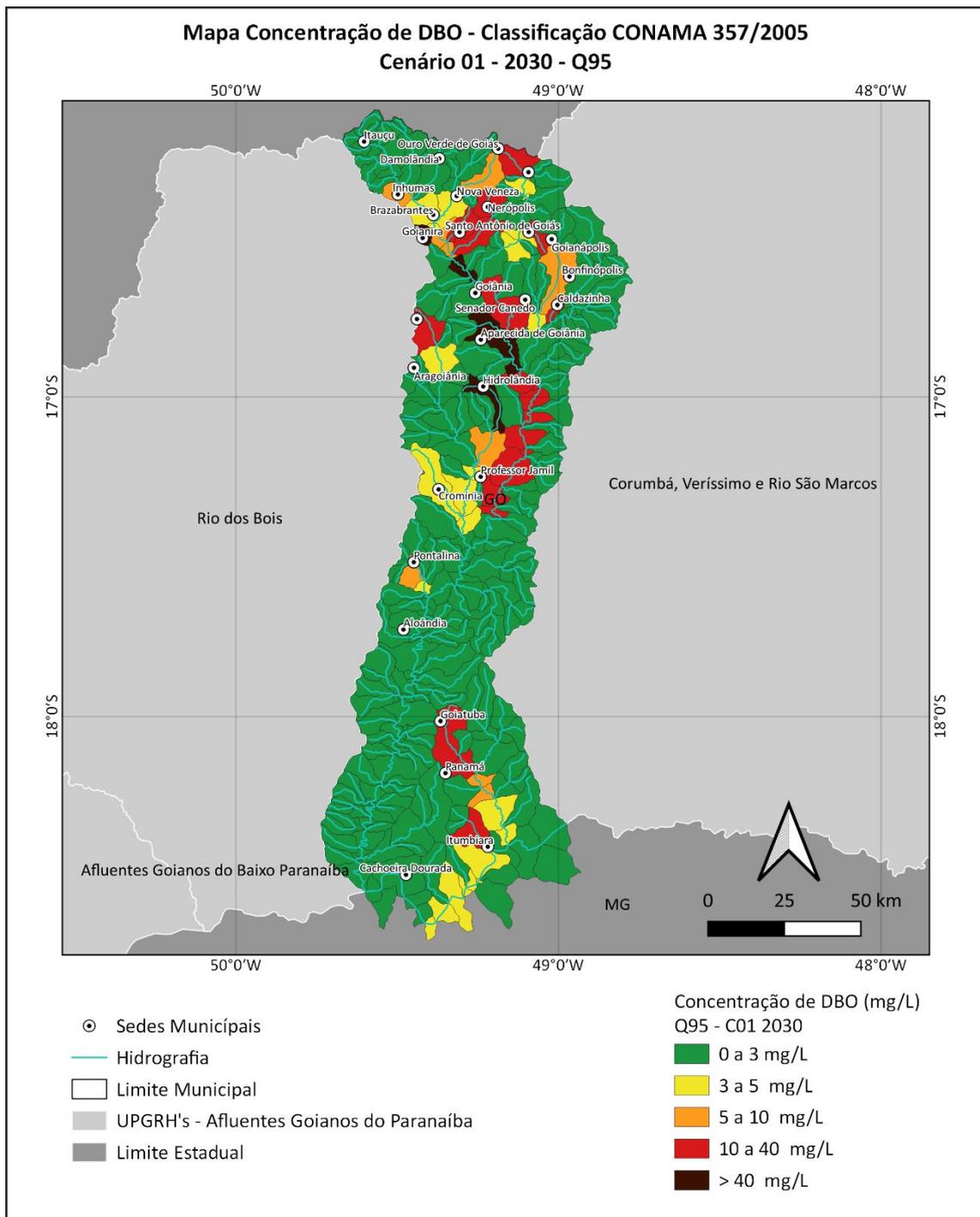


Figura 20 – Concentração da DBO considerando a Q₉₅ para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.

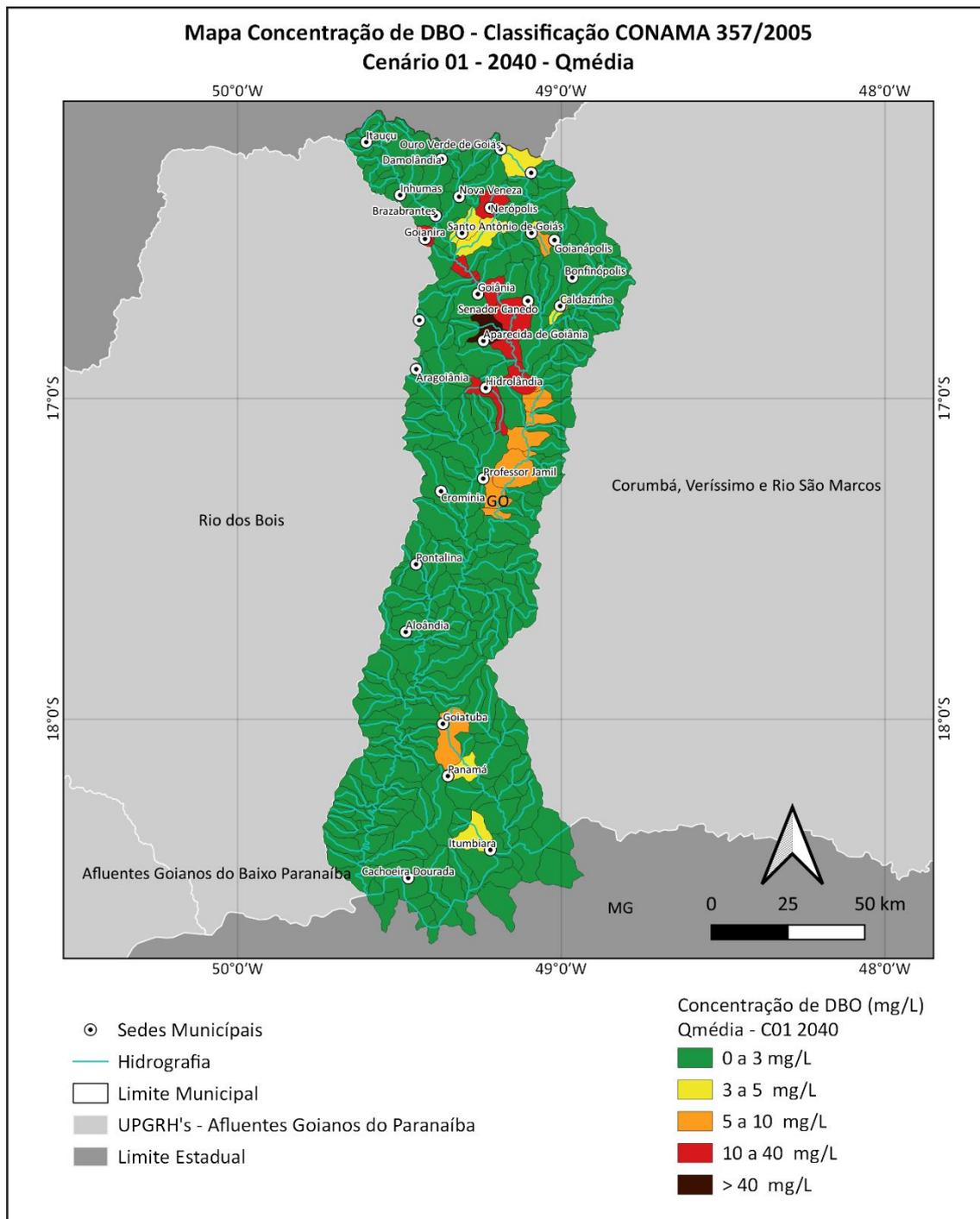


Figura 21 – Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a..

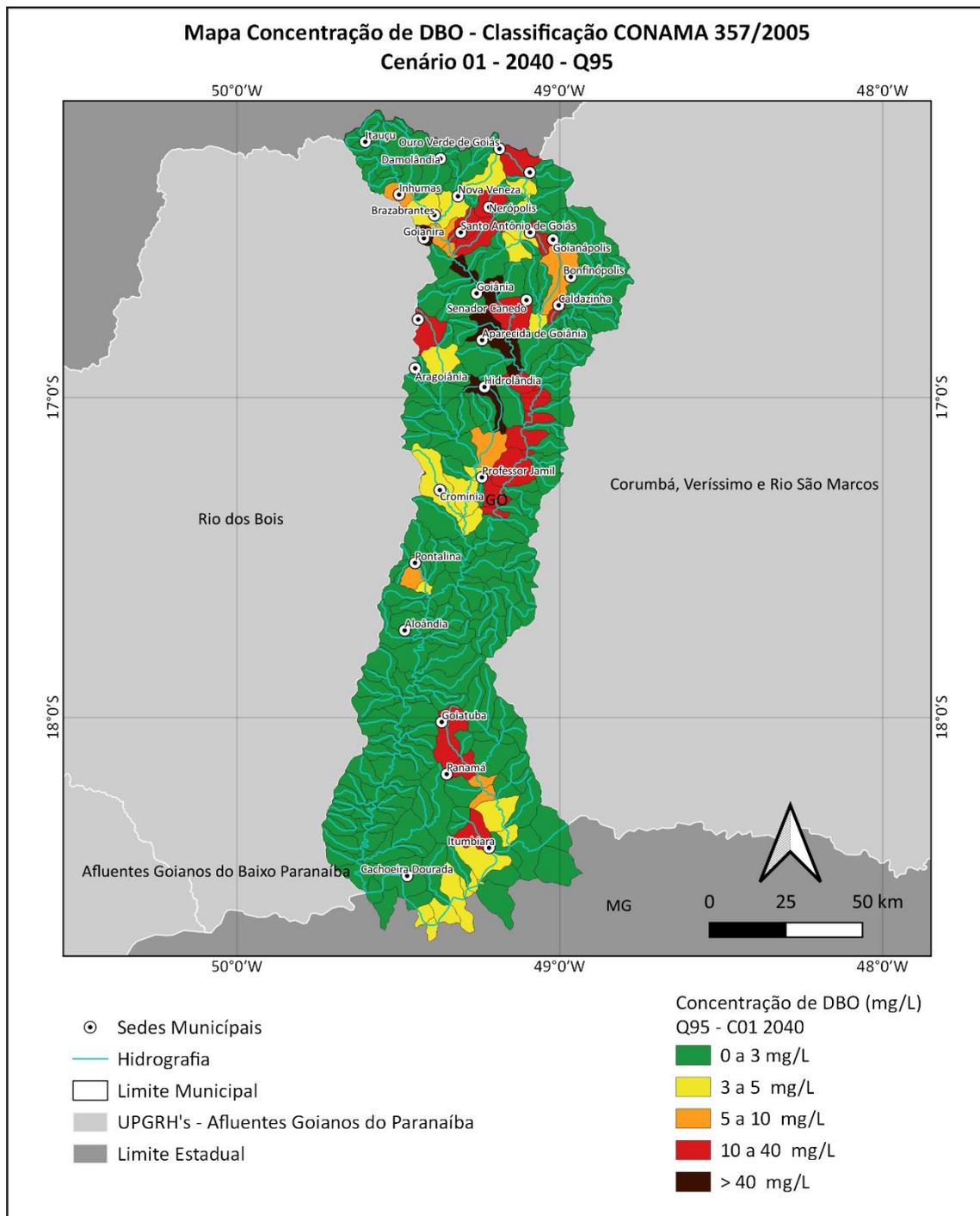


Figura 22 – Concentração da DBO considerando a Q₉₅ para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.

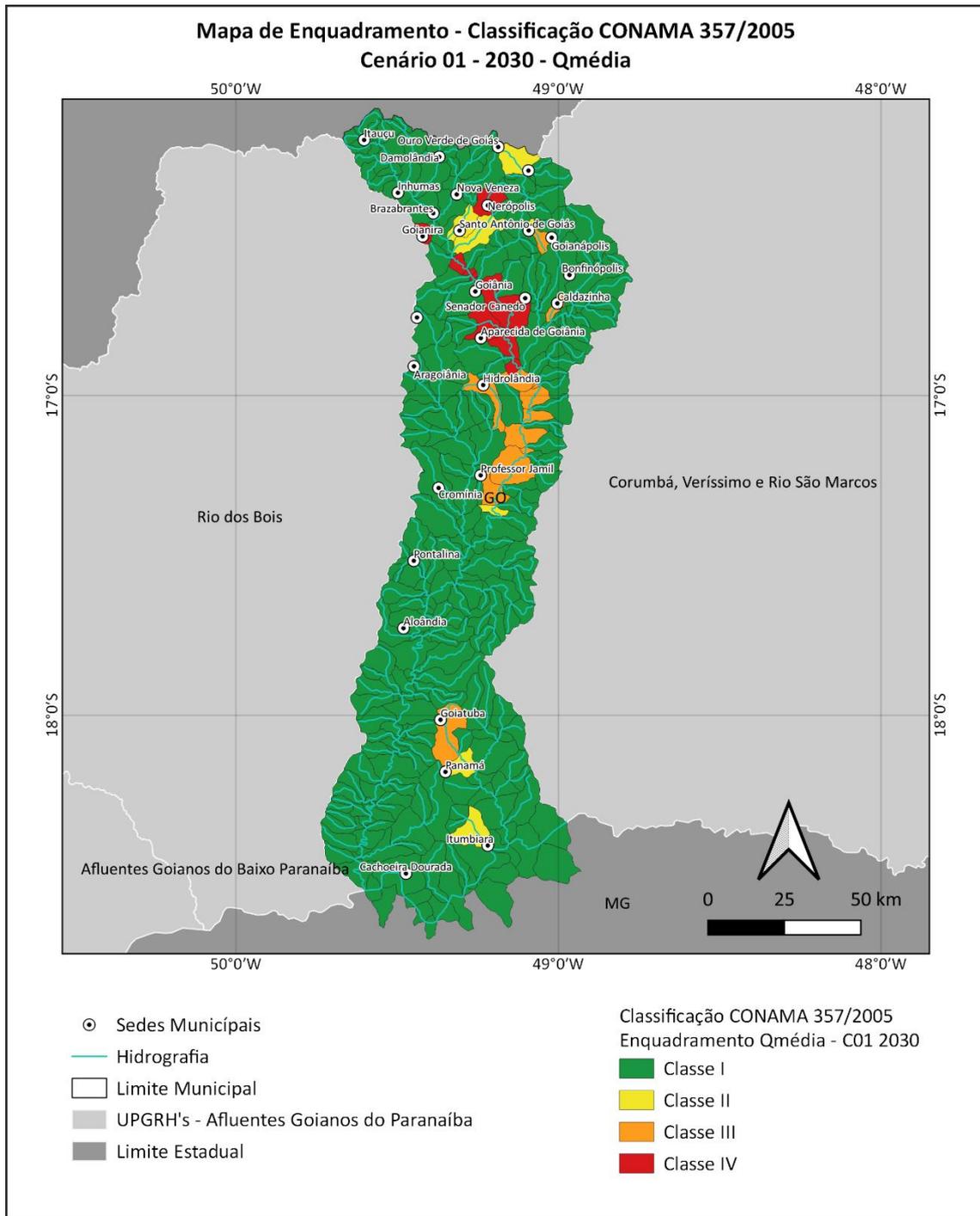


Figura 23 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a..

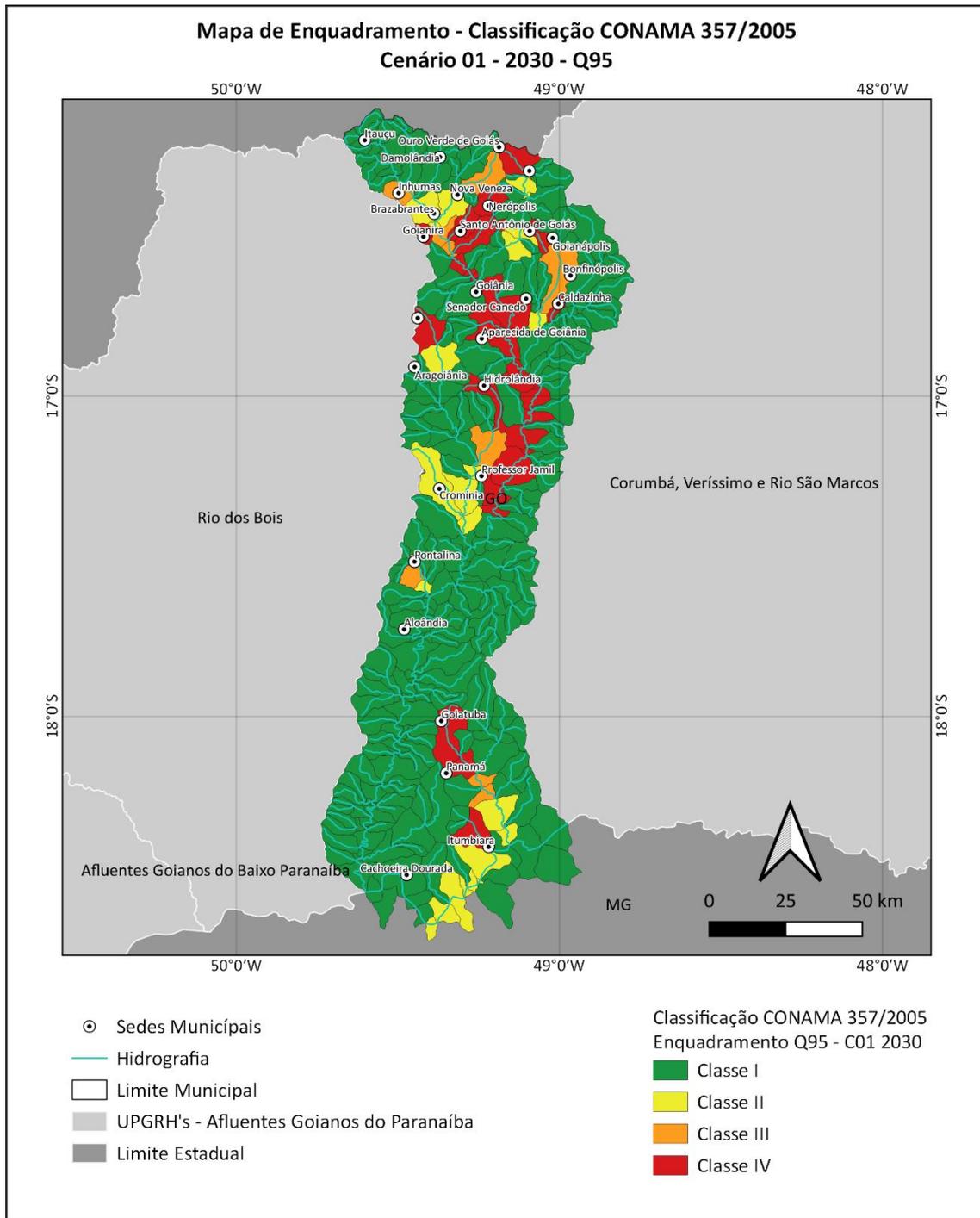


Figura 24 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q₉₅ para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.

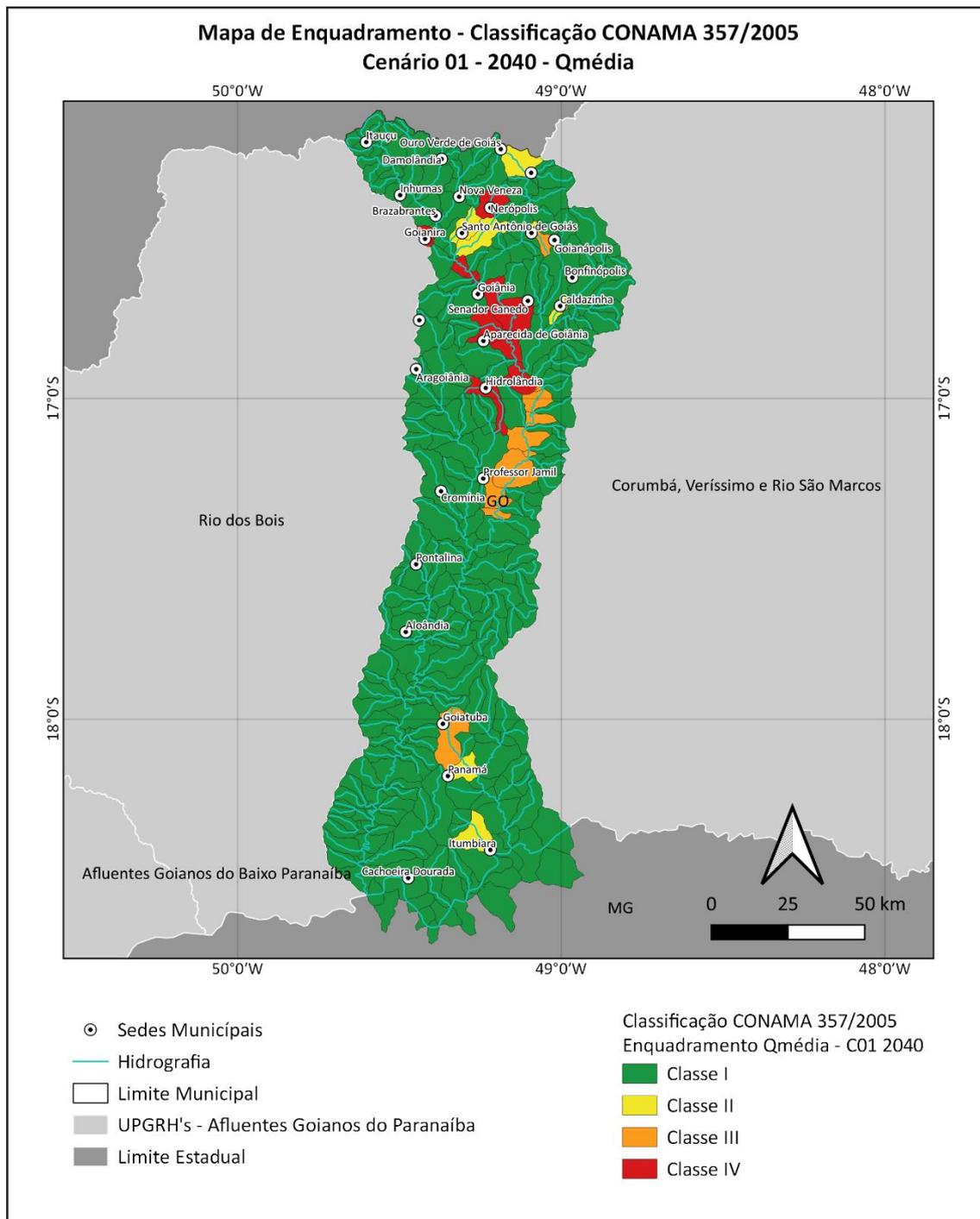


Figura 25 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.

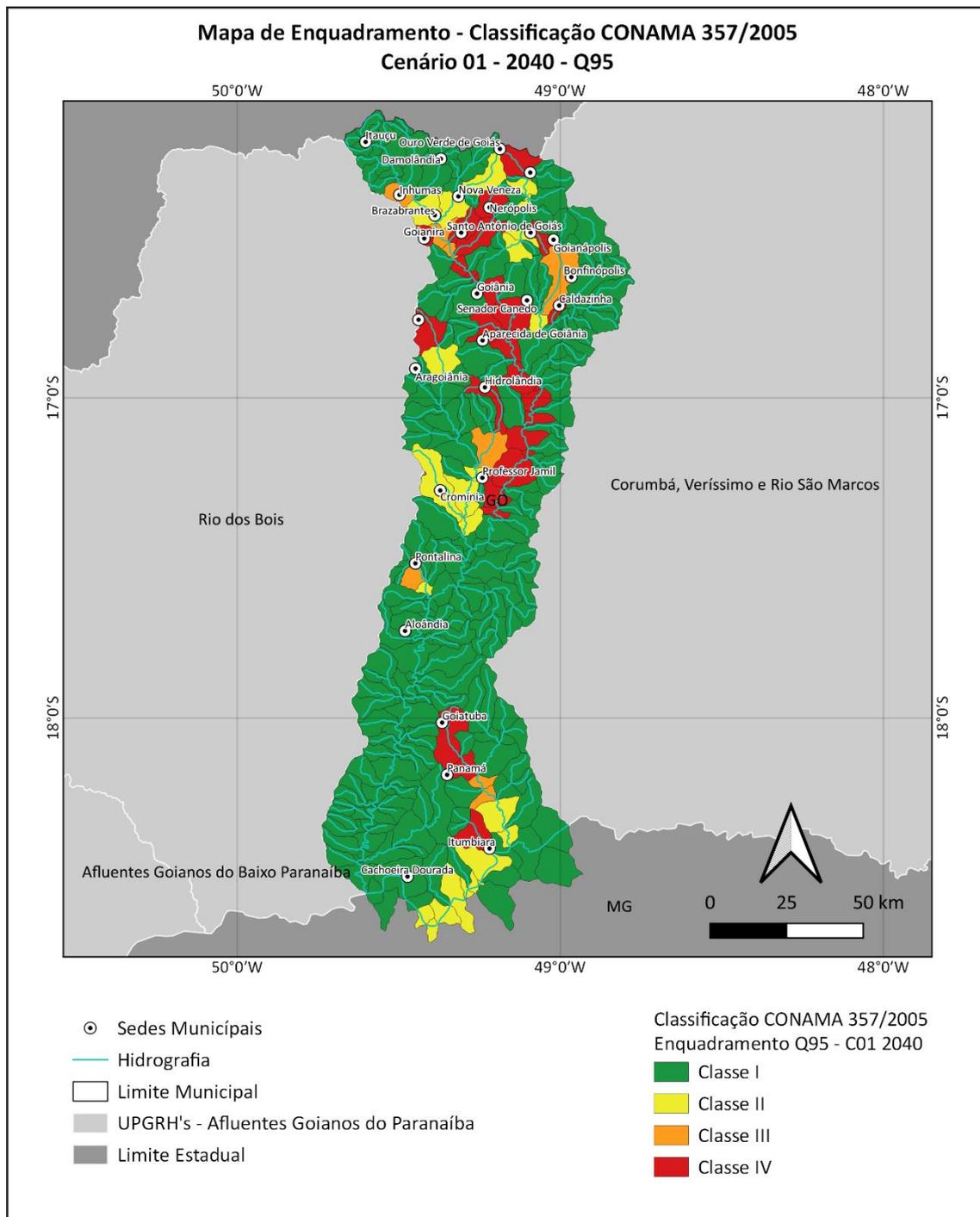


Figura 26 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q₉₅ para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1a.

5.5.2. Cenário 1b

No Cenário 1b as vazões disponíveis em cada sub-bacia foram reduzidas em 20%. Este cenário tenta abarcar possíveis alterações decorrentes de mudanças climáticas ou decorrentes de variações no uso do solo da bacia.

Os resultados encontrados pela modelagem para as concentrações de DBO considerando a redução da disponibilidade são apresentados da Figura 27 à Figura 30. As classes de qualidade da água segundo a Resolução CONAMA 357 são mostradas da Figura 31 à Figura 34.

A redução da disponibilidade acarreta em uma piora da qualidade da água nas regiões que já se mostram atualmente com problemas segundo os itens 5.4 e 5.5.1 do presente documento. Verifica-se um pequeno aumento no número de sub-bacias comprometidas quando se compara ao Cenário 1a. Por outro lado, a qualidade da água nos locais já comprometidos tem piora significativa principalmente na região do Rio Meia Ponte nas proximidades de Goiânia, e na porção do Alto Meia Ponte e Ribeirão Caldas.

A avaliação contínua da qualidade nesses locais é fundamental para a gestão da água na UPGRH, pois neles se encontram a maioria das sedes municipais, e conseqüentemente, da população. A deterioração da qualidade pode ter impactos econômicos e de saúde pública, uma vez que a água também é usada para irrigação de hortaliças.

Novamente vale ressaltar a necessidade de monitoramento quantitativo de modo a se prever possíveis alterações no regime de vazões dos cursos d'água e assim se tomar medidas de gestão compatíveis para esses cenários.

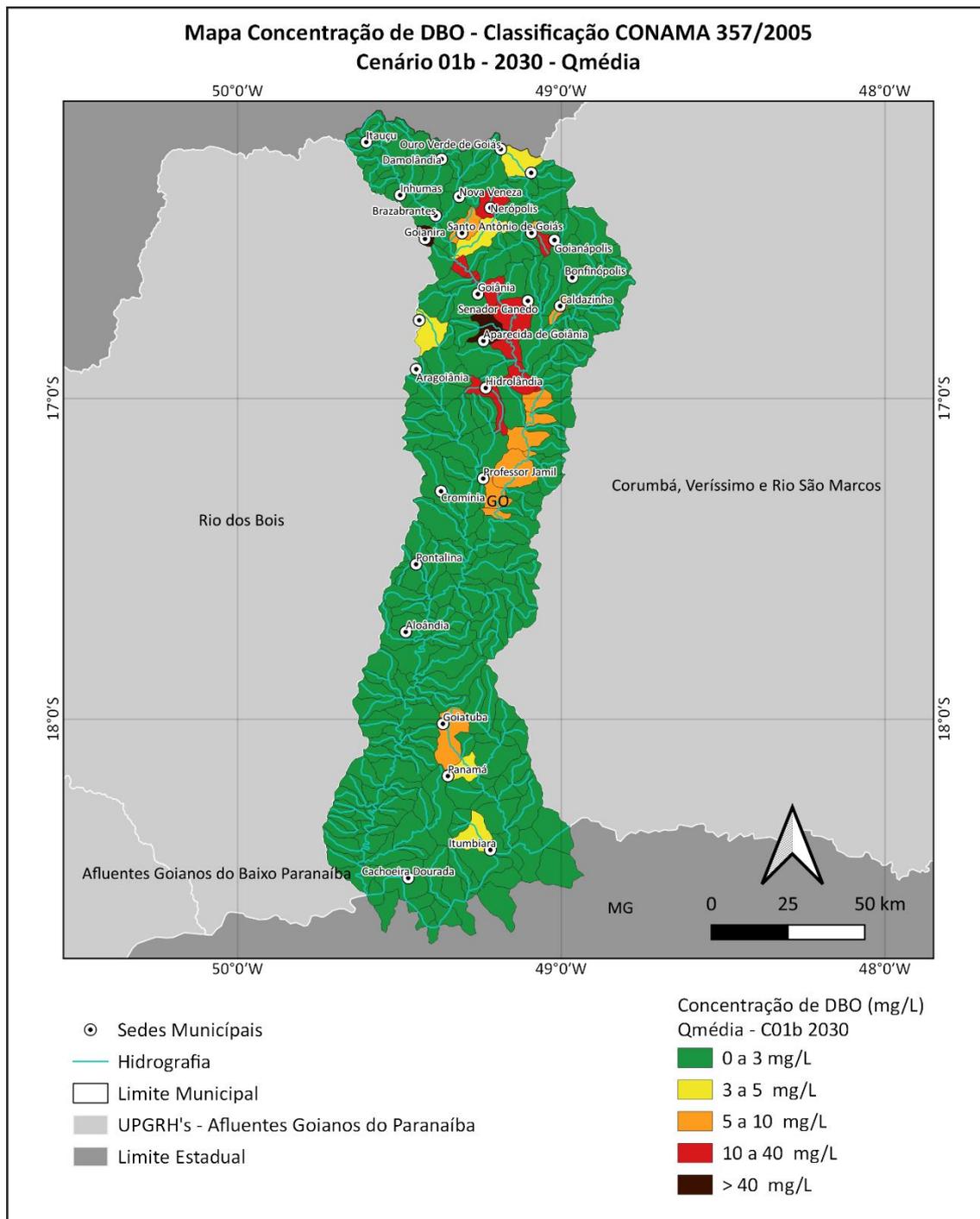


Figura 27 – Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.

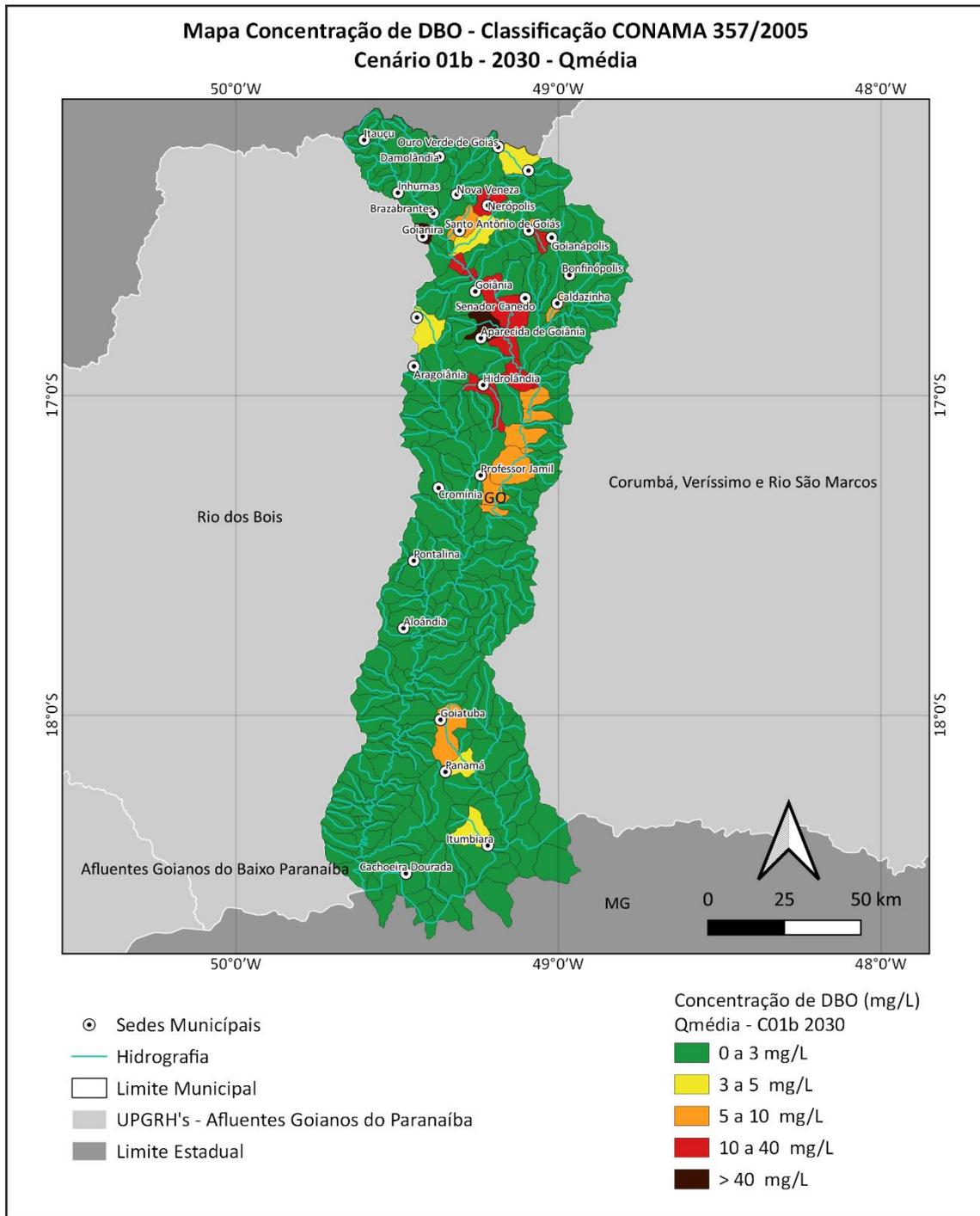


Figura 28 – Concentração da DBO considerando a Q_{95} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.

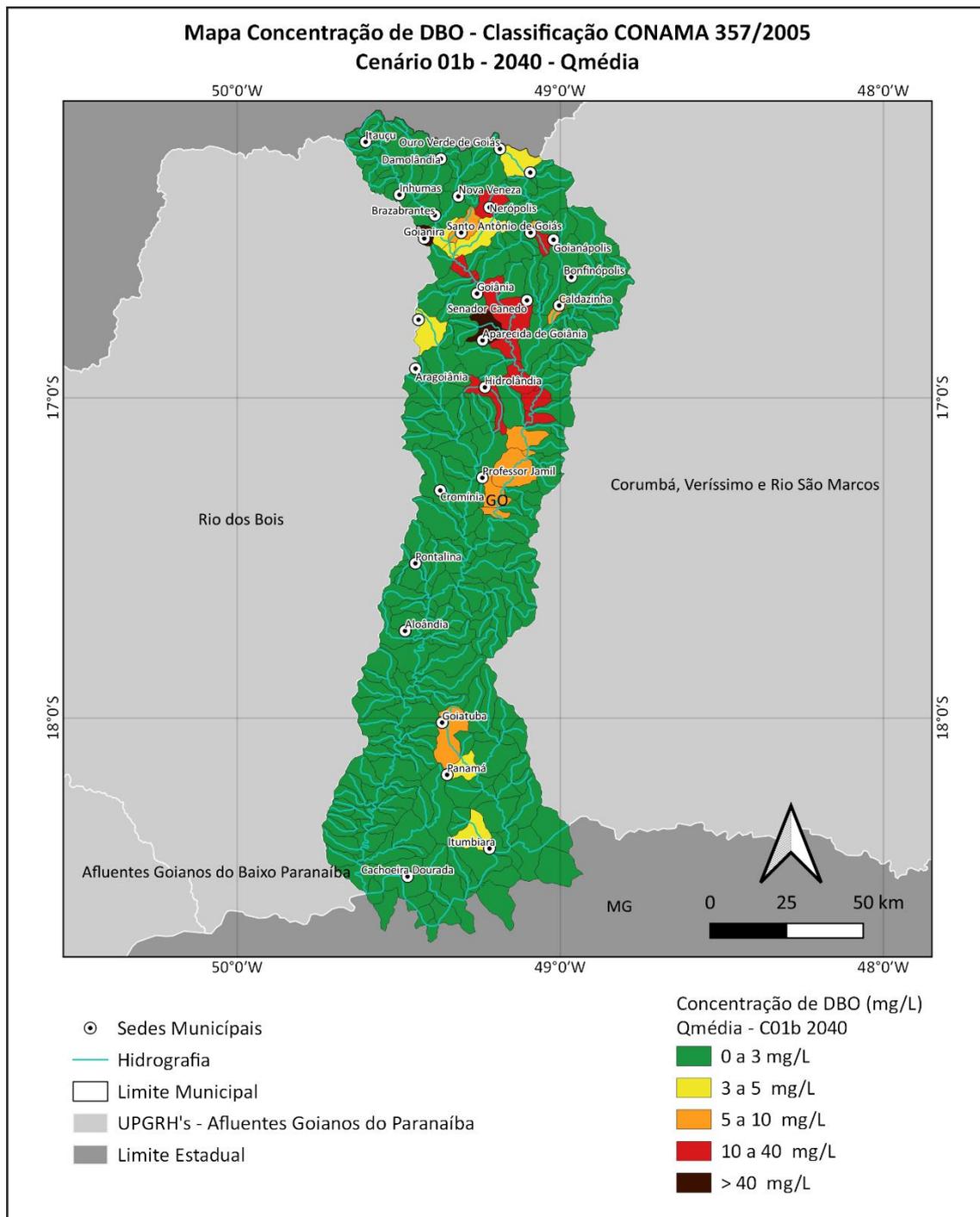


Figura 29 – Concentração da DBO considerando a vazão média para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.

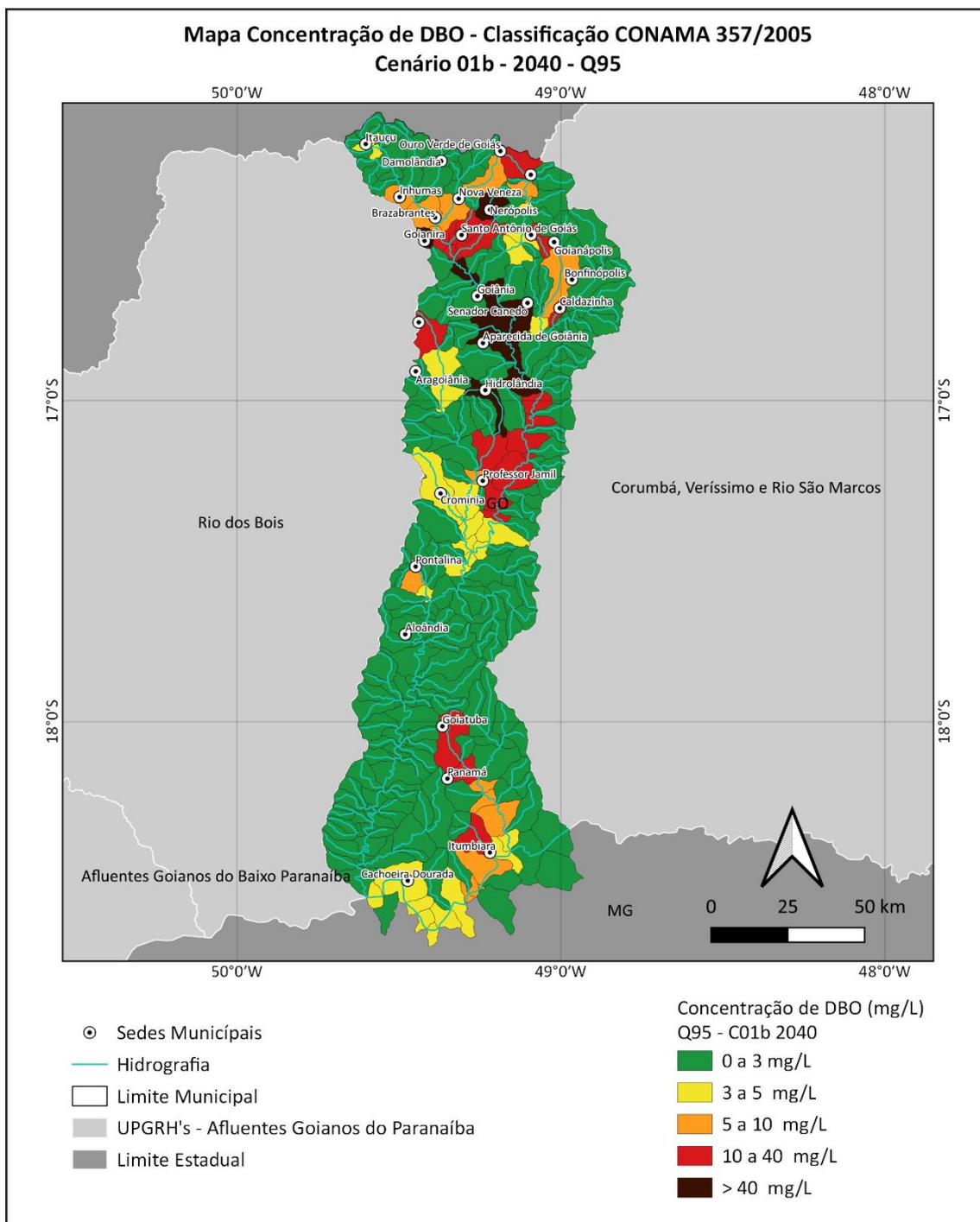


Figura 30 – Concentração da DBO considerando a Q₉₅ para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.

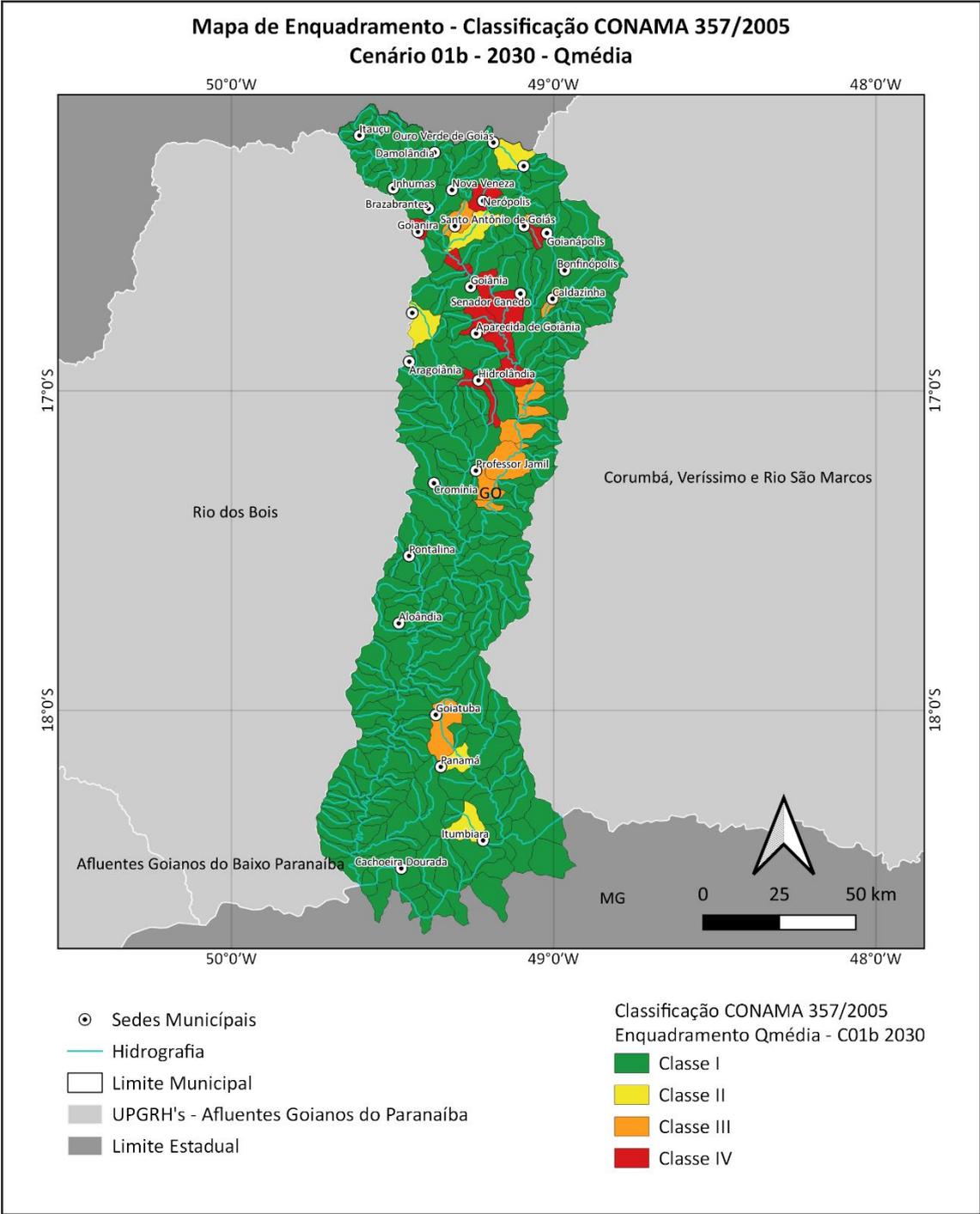


Figura 31 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2030 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.

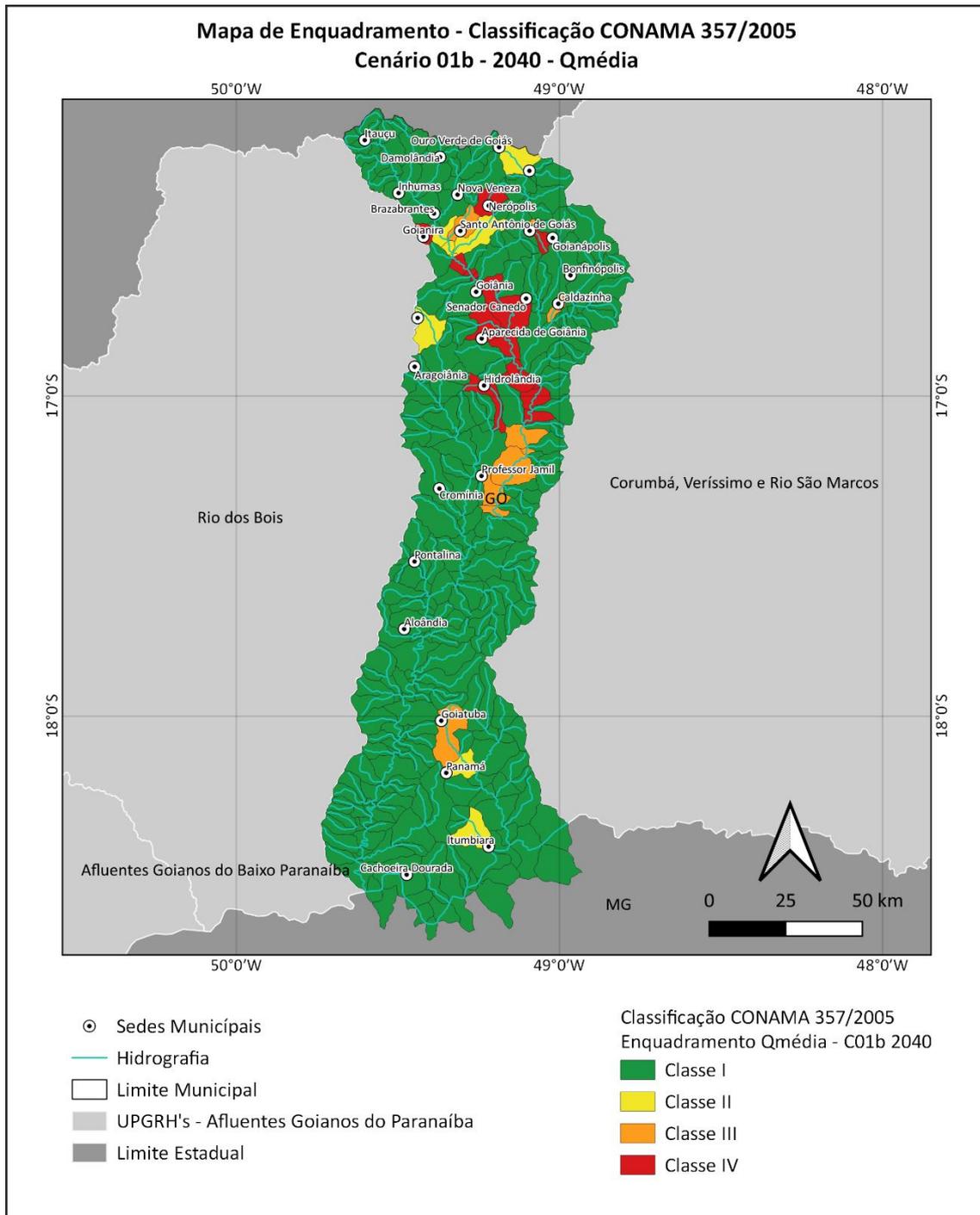


Figura 33 – Classes dos cursos d’água para a concentração de DBO considerando a vazão Q_{med} para o ano de 2040 da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o Cenário 1b.

6. ÁREAS COM RESTRIÇÕES

Dentro da UPGRHs em desenvolvimento, algumas áreas merecem especial interesse devido ao impacto que estas podem produzir na qualidade da água dos rios e córregos da região. Neste tópico serão abordadas as restrições adotadas para as áreas de preservação de rios, as áreas que servem de mananciais de abastecimento, e aquelas que atendem aos usos preponderantes da bacia hidrográfica.

6.1. Áreas de Preservação e conservação

As áreas de preservação são aquelas definidas pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 alterada pela Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 – Código Florestal Brasileiro, aquelas constantes dos Artigos 4º ao 6º da referida lei. Em destaque pode-se citar:

- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente;
- as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais;
- as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais;
- as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- os manguezais, em toda a sua extensão;
- em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (BRASIL, 2012).

A finalidade da preservação dessas áreas é, sobretudo, a manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade, a garantia da recarga dos aquíferos, a manutenção da fauna e da flora locais, a prevenção contra processos erosivos, dentre outras características igualmente importantes.

O Código Florestal admite que as áreas marginais aos cursos d'água preservem uma área marginal proporcionalmente à largura deste, estabelecendo os valores

mínimos que vão de 30 metros podendo chegar a 500 metros. Para reservatórios naturais, a faixa marginal deverá respeitar um mínimo de 50 metros em área rural e 30 metros em zonas urbanas.

A Figura 35 apresenta a bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte destacando ao norte, a jusante do município de Ouro Verde de Goiás a APA do Ribeirão João Leite, e mais ao sul, a jusante do município de Panamá está localizada a Área de Proteção Ambiental Panamá. O Quadro 1 traz detalhes das áreas de preservação e conservação na UPGRH mostradas na Figura 35.

Quadro 1 - Especificação das áreas de interesse especial na UPGRH do Rio Meia Ponte

ID	Unidade de Conservação	Município(s)	Área (ha)
1	APA João Leite	Anápolis, Campo Limpo de Goiás, Goianápolis, Goiânia, Nerópolis, Ouro Verde de Goiás, Terezópolis de Goiás	70231.18
2	APA Panamá	Panamá	15860.62
3	ARIE Lago dos Buritis	Goiatuba	5.23
4	RPPN Parque Botânico dos Kaiapós	Bela Vista de Goiás, Caldazinha	80.70

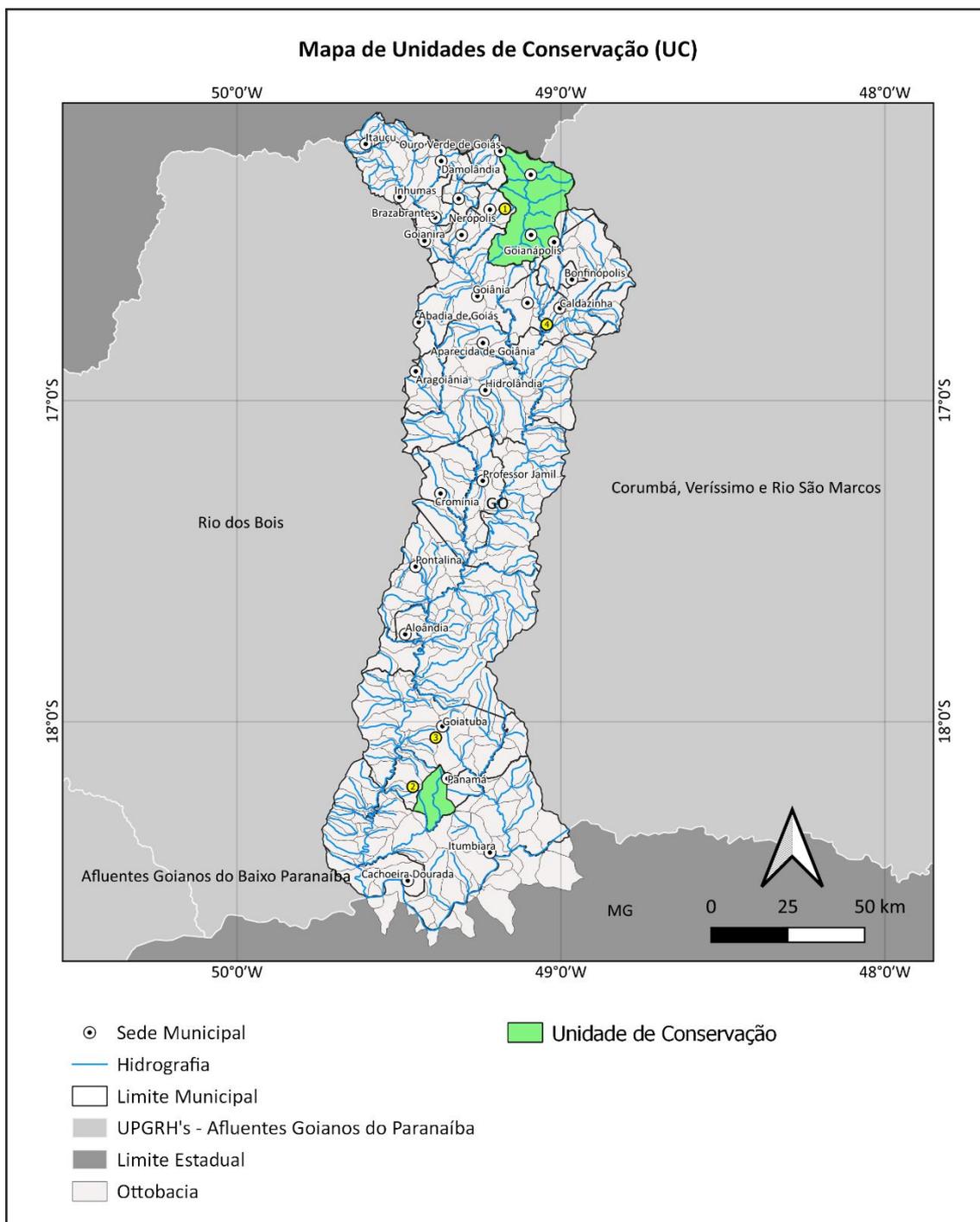


Figura 35 – Localização de áreas de interesse especial na UPGRH do Rio Meia Ponte.

Já os barramentos outorgados que podem se tornar áreas de especial interesse, seja ambiental, ecológico, turístico, têm sua localização apresentada na Figura 36. Já a Figura 37 mostra a distribuição dos reservatórios inseridos no interior da UPGRH do Rio Meia Ponte.

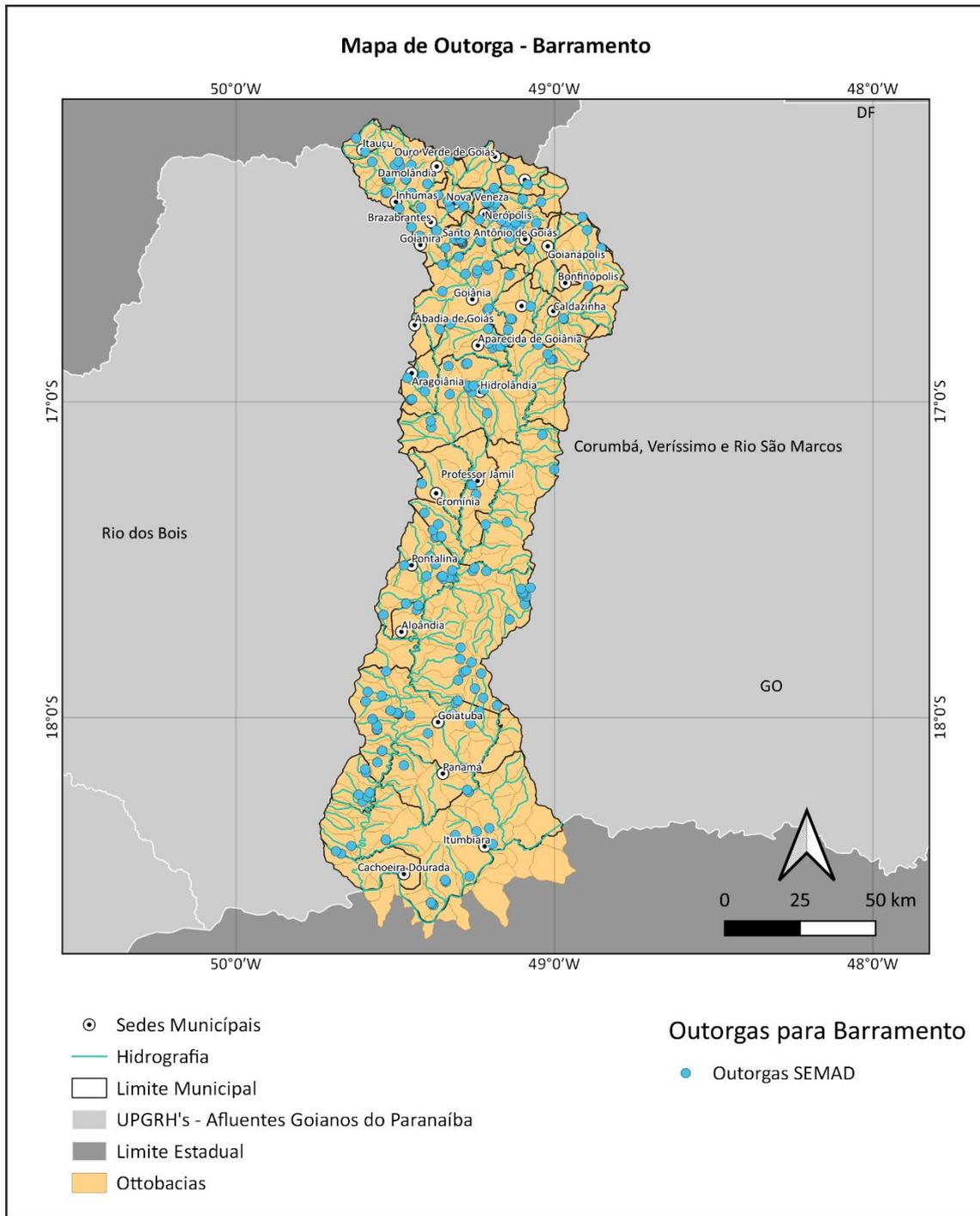


Figura 36 – Barramentos outorgados pela SEMAD

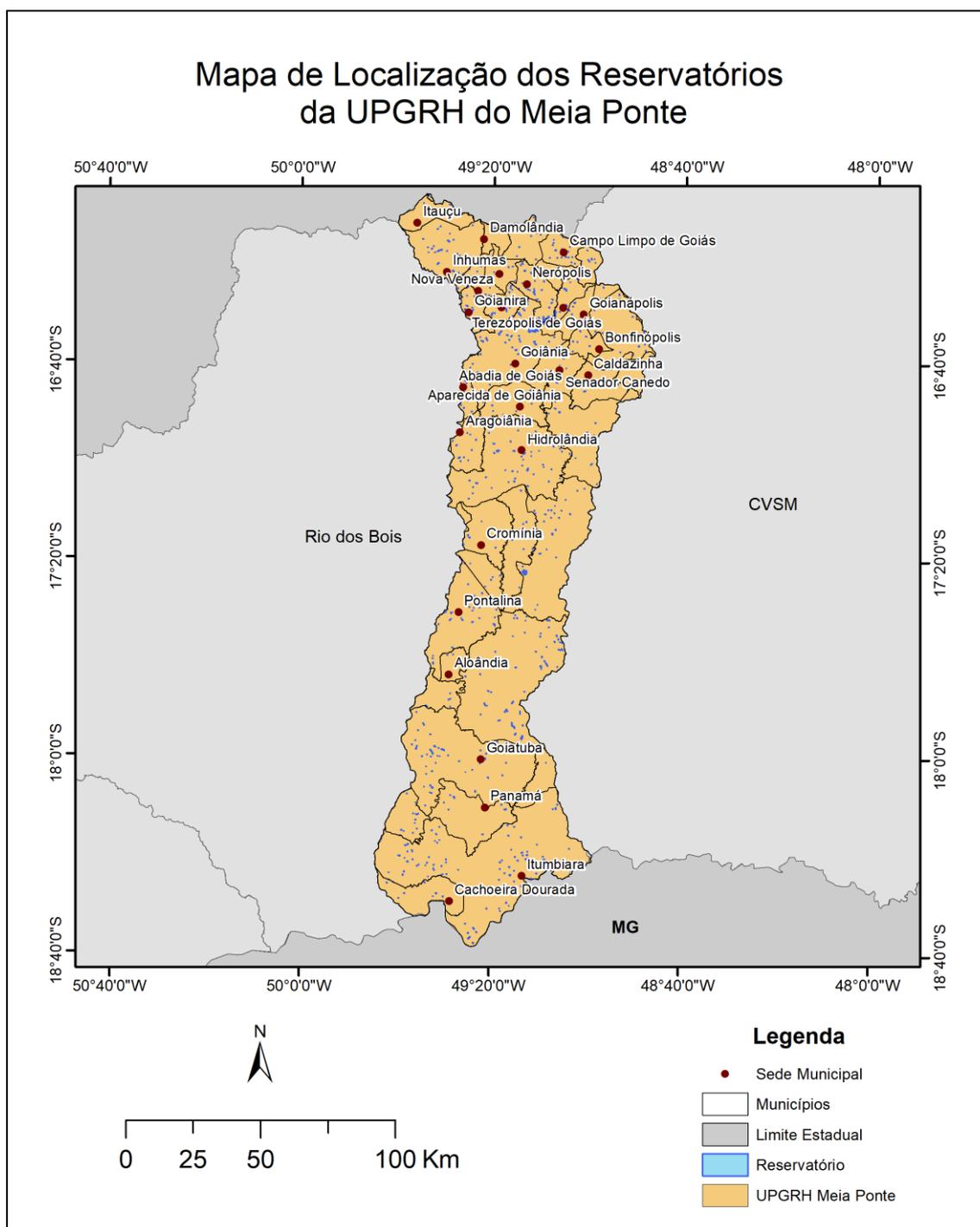


Figura 37 - Distribuição dos reservatórios na UPGRH do Rio Meia ponte

6.2. Mananciais de Abastecimento

A captação de água para os diversos usos dentro da UPGRH do Rio Meia Ponte é feita, em sua grande maioria, por fontes de abastecimento superficial (rios e reservatórios construídos para esse fim). Os mananciais subterrâneos vêm ganhando espaço para usos menos exigentes que o abastecimento público.

A gestão de recursos hídricos que passa pelo conhecimento das questões relacionadas à quantidade e qualidade das águas dos mananciais de abastecimento é fundamental numa realidade em que a demanda por água tratada é crescente, e as reservas se tornam cada vez mais distantes dos pontos de utilização.

Com a redução da recarga dos mananciais subterrâneos, nos períodos de estiagem a quantidade de água nos mananciais superficiais também fica reduzida. As consequências da escassez de água são, entre outras, o comprometimento do abastecimento das regiões mais distantes dos reservatórios.

Outra questão importante e que compromete o uso dos mananciais superficiais são as questões ligadas à qualidade da água. A baixa qualidade ou ausência de tratamento adequado dos efluentes do esgoto sanitário, o lançamento de resíduos sólidos, as águas de escoamento de ruas sem tratamento que chegam nos canais de drenagem degradam sobremaneira a qualidade das águas desse manancial, chegando ao comprometimento do seu uso como fonte de abastecimento. Isso obriga as companhias de saneamento a buscar outras fontes de água para abastecimento mais distantes, podendo onerar o bolso do contribuinte.

O planejamento da área urbana, em teoria, deveria atender ao exposto no Código Florestal acerca das questões de manutenção de vegetação nativa e a não ocupação das margens por usos mais restritivos. No entanto, a realidade nos mostra uma situação bastante diferente. É comum nas grandes cidades o loteamento de áreas ribeirinhas em áreas de maior valor econômico, a ocupação da beira de rios e córregos pela população de baixa renda, a implantação de obras de macrodrenagem inconsistentes com as características locais e a desproteção de margens. Como consequência, além de perdas econômicas e em casos mais críticos, de vidas humanas da população que habita áreas de alto risco, erosão de margens e assoreamento de canais, prejuízos ao habitat natural com a perda de espécies nativas, são questões que podem se estender além dos limites municipais.

O uso das águas de um manancial para qualquer finalidade deve obedecer às Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Para a adequabilidade do uso das águas, a qualidade deve obedecer à Resolução nº 357/2005 enquanto para adequabilidade das águas subterrâneas, deve ser verificada a Resolução CONAMA nº 396/2008.

O CONAMA também disciplina a qualidade do efluente lançado nos corpos receptores por meio de sua Resolução nº 430/2011. Em seu Art. 3º prevê:

“que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.”

É importante verificar, quando da definição de um ponto de captação em um manancial, a classe do CONAMA na qual este se enquadra, devido às restrições impostas pelo órgão. Além disto, águas de pior qualidade requerem tratamento mais intenso, o que pode inviabilizar seu uso para fins mais nobres.

A localização das bacias de captação da UPGRH do Rio Meia Ponte está mostrada na Figura 38, e o curso d'água no qual estes estão localizados, a empresa responsável pela captação da água, e se há outorga ou não estão identificados na Tabela 1. Não é possível visualizar no mapa, mas as captações estão sempre a montante de áreas urbanas.

Tabela 1– Dados dos pontos de captação na UPGRH do Rio Meia Ponte

id	Município	Código da Bacia	Manancial de Captação
1	Aragoiânia	86952482	Rio Cachoeira
2	Hidrolândia	86952462	Córrego Grimpas
3	Goiânia	86952934	Ribeirão Samambaia
4	Cachoeira Dourada	8695743	Rio Paranaíba
5	Itumbiara	869583	Ribeirão Santa Maria
6	Goiatuba	8695863	Córrego Lajeado
7	Senador Canedo	869526223	Ribeirão Bonsucesso
8	Itaçu	869529994	Rio Meia Ponte
9	Cromínia	8695244	Ribeirão Santa Bárbara
10	Campo Limpo	8695288	Córrego das Pedras
11	Damolândia	86952967	Córrego Capoeirão
12	Caldazinha	86952632	Córrego Milho Inteiro
13	Nerópolis	86952943	Ribeirão Capivara
14	Aloândia	869523392	Córrego da Onça
15	Aparecida de Goiânia	86952723	Córrego das Lajes
16	Bonfinópolis	86952671	Córrego Barro Preto
17	Damolândia	86952983	Córrego Capoeirão
18	Terezópolis de Goiás	86952823	Córrego dos Macacos
19	Goiânia	86952891	Reservatório João Leite
20	Pontalina	86952347	Ribeirão Boa Vista
21	Anápolis	8695269	Ribeirão Caldas
22	Goianápolis	86952625	Ribeirão Sozinha
23	Senador Canedo	86952623	Rio Sozinha
24	Goiânia	869529623	Rio Meia Ponte
25	Inhumas	869529995	Rio Meia Ponte
26	Brazabrantes	869529623	Ribeirão CachoeiraL
27	Aragoiânia	86952482	Ribeirão Vereda
28	Abadia de Goiás	86952495	Ribeirão Dourados
30	Professor Jamil	86952462	Rio Dourados

6.3. Usos preponderantes

Na UPGRH do Rio Meia Ponte os usos preponderantes são basicamente três: o abastecimento público, a dessedentação animal e a irrigação.

No caso do abastecimento, a Figura 38 do tópico anterior já apresentou os pontos de captação e os mananciais que foram utilizados. A Figura 39 apresenta novamente os pontos de captação e qual o órgão titular das outorgas.

Práticas de irrigação inadequadas podem desencadear o desperdício da água em determinada cultura, então o mais adequado é a busca de soluções que permitam o uso mais racional da água.

O diagnóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte mostrou que há um consumo de aproximadamente 6,3 m³/s, tanto para área urbana quanto rural, sendo a dessedentação de animais um valor quase insignificante frente ao abastecimento humano. O maior consumo está na região metropolitana de Goiânia, e a estimativa de consumo para abastecimento é de que este seja de aproximadamente 20% do total de consumo do rio, com retorno de 80% desse total.

Já a agricultura irrigada mostrou que há uma retirada de aproximadamente 5,6 m³/s, mas a taxa de retorno de água ao manancial é de apenas 20% do total retirado. A principal técnica de irrigação utilizada na bacia é o pivô central, sendo a proporção da área irrigada com este tipo de sistema ligeiramente inferior ao somatório de áreas irrigadas com os demais tipos de sistemas. Nos estudos realizados para extrapolação de dados futuros para a bacia no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba há uma perspectiva de aumento na área irrigada no horizonte de 2030.

A Figura 40 apresenta a localização dos pontos de captação de água para irrigação outorgados.

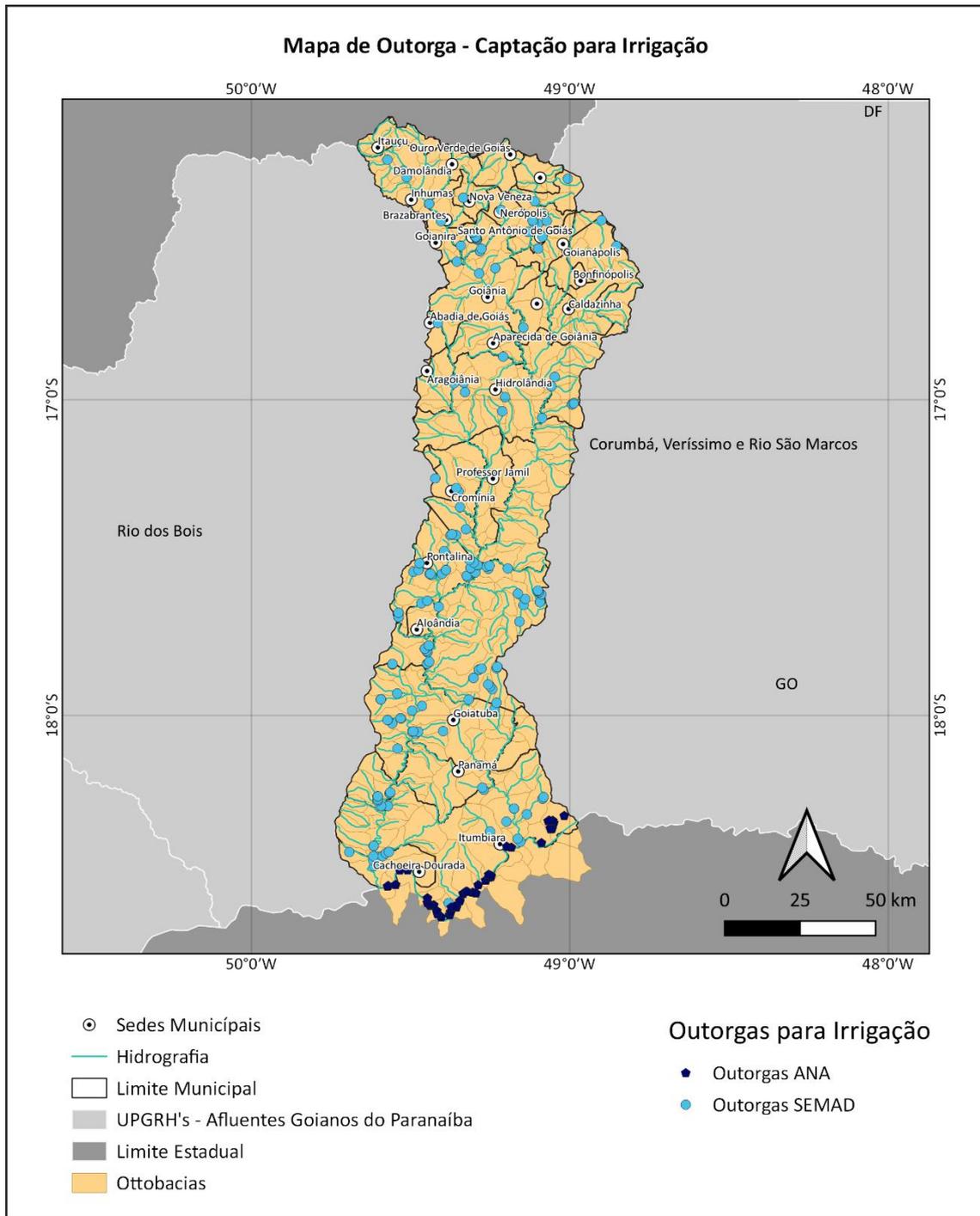


Figura 40 – Mapa de localização de captação de água para irrigação na UGRH do Rio Meia Ponte.

7. PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

A seguinte proposta de enquadramento da UPGRH do Rio Meia Ponte segue os moldes do executado para a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Para a UPGRH do Rio Meia Ponte a modelagem de todos os cursos d'água desta foi feita, em princípio, apenas, para DBO. A carga orgânica lançada nos corpos hídricos, representada pela DBO, é a variável empregada dentro do sistema de gestão de recursos hídricos como indicador para a emissão de outorgas de efluentes no Brasil. Todos os Estados, e a ANA, que trabalham com emissão de outorgas de efluentes empregam a DBO para este fim. Isso se dá pela praticidade e eficácia da variável em descrever o processo de poluição do rio por matéria orgânica (CHAPRA, 2008). Outro parâmetro afetado diretamente pelo consumo da matéria orgânica no rio é o Oxigênio Dissolvido (OD). No entanto, o nível de OD no rio é consequência da alteração provocada pela DBO.

A modelagem de DBO é relativamente mais simples que a de OD uma vez que os parâmetros empregados (Item 5.4) são diretos e têm um nível de incerteza e propagação de erros menores que os de OD. A modelagem de OD apresenta uma sensibilidade muito grande aos parâmetros e deve sempre ser feita com a calibração dos mesmos, efetuando-se campanhas exaustivas de coleta de dados, o que é inviável para áreas muito grandes. Desta forma, recomenda-se que nos locais com maiores problemas na bacias sejam feitos estudos hidrodinâmicos mais aperfeiçoados para avaliar as reais condições dos corpos receptores.

Altos níveis de DBO podem ser encontrados a jusante de áreas urbanas pela ineficiência do tratamento de esgotos ou pelo lançamento de esgoto in natura nos corpos d'água, o que pode comprometer seus outros usos.

Os demais parâmetros verificados no Produto 02- Diagnóstico, não foram utilizados na modelagem por apresentarem séries de valores insuficientes ou valores referenciais dentro dos limites admitidos pela legislação CONAMA.

7.1. Proposta Inicial Baseada nos Usos Preponderantes

Foram elaboradas duas propostas para o enquadramento a partir de discussão com diferentes atores que compõem o sistema de gestão de recursos hídricos da bacia. A

primeira proposta foi sugerida pelo Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia que está acompanhando a elaboração do presente Plano de Recursos Hídricos. A outra proposta foi indicada pelo Grupo de Trabalho de Acompanhamento do Plano da SEMAD.

Em ambas as propostas foi considerado como item norteador os usos preponderantes utilizados nesta proposta de enquadramento foram reduzidos a apenas dois:

1º) Águas para abastecimento público;

2º) Turismo de contato direto.

Baseado na definição desses usos o Artigo 4º da Resolução CONAMA 357/2005, no qual classifica as águas doces em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao **abastecimento para consumo humano**, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

7.2. Propostas Metodológicas

7.2.1. Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia

O GT Comitê apresentou uma proposta inicial onde o processo de redução da carga orgânica pode ser limitado em locais em que a implementação de estruturas mais eficientes de tratamento dos efluentes poderia acarretar em custos muito elevados, seja pela quantidade de efluentes a serem tratados, seja pela vazão reduzida do corpo receptor. Assim, alguns locais foram enquadrados na Classe III e até na Classe IV, mesmo havendo redução significativa da matéria orgânica nos corpos d'água.

Com base nas propostas apresentadas pelo GT Comitê, em relação às diretrizes de classes adotadas, para esta proposta de enquadramento, para os trechos de rios das otobacias da UPGRH, a metodologia seguiu o seguinte:

- Classe 1 para trechos compreendidos em áreas de preservação e unidades conservação;
- Classe 1 ou classe especial para trechos onde houver nascentes e captação de água superficial;
- Classes 3 e 4 nos locais com lançamentos que nos quais os cursos d'água não tem capacidade de diluição mesmo com os efluentes tratados em níveis avançados.

- Classe 2 para o restante dos trechos.

7.2.1. Grupo de Trabalho da SEMAD

A proposta do GT SEMAD é similar à do GT do Comitê na maior parte dos pontos da bacia. No entanto, a premissa adotada pelo GT SEMAD é de que ao final do horizonte de planejamento não deveria haver cursos d'água considerados na Classe IV.

Com base nas propostas apresentadas pelo GT SEMAD, em relação às diretrizes de classes adotadas, para esta proposta de enquadramento, para os trechos de rios das otobacias da UPGRH, a metodologia seguiu o seguinte:

- Classe 1 para trechos compreendidos em áreas de preservação e unidades conservação;
- Classe 1 ou classe especial para trechos onde houver nascentes e captação de água superficial;
- Classes 3 nos locais com lançamentos que nos quais os cursos d'água não tem capacidade de diluição mesmo com os efluentes tratados em níveis avançados para o horizonte de 2040.
- Classe 2 para o restante dos trechos.

7.3. Medidas para o Enquadramento

Para se conseguir atingir as metas de enquadramento, foram avaliadas, para cada cidade o impacto atual do seu lançamento e a projeção para o horizonte final de plano, sendo assim foram analisadas as tendências de evolução populacional e as projeções resultantes das demandas hídricas, bem como a evolução do tratamento dos efluentes esperados.

Para a análise da eficiência do sistema de coleta e tratamento de esgotos analisou-se as condições de eficiência da estação de tratamento, porcentagem de população atendida pelo tratamento, e parcela da população com rede de esgoto. Assim a eficiência final do sistema não é a da ETE exclusivamente, mas do sistema como um todo.

Levando em consideração as proposições acima foi estipulado um horizonte temporal de análise, sendo contemplados 4 cenários, sendo eles: atual, de curto (5 anos), médio (10 anos) e longo (20 anos) prazos para o alcance dos objetivos para a proposta de enquadramento que aqui se apresenta. Os dados utilizados para os cálculos das cargas, e a situação atual da bacia em relação à existência de obras para a redução da carga de DBO dos mananciais da bacia encontram-se detalhados na Tabela 2.

Na Tabela 2 encontram-se as estimativas de crescimento populacionais nos horizontes temporais para 2025, 2030 e 2040, assim como as localidades providas de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), o prestador de serviço responsável por esta e o manancial que recebe os efluentes tanto das ETEs. Quanto aos efluentes oriundos de municípios que não possuem sistemas de tratamento, os efluentes seguem por drenagem ou lançamento direto nos cursos d'água.

Tabela 2 – Dados para cálculo da evolução das cargas de DBO na UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	População atendida				ETE	Prestador de serviço	Corpo receptor
	2019	2025	2030	2040			
Abadia de Goiás	8773	9708	10644	12343	ETE - ABADIA DE GOIÁS	SANEAGO	CÓRREGO POÇÕES
Aloândia	2075	1961	1927	1844	-	-	*
Aparecida de Goiânia	532135	633863	689546	790508	ETE - SANTO ANTÔNIO	BRK	CÓRREGO SANTO ANTÔNIO
Aparecida de Goiânia	-	-	-	-	ETE - LAGES	BRK	CÓRREGO DAS LAJES (LAGES)
Aparecida de Goiânia	-	-	-	-	ETE - CRUZEIRO DO SUL	BRK	CÓRREGO ALMEIDA (DOS ALMEIDAS)
Aparecida de Goiânia	-	-	-	-	ETE - RECANTO DAS FLORES	BRK	CÓRREGO SANTO ANTÔNIO
Aparecida de Goiânia	-	-	-	-	ETE - PARQUE DAS NAÇÕES	BRK	CÓRREGO PEDRA DE AMOLAR
Bonfinópolis	8876	10909	12112	14355	-	-	*
Brazabrant	3565	3972	4242	4730	-	-	*
Cachoeira Dourada	8369	7989	7910	7691	ETE - CACHOEIRA DOURADA	SANEAGO	CÓRREGO CANTA GALO
Caldazinha	3664	3947	4090	4318	-	-	*
Campo Limpo de Goiás	7219	8788	9787	11590	-	-	*
Cromínia	3611	3442	3398	3283	-	-	*
Damolândia	2919	3067	3197	3421	-	-	*
Goianópolis	11460	11114	10996	10851	-	-	*
Goiânia	1448639	1638668	1761224	1985313	ETE - DR HELIO SEIXO DE BRITO	SANEAGO	RIO MEIA PONTE
Goiânia	-	-	-	-	ETE - JARDIM DO CERRADO	SANEAGO	RIBEIRÃO ANICUNS
Goiânia	-	-	-	-	ETE - BUENA VISTA	SANEAGO	CÓRREGO SALINAS
Goiânia	-	-	-	-	ETE - SAMAMBAIA	SANEAGO	RIO MEIA PONTE
Goiânia	-	-	-	-	ETE - CAMPOS DOURADOS	SANEAGO	CÓRREGO PINDAÍBA (CÓR. RODEIO)
Goiânia	-	-	-	-	ETE - ARUANÃ GYN	SANEAGO	RIO MEIA PONTE
Goiânia	-	-	-	-	ETE - ATHENEU	SANEAGO	RIO MEIA PONTE
Goianira	40338	52287	60285	74271	ETE - GOIANIRA	SANEAGO	CÓRREGO BOA VISTA
Goiatuba	34179	35118	36140	37825	ETE - GOIATUBA	SANEAGO	CÓRREGO LAGEADO (RIB. SANTA MARIA)

Município	População atendida				ETE	Prestador de serviço	Corpo receptor
	2019	2025	2030	2040			
Hidrolândia	20121	24189	26671	31279	-	-	*
Inhumas	51932	54675	56484	59365	ETE - INHUMAS	SANEAGO	RIO MEIA PONTE
Itaçu	8988	9222	9507	9978	ETE - ITAÇU	SANEAGO	RIO MEIA PONTE
Itumbiara	101544	111838	118934	131740	ETE - ITUMBIARA	SANEAGO	RIO PARANAÍBA
Nerópolis	27812	32977	36103	41891	-	-	*
Nova Veneza	9249	10833	11812	13620	-	-	*
Ouro Verde de Goiás	3993	3603	3448	3116	-	-	*
Panamá	2717	2568	2520	2408	-	-	*
Pontalina	17933	18088	18357	18702	ETE - PONTALINA	SANEAGO	
Professor Jamil	3369	3157	3092	2938	-	-	*
Santo Antônio de Goiás	5659	7222	8162	9933	-	-	*
Senador Canedo	102947	133518	151665	186282	-	-	*
Terezópolis de Goiás	7513	8857	9670	11174	ETE - TEREZOPOLIS	SANEAGO	CORREGO DOS MACACOS (CÓRREGO MARIA PAULA)

7.3.1. Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia

A Tabela 3 apresenta o aumento da produção de DBO com o aumento da população em cada ano. A eficiência de remoção foi determinada após análise da proposta inicial pelo GT Plano do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte. Assim, definidas as eficiências de remoção, foram determinadas as cargas remanescentes.

Outra questão que deve ser levada em consideração é a vazão do curso d'água receptor da carga gerada. Sobretudo nos períodos de estiagem quando a vazão dos rios é drasticamente reduzida, existe uma piora substancial na qualidade da água do manancial. Nesse caso a vazão de diluição considerada é a Q₉₅ que se encontra detalhada para cada curso d'água na Tabela 4, assim como as concentrações de DBO para cada ano e município e classes segundo a Resolução nº 357 do CONAMA para cada manancial e ano conforme a eficiência de remoção aplicada.

A Tabela 4 apresenta ainda as sugestões de intervenções a fim de alcançar as metas de qualidade propostas pelo Comitê de Bacia, que nesse cenário, correspondem as medidas de controle para que possam ser melhoradas as questões referentes à qualidade das águas.

As medidas a serem tomadas consideraram que nos locais em que a capacidade de diluição do corpo d'água receptor dos efluentes nos municípios precisariam de intervenção. Nos municípios maiores de 10.000 habitantes deveria ser complementada a rede de coleta de esgotos e construídas ETEs. Nos municípios menores, que não possuíam redes de coleta, considerou-se a adoção de sistemas individuais, em que a eficiência foi considerada como de 60%.

Assim, as intervenções nos municípios de maior porte, que já possuem coleta parcial do esgoto, envolvem desde a complementação da rede até a melhoria do desempenho e/ou implantação de estações de tratamento de esgoto. A meta padrão de atendimento da rede é de 95%. Essas melhorias são fundamentais para redução da carga poluidora, e assim ocorra melhoria na qualidade da água e se torne possível alcançar a classe de qualidade esperada. Essas intervenções encontram-se descritas na Tabela 4.

Tabela 3 – Eficiência de remoção e carga de DBO gerada por dia por município de UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	Carga bruta lançada (kgDBO/dia)				Eficiência de remoção (%)				Carga remanescente (kgDBO/dia)				Medidas
	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040	
Abadia de Goiás	473.7	473.74	574.8	666.51	39.7%	50.0%	65.0%	90.0%	285.7	201.2	201.2	66.7	Ampliação da Rede
Aloândia	112.1	112.05	108.2	103.59	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	95.0	91.8	91.8	87.8	
Aparecida de Goiânia	28735.3	28735.29	34270.2	39287.99	20.8%	50.0%	65.0%	97.0%	22760.2	11994.6	11994.6	1178.6	Ampliação da Rede
Bonfinópolis	479.3	479.30	598.1	708.88	2.7%	10.0%	40.0%	60.0%	466.6	358.9	358.9	283.6	Sistema Individual
Brazabrantes	192.5	192.51	220.5	245.88	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	189.3	216.8	216.8	241.7	
Cachoeira Dourada	451.9	451.93	443.1	430.84	68.2%	68.2%	68.2%	68.2%	143.9	141.1	141.1	137.2	
Caldazinha	197.9	197.86	212.7	224.58	37.8%	45.0%	55.0%	60.0%	123.1	95.7	95.7	89.8	Sistema Individual
Campo Limpo de Goiás	389.8	389.83	489.8	580.05	11.0%	20.0%	60.0%	83.7%	346.9	195.9	195.9	94.5	Ampliação da Rede e Nova Eta
Cromínia	195.0	194.99	190.0	183.67	29.2%	29.2%	29.2%	29.2%	138.0	134.5	134.5	130.0	
Damolândia	157.6	157.63	171.5	183.53	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	132.1	143.8	143.8	153.9	
Goianópolis	618.8	618.84	605.9	597.92	8.7%	20.0%	75.0%	92.2%	565.0	151.5	151.5	46.9	Implantação da Rede e Nova Eta
Goiânia	78226.5	78226.51	90873.4	102435.68	51.7%	70.0%	80.0%	92.2%	37792.3	18174.7	18174.7	8041.2	Melhoria da ETE e Ampliação da Rede
Goianira	2178.3	2178.25	2965.0	3652.85	46.8%	50.0%	75.0%	92.2%	1158.4	741.2	741.2	286.7	Ampliação da Rede E ETE
Goiatuba	1845.7	1845.67	1956.4	2047.59	40.9%	70.0%	80.0%	92.2%	1091.1	391.3	391.3	160.7	Ampliação da Rede E ETE
Hidrolândia	1086.5	1086.53	1335.1	1565.75	10.9%	40.0%	80.0%	92.2%	968.4	267.0	267.0	122.9	Ampliação da Rede e Nova Eta
Inhumas	2804.3	2804.33	2996.3	3149.05	69.3%	69.3%	75.0%	85.0%	860.3	749.1	749.1	472.4	
Itaçu	485.4	485.35	516.2	541.85	83.4%	83.4%	83.4%	83.4%	80.3	85.4	85.4	89.7	
Itumbiara	5483.4	5483.38	6226.3	6896.74	84.2%	84.2%	84.2%	84.2%	866.4	983.7	983.7	1089.7	
Nerópolis	1501.8	1501.85	1816.5	2107.67	43.2%	60.0%	75.0%	92.2%	853.3	454.1	454.1	165.5	Implantação da Rede e Nova Eta
Nova Veneza	499.4	499.45	598.8	690.41	3.4%	10.0%	40.0%	60.0%	482.3	359.3	359.3	276.2	Sistema Individual
Ouro Verde de Goiás	215.6	215.62	197.8	178.75	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	214.7	197.0	197.0	178.0	
Panamá	146.7	146.72	141.4	135.08	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	146.2	140.9	140.9	134.6	Ampliação da Rede e Nova Eta
Pontalina	968.4	968.38	997.6	1016.38	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	193.7	199.5	199.5	203.3	
Professor Jamil	181.9	181.93	174.5	165.84	6.2%	6.2%	6.2%	6.2%	170.6	163.6	163.6	155.5	

Santo Antônio de Goiás	305.6	305.59	397.0	483.11	6.0%	10.0%	40.0%	60.0%	287.3	238.2	238.2	193.2	Sistema Individual
Senador Canedo	5559.1	5559.14	7308.0	8975.98	14.2%	20.0%	60.0%	92.2%	4770.2	2923.2	2923.2	704.6	Implantação da Rede e Nova Eta
Terezópolis de Goiás	405.7	405.70	487.8	563.63	4.7%	20.0%	80.0%	92.2%	386.8	97.6	97.6	44.2	Implantação da Rede e Nova Eta

Tabela 4 – Concentrações de DBO e classes segundo CONAMA para a UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	Q95	Vaz Efluente	Concentração				Classes			
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040
Abadia de Goiás	0.36	0.00	9.22	8.46	6.49	4.30	Classe III	Classe III	Classe III	Classe II
Aloândia	33.11	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Aparecida de Goiânia	0.64	0.00	408.57	282.76	215.32	141.05	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe IV
Bonfinópolis	1.06	0.00	5.11	5.31	3.93	3.10	Classe III	Classe III	Classe II	Classe II
Brazabrantes	3.52	0.00	0.62	0.67	0.71	0.79	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Cachoeira Dourada	7.11	0.00	0.23	0.23	0.23	0.22	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Caldazinha	0.11	0.00	12.82	11.76	9.97	9.36	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe III
Campo Limpo de Goiás	0.40	0.00	9.91	10.06	5.60	3.32	Classe III	Classe IV	Classe III	Classe II
Cromínia	0.49	0.00	3.27	3.23	3.19	3.08	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Damolândia	1.35	0.00	1.14	1.19	1.24	1.32	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Goianópolis	0.28	0.00	23.73	20.58	10.18	5.02	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III
Goiânia	12.57	0.00	34.79	23.35	16.73	14.15	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe IV
Goianira	1.20	0.00	11.17	12.39	7.15	5.28	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe III
Goiatuba	0.41	0.00	30.48	15.93	10.93	8.58	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III
Hidrolândia	0.31	0.00	35.69	26.78	19.68	8.66	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III
Inhumas	2.07	0.00	4.82	4.98	4.19	2.64	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Itauçu	0.37	0.00	2.48	2.56	2.64	2.77	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II

Município	Q95	Vaz Efluente	Concentração				Classes			
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040
Itumbiara	5.26	0.00	1.91	2.04	2.16	2.40	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Nerópolis	0.33	0.00	29.96	23.30	15.94	11.10	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe IV
Nova Veneza	0.68	0.00	8.23	8.43	6.13	4.71	Classe III	Classe III	Classe III	Classe II
Ouro Verde de Goiás	0.55	0.00	4.52	4.33	4.15	3.75	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Panamá	0.86	0.00	1.96	1.93	1.89	1.81	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Pontalina	0.41	0.00	5.52	5.61	5.69	5.80	Classe III	Classe III	Classe III	Classe III
Professor Jamil	4.26	0.00	0.46	0.45	0.44	0.42	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Santo Antônio de Goiás	0.33	0.00	10.05	11.06	8.33	6.76	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe III
Senador Canedo	13.22	0.00	4.18	4.51	2.56	1.57	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Terezópolis de Goiás	0.16	0.00	27.77	25.66	14.01	8.09	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III

A partir das medidas adotadas para a UPGRH foram feitas simulações para todos os cursos de água para a vazão de referência Q_{95} considerando as soluções a serem tomadas no horizonte até 2040. Os resultados dessas simulações e que servirão para a proposta de enquadramento são mostrados da Figura 41 a Figura 44.

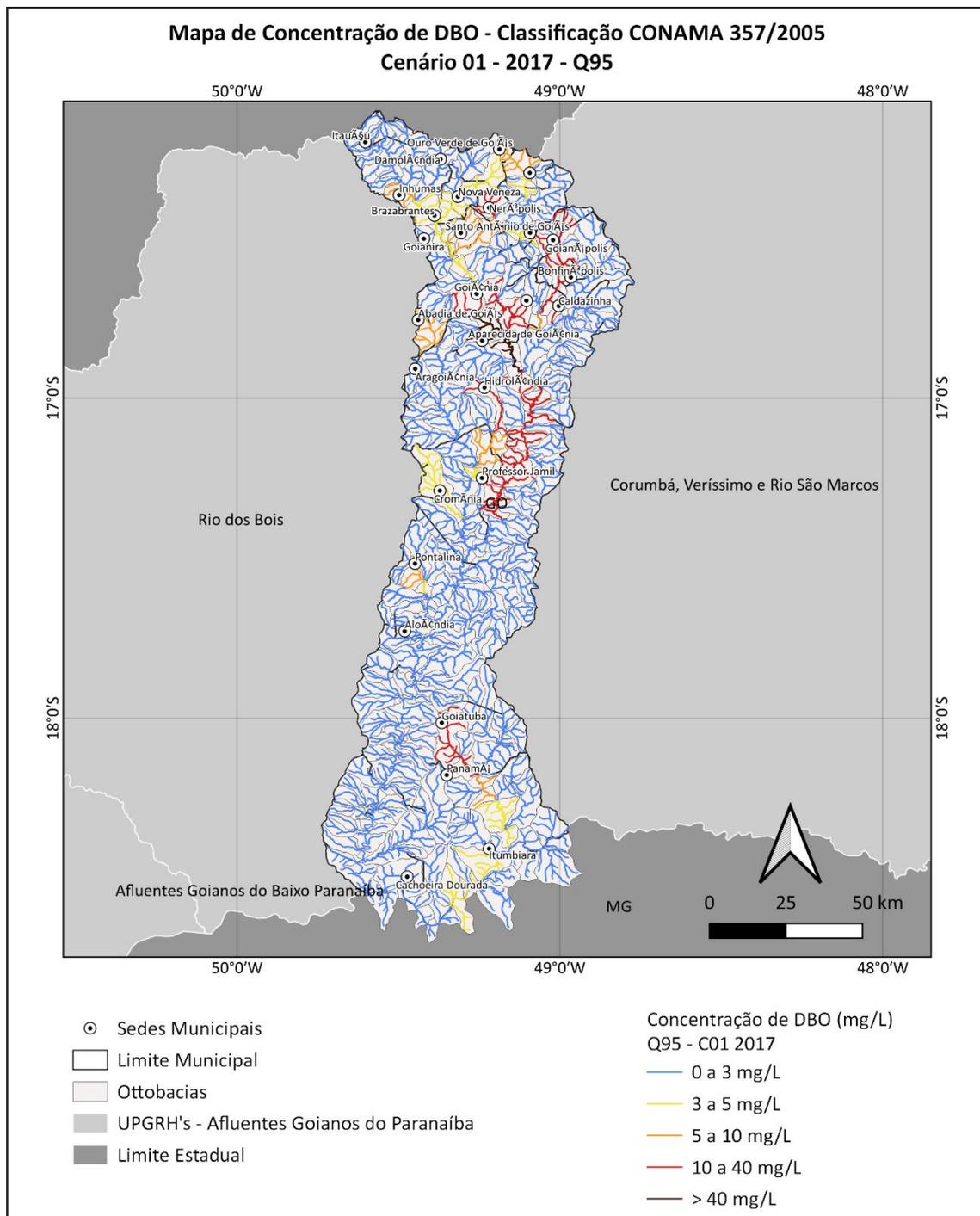


Figura 41 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para a condição atual na UPGRH do Rio Meia Ponte.

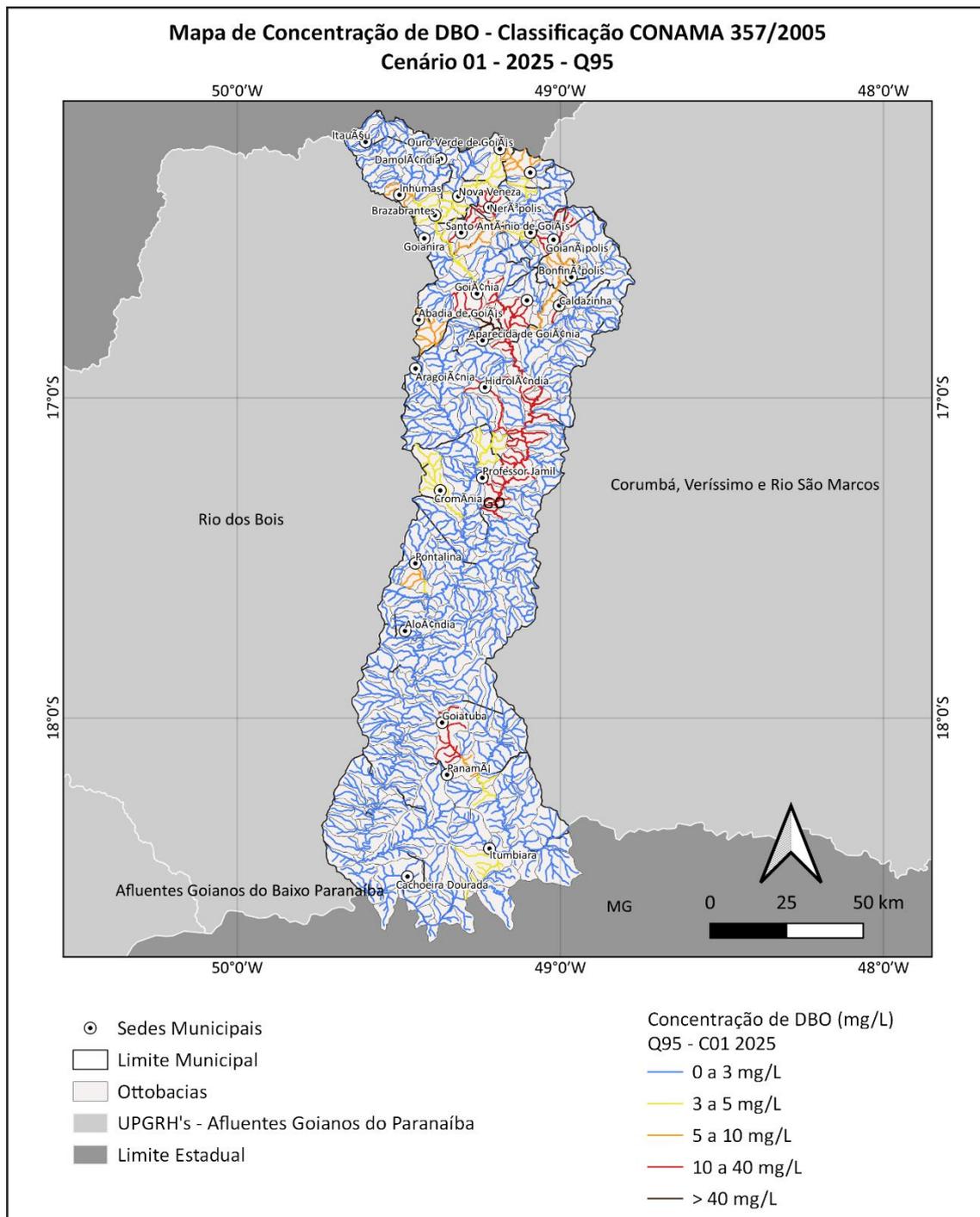


Figura 42 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2025 na UPGRH do Rio Meia Ponte.

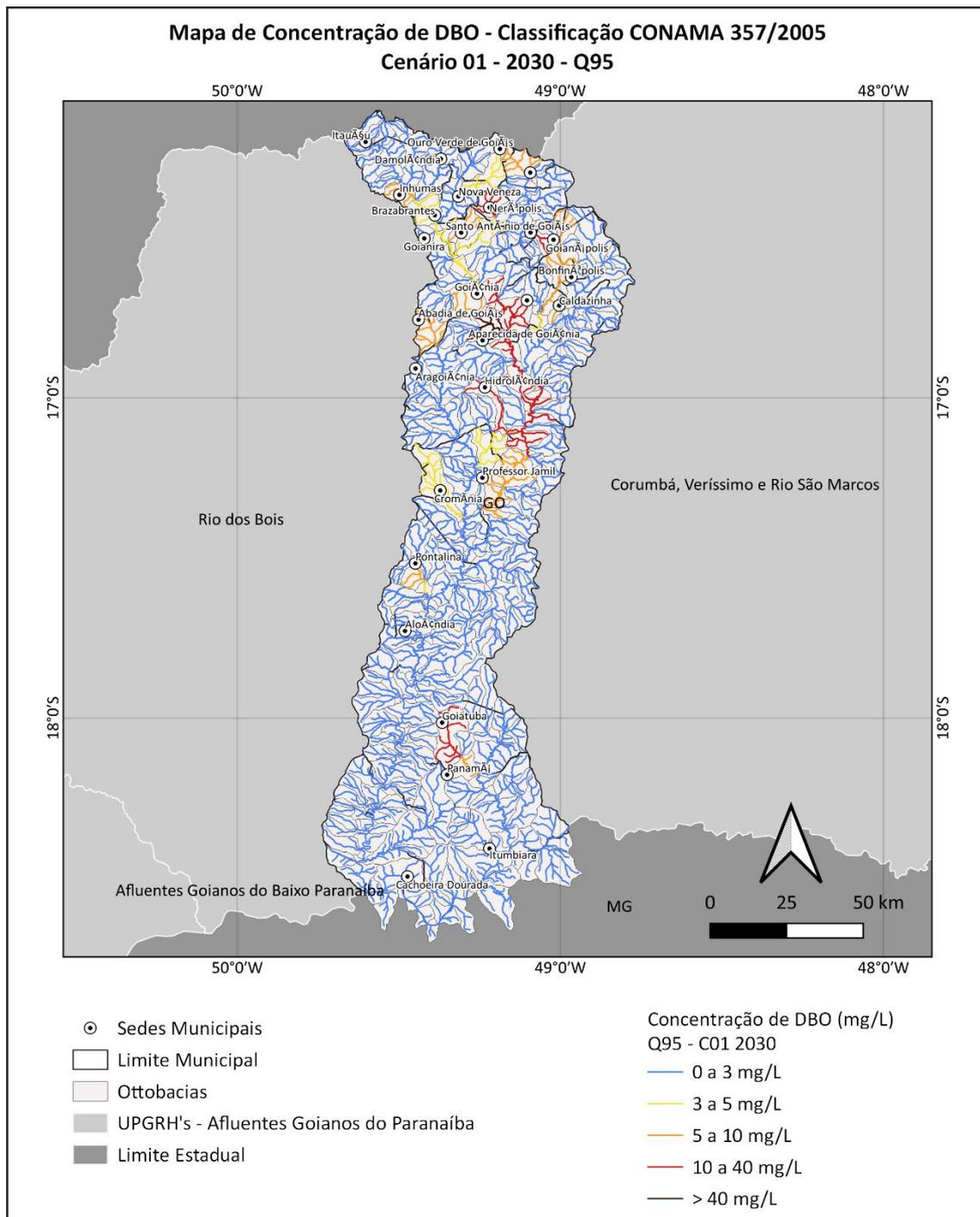


Figura 43 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2030 na UPRGH do Rio Meia Ponte.

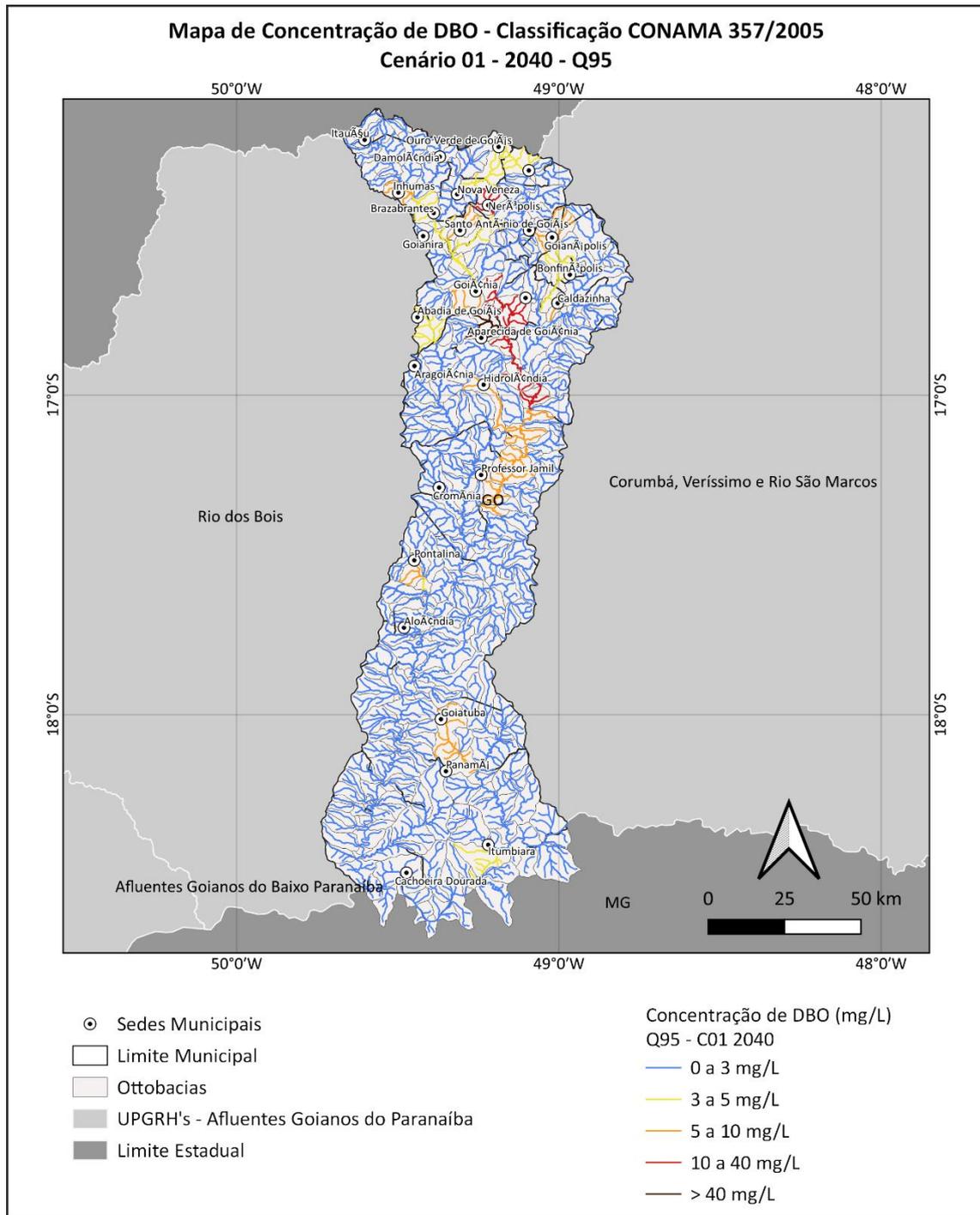


Figura 44 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2040 na UPRGH do Rio Meia Ponte.

Com base nessas considerações de atendimento de classes de qualidade da água foi elaborada a Proposta de Enquadramento para a UPGRH do Rio Meia Ponte para as condições atual, 2025, 2030 e 2040 e apresentada da Figura 45 à Figura 48.

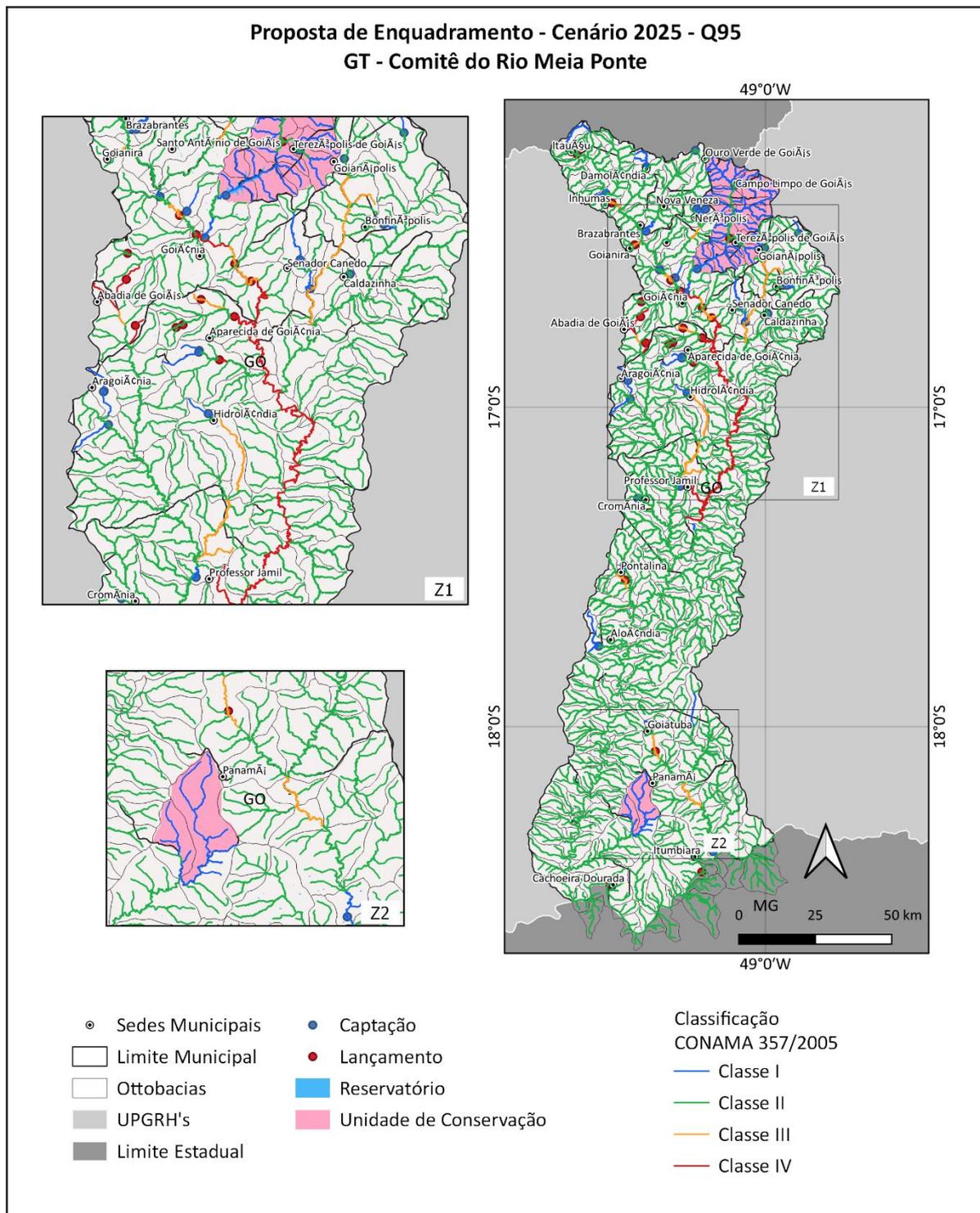


Figura 46 – Proposta de enquadramento para o ano de 2025 da UPRGH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.

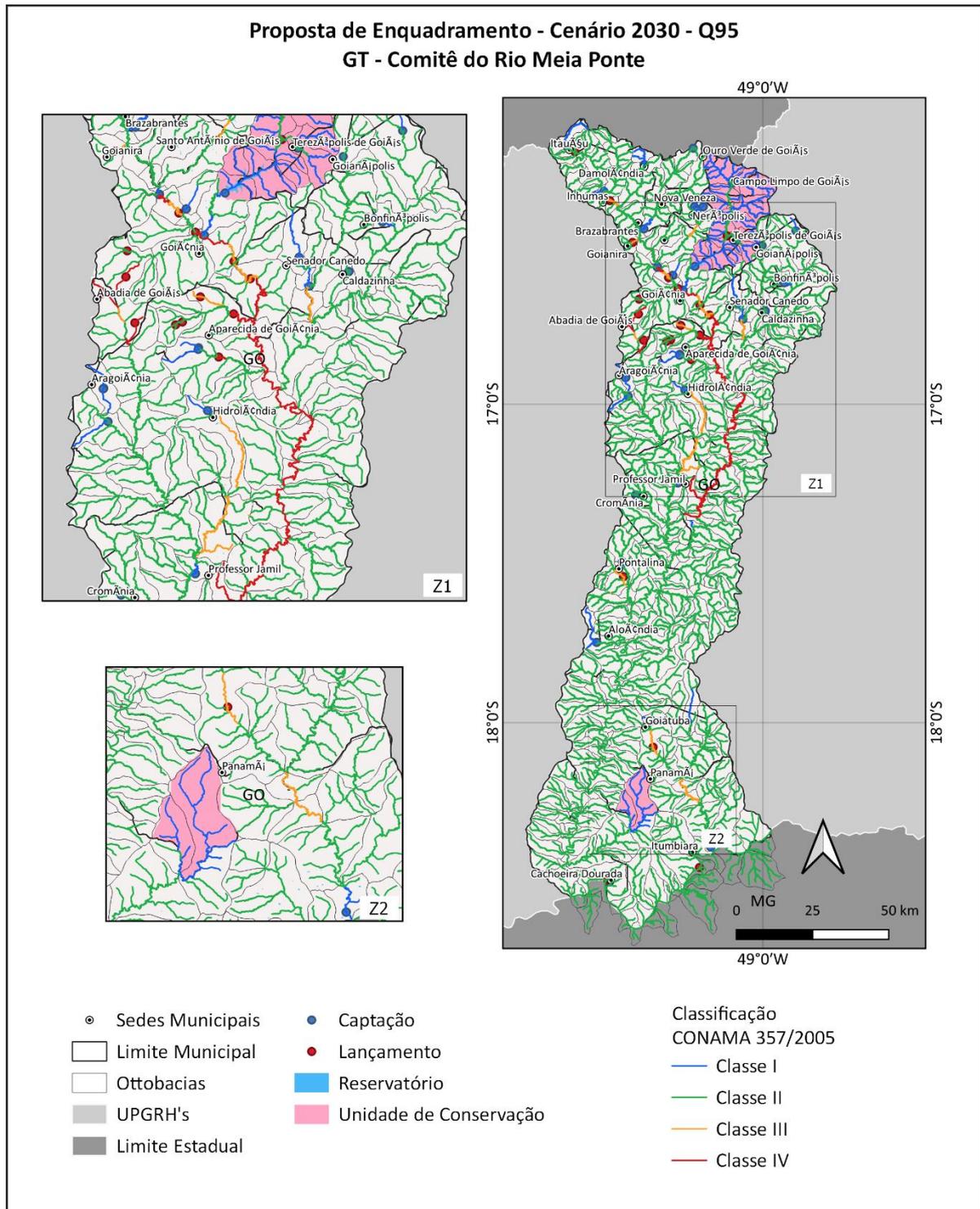


Figura 47 – Proposta de enquadramento para o ano de 2030 da UPRGH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.

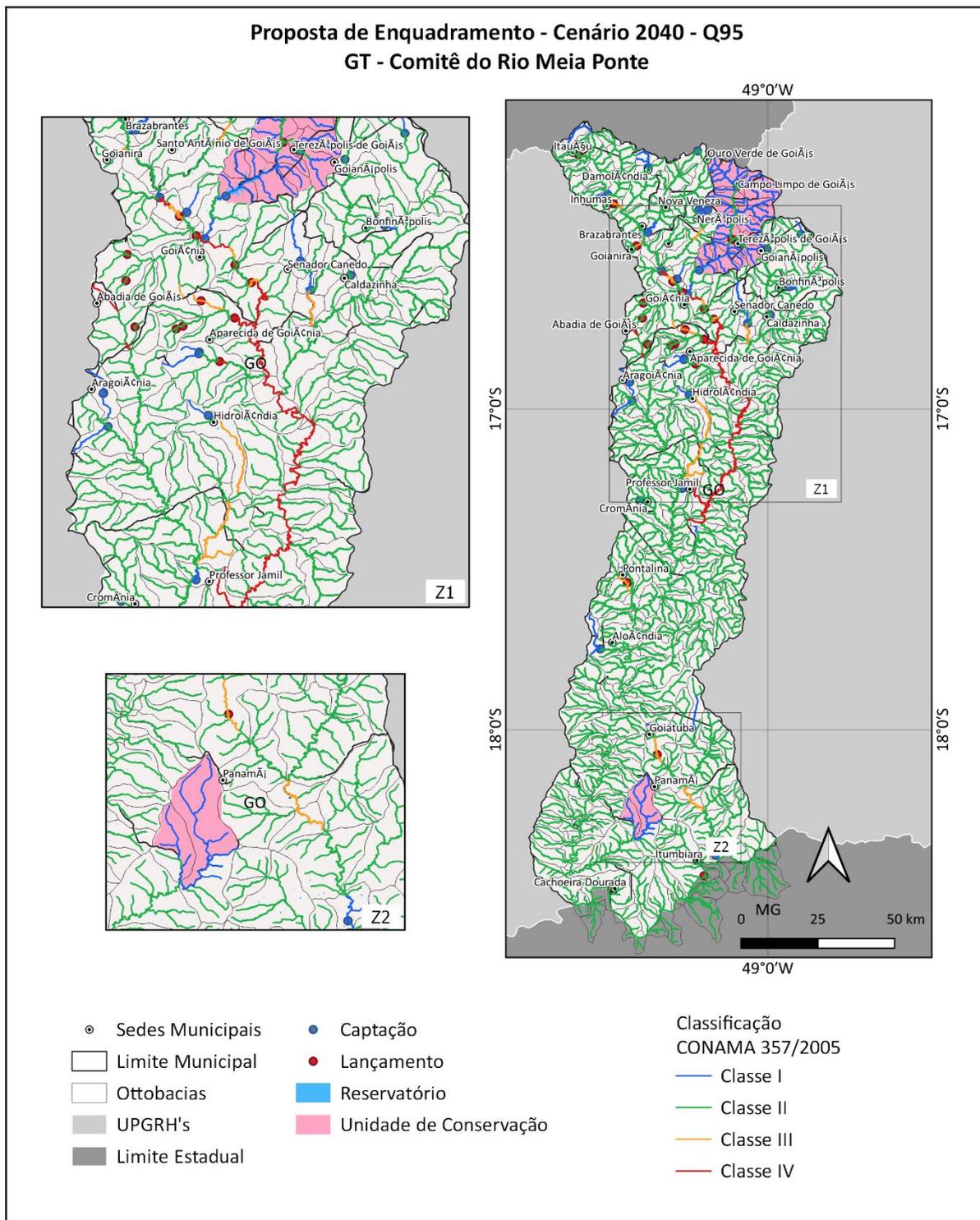


Figura 48 – Proposta de enquadramento para o ano de 2040 da UPRGH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho do Comitê de Bacias.

7.3.2. Grupo de Trabalho da SEMAD

A Tabela 5 apresenta o aumento da produção de DBO com o aumento da população em cada ano. A eficiência de remoção foi determinada após análise da proposta inicial pelo GT SEMAD. Assim, definidas as eficiências de remoção, foram determinadas as cargas remanescentes.

A Tabela 5 apresenta ainda as sugestões de intervenções a fim de alcançar as metas de qualidade propostas pelo Comitê de Bacia, que nesse cenário, correspondem as medidas de controle para que possam ser melhoradas as questões referentes à qualidade das águas.

A Tabela 6 mostra as concentrações de DBO para cada ano e município e classes segundo a Resolução nº 357 do CONAMA para cada manancial e ano conforme a eficiência de remoção aplicada.

Assim, as intervenções nos municípios de maior porte que já possuem coleta parcial do esgoto envolvem desde a complementação da rede até a melhoria do desempenho e/ou implantação de estações de tratamento de esgoto. A meta padrão de atendimento da rede é de 95%. Essas melhorias são fundamentais para redução da carga poluidora e assim ocorra melhoria na qualidade da água e assim se torne possível alcançar a classe de qualidade esperada. Essas intervenções encontram-se descritas na Tabela 6.

Tabela 5 – Eficiência de remoção e carga de DBO gerada por dia por município de UPGRH do Rio Meia Ponte considerando as sugestões do GT SEMAD.

Município	Carga bruta lançada (kgDBO/dia)				Eficiência de remoção (%)				Carga remanescente (kgDBO/dia)				Medidas
	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040	
Abadia de Goiás	473.7	473.74	574.8	666.51	39.7%	50.0%	65.0%	90.0%	285.7	201.2	201.2	66.7	Ampliação da Rede
Aloândia	112.1	112.05	108.2	103.59	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%	95.0	91.8	91.8	87.8	
Aparecida de Goiânia	28735.3	28735.29	34270.2	39287.99	20.8%	50.0%	65.0%	97.0%	22760.2	11994.6	11994.6	1178.6	Ampliação da Rede
Bonfinópolis	479.3	479.30	598.1	708.88	2.7%	10.0%	40.0%	60.0%	466.6	358.9	358.9	283.6	Sistema Individual
Brazabrantes	192.5	192.51	220.5	245.88	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	189.3	216.8	216.8	241.7	
Cachoeira Dourada	451.9	451.93	443.1	430.84	68.2%	68.2%	68.2%	68.2%	143.9	141.1	141.1	137.2	
Caldazinha	197.9	197.86	212.7	224.58	37.8%	45.0%	55.0%	60.0%	123.1	95.7	95.7	89.8	Sistema Individual
Campo Limpo de Goiás	389.8	389.83	489.8	580.05	11.0%	20.0%	60.0%	83.7%	346.9	195.9	195.9	94.5	Ampliação da Rede e Nova Eta
Cromínia	195.0	194.99	190.0	183.67	29.2%	29.2%	29.2%	29.2%	138.0	134.5	134.5	130.0	
Damolândia	157.6	157.63	171.5	183.53	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%	132.1	143.8	143.8	153.9	
Goianópolis	618.8	618.84	605.9	597.92	8.7%	20.0%	75.0%	92.2%	565.0	151.5	151.5	46.9	Implantação da Rede e Nova Eta
Goiânia	78226.5	78226.51	90873.4	102435.68	51.7%	70.0%	80.0%	92.2%	37792.3	18174.7	18174.7	8041.2	Melhoria da ETE e Ampliação da Rede
Goianira	2178.3	2178.25	2965.0	3652.85	46.8%	50.0%	75.0%	92.2%	1158.4	741.2	741.2	286.7	Ampliação da Rede E ETE
Goiatuba	1845.7	1845.67	1956.4	2047.59	40.9%	70.0%	80.0%	92.2%	1091.1	391.3	391.3	160.7	Ampliação da Rede E ETE
Hidrolândia	1086.5	1086.53	1335.1	1565.75	10.9%	40.0%	80.0%	92.2%	968.4	267.0	267.0	122.9	Ampliação da Rede e Nova Eta
Inhumas	2804.3	2804.33	2996.3	3149.05	69.3%	69.3%	75.0%	85.0%	860.3	749.1	749.1	472.4	
Itauçu	485.4	485.35	516.2	541.85	83.4%	83.4%	83.4%	83.4%	80.3	85.4	85.4	89.7	
Itumbiara	5483.4	5483.38	6226.3	6896.74	84.2%	84.2%	84.2%	84.2%	866.4	983.7	983.7	1089.7	
Nerópolis	1501.8	1501.85	1816.5	2107.67	43.2%	60.0%	75.0%	92.2%	853.3	454.1	454.1	165.5	Implantação da Rede e Nova Eta
Nova Veneza	499.4	499.45	598.8	690.41	3.4%	10.0%	40.0%	60.0%	482.3	359.3	359.3	276.2	Sistema Individual
Ouro Verde de Goiás	215.6	215.62	197.8	178.75	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	214.7	197.0	197.0	178.0	
Panamá	146.7	146.72	141.4	135.08	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	146.2	140.9	140.9	134.6	Ampliação da Rede e Nova Eta
Pontalina	968.4	968.38	997.6	1016.38	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	193.7	199.5	199.5	203.3	
Professor Jamil	181.9	181.93	174.5	165.84	6.2%	6.2%	6.2%	6.2%	170.6	163.6	163.6	155.5	
Santo Antônio de Goiás	305.6	305.59	397.0	483.11	6.0%	10.0%	40.0%	60.0%	287.3	238.2	238.2	193.2	Sistema Individual

Município	Carga bruta lançada (kgDBO/dia)				Eficiência de remoção (%)				Carga remanescente (kgDBO/dia)				Medidas
	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040	
Senador Canedo	5559.1	5559.14	7308.0	8975.98	14.2%	20.0%	60.0%	92.2%	4770.2	2923.2	2923.2	704.6	Implantação da Rede e Nova Eta
Terezópolis de Goiás	405.7	405.70	487.8	563.63	4.7%	20.0%	80.0%	92.2%	386.8	97.6	97.6	44.2	Implantação da Rede e Nova Eta

Tabela 6 – Concentrações de DBO e classes segundo CONAMA para a UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	Q95	Vaz Efluente	Concentração				Classes			
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040
Abadia de Goiás	0.36	0.02	8.77	8.05	6.18	2.05	Classe III	Classe III	Classe III	Classe II
Aloândia	33.11	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Aparecida de Goiânia	0.64	1.11	150.24	103.98	79.18	7.78	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III
Bonfinópolis	1.06	0.02	5.11	5.31	3.93	3.10	Classe III	Classe III	Classe II	Classe II
Brazabrantes	3.52	0.01	0.62	0.67	0.71	0.79	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Cachoeira Dourada	7.11	0.02	0.23	0.23	0.23	0.22	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Caldazinha	0.11	0.01	12.82	11.76	9.97	9.36	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe III
Campo Limpo de Goiás	0.40	0.02	9.91	10.06	5.60	2.70	Classe III	Classe IV	Classe III	Classe II
Cromínia	0.49	0.01	3.27	3.23	3.19	3.08	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Damolândia	1.35	0.01	1.14	1.19	1.24	1.32	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Goianópolis	0.28	0.02	23.73	20.58	6.36	1.97	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II
Goiânia	12.57	4.19	34.79	23.35	16.73	7.40	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III
Goianira	1.20	0.08	11.17	12.39	7.15	2.76	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II
Goiatuba	0.41	0.07	30.48	15.93	10.93	4.49	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe II
Hidrolândia	0.31	0.04	35.69	26.78	9.84	4.53	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II
Inhumas	2.07	0.11	4.82	4.98	4.19	2.64	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II

Município	Q95	Vaz Efluente	Concentração				Classes			
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	Atual	2025	2030	2040	Atual	2025	2030	2040
Itaçu	0.37	0.02	2.48	2.56	2.64	2.77	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Itumbiara	5.26	0.21	1.91	2.04	2.16	2.40	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Nerópolis	0.33	0.06	29.96	23.30	15.94	5.81	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III
Nova Veneza	0.68	0.02	8.23	8.43	6.13	4.71	Classe III	Classe III	Classe III	Classe II
Ouro Verde de Goiás	0.55	0.01	4.52	4.33	4.15	3.75	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Panamá	0.86	0.01	1.96	1.93	1.89	1.81	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Pontalina	0.41	0.04	5.52	5.61	5.69	5.80	Classe III	Classe III	Classe III	Classe III
Professor Jamil	4.26	0.01	0.46	0.45	0.44	0.42	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Santo Antônio de Goiás	0.33	0.01	10.05	11.06	8.33	6.76	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe III
Senador Canedo	13.22	0.21	4.18	4.51	2.56	0.62	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Terezópolis de Goiás	0.16	0.02	27.77	25.66	7.00	3.18	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II

Da mesma forma para se efetuar a definição das classes efetuou-se a simulação da dinâmica da carga orgânica nos afluentes (Figura 49 a Figura 52)). Em seguida elaborou-se a proposta de enquadramento (Figura 53 a Figura 56).

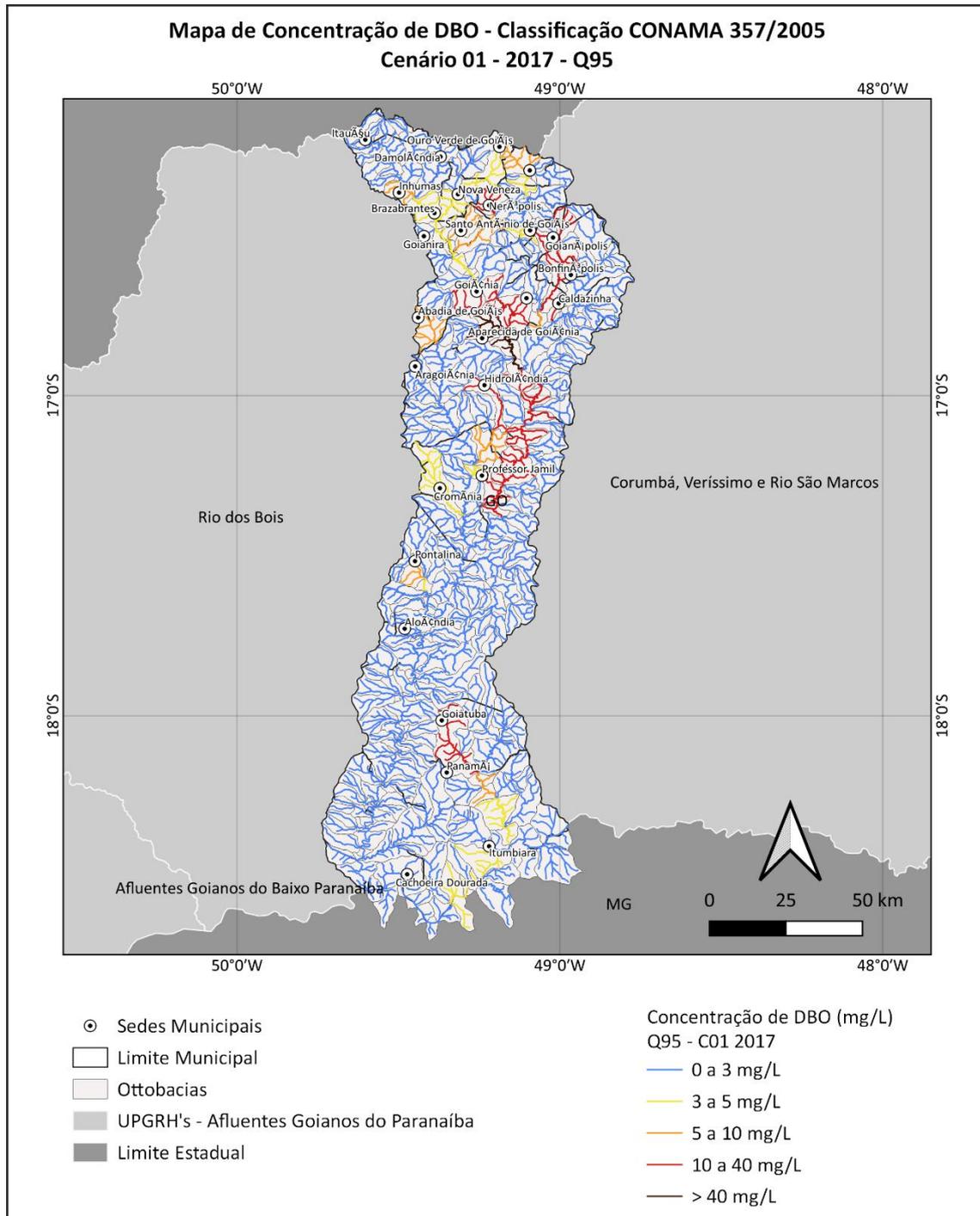


Figura 49 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para a condição atual na UPRGH do Rio Meia Ponte.

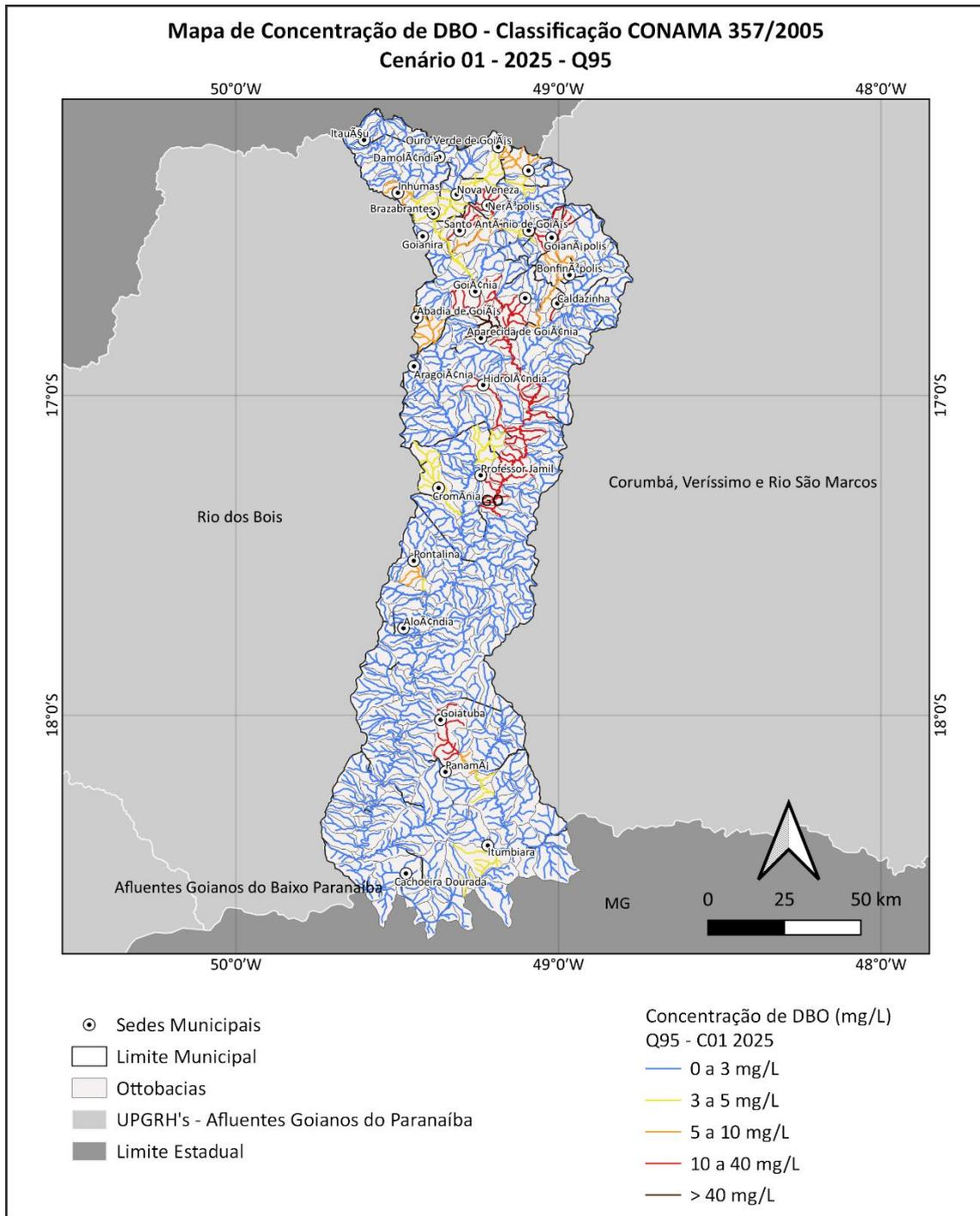


Figura 50 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2025 na UPRGH do Rio Meia Ponte.

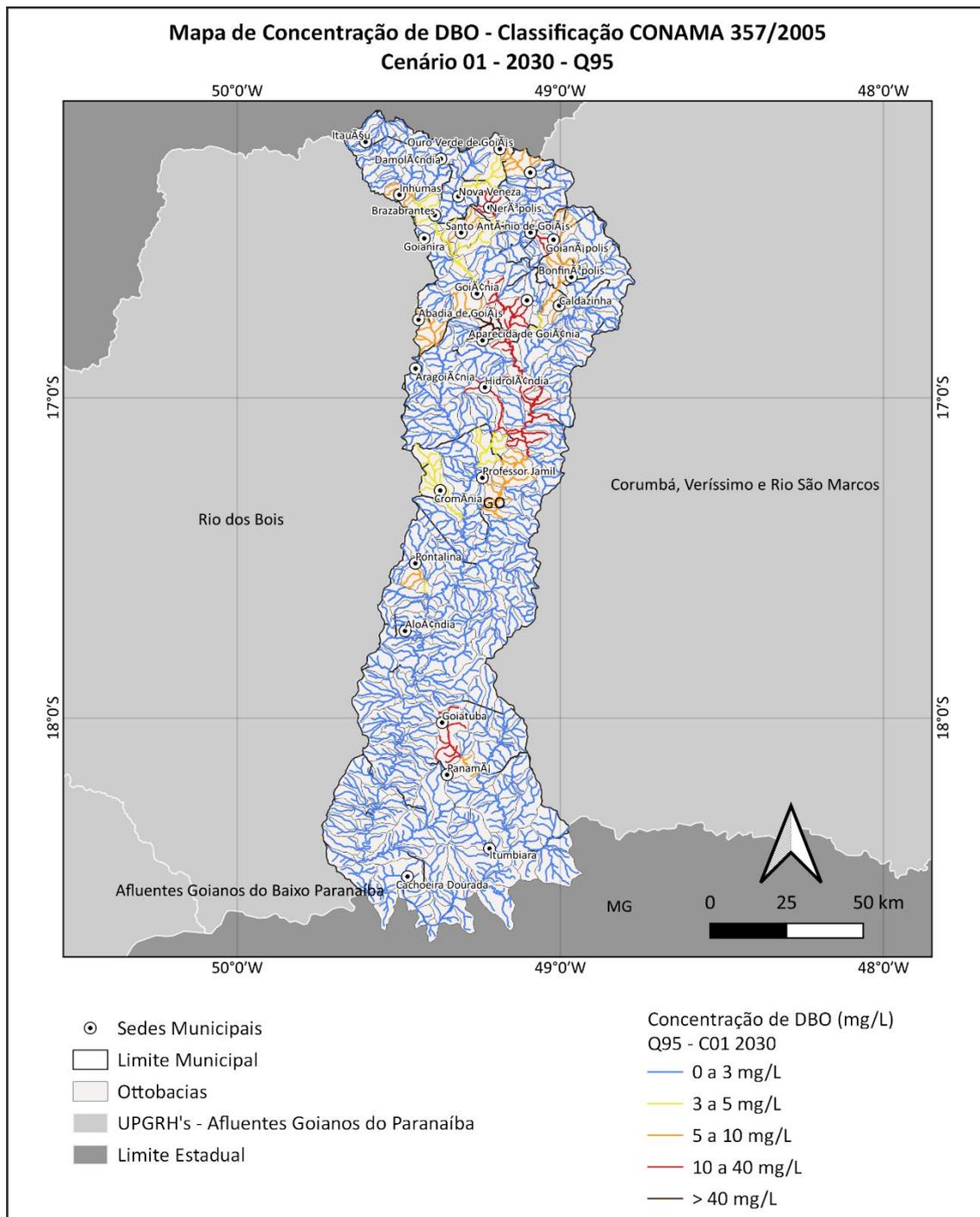


Figura 51 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2030 na UPRGH do Rio Meia Ponte.

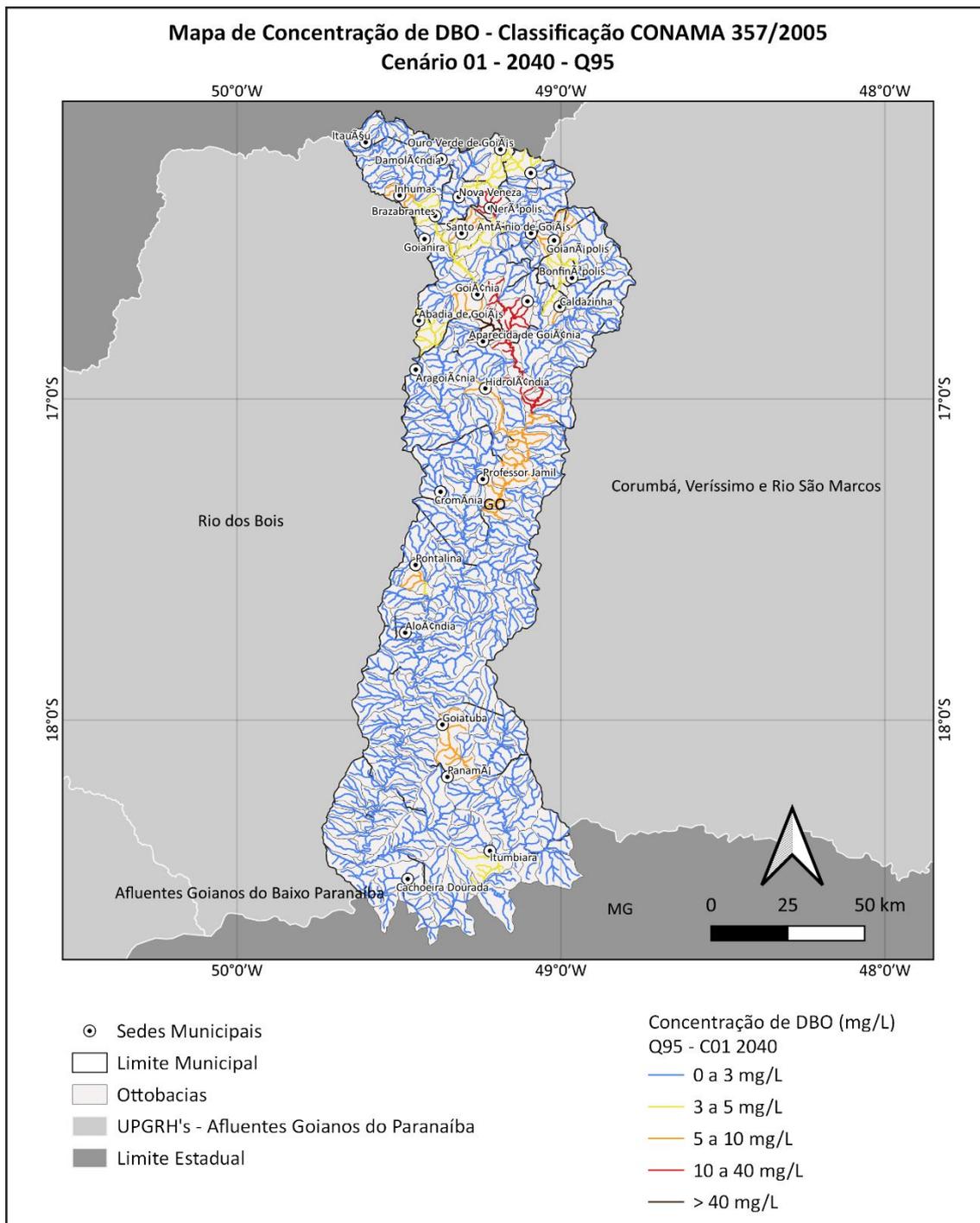


Figura 52 – Mapa de da concentração da DBO considerando as medidas para redução da carga orgânica para o ano de 2040 na UPRGH do Rio Meia Ponte.

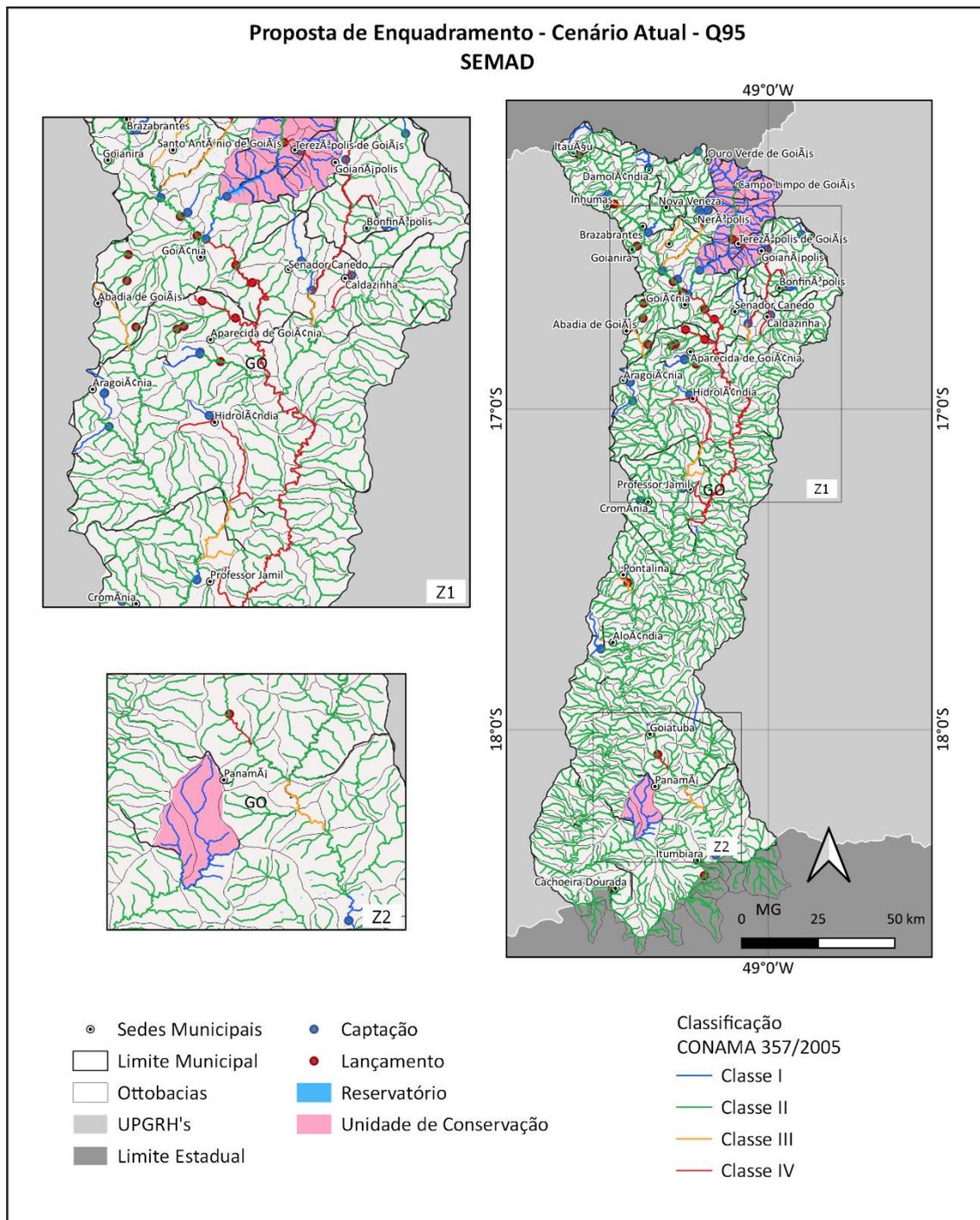


Figura 53 – Proposta de enquadramento para a condição atual da UPRH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.

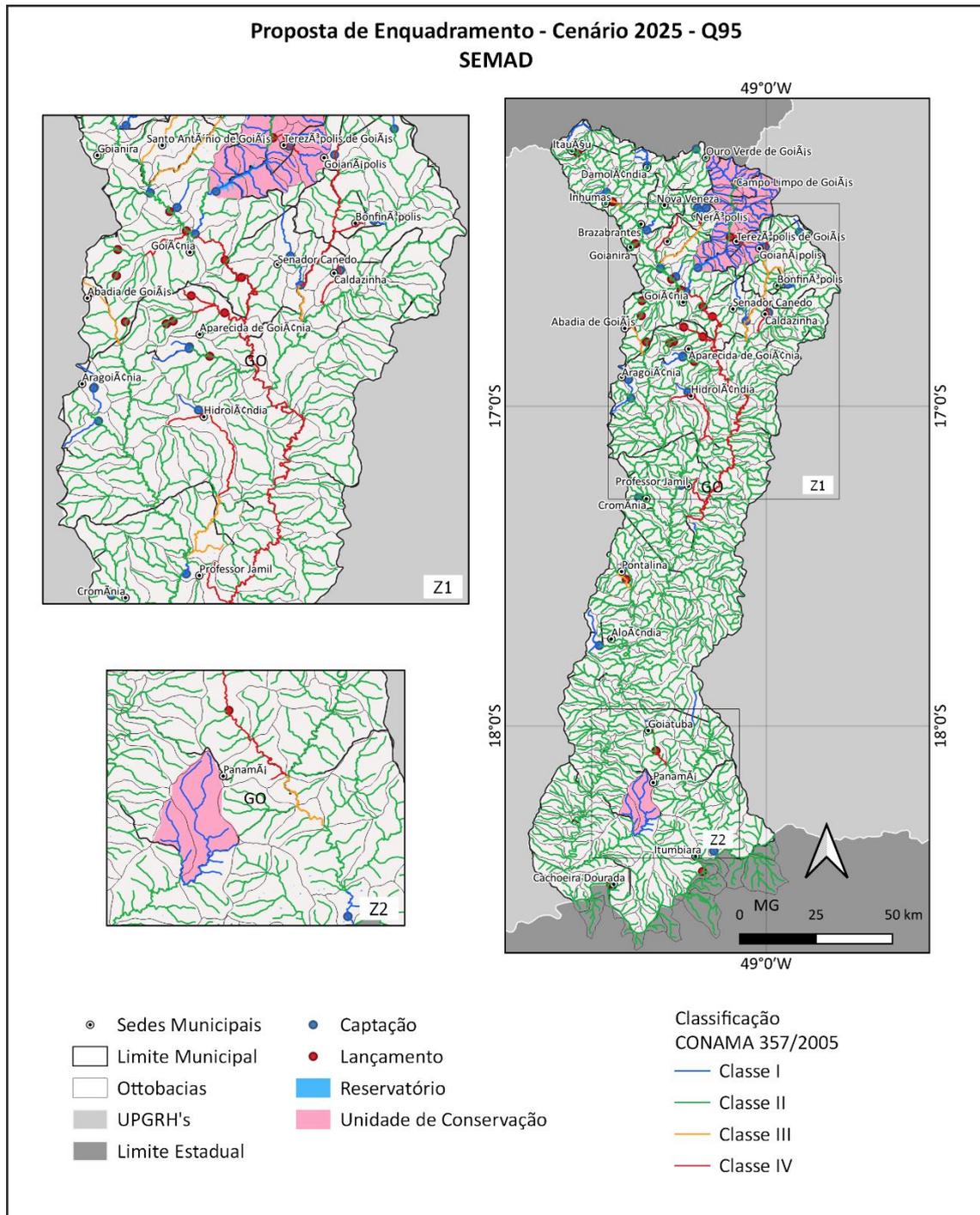


Figura 54 – Proposta de enquadramento para o ano de 2025 da UPRGH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.

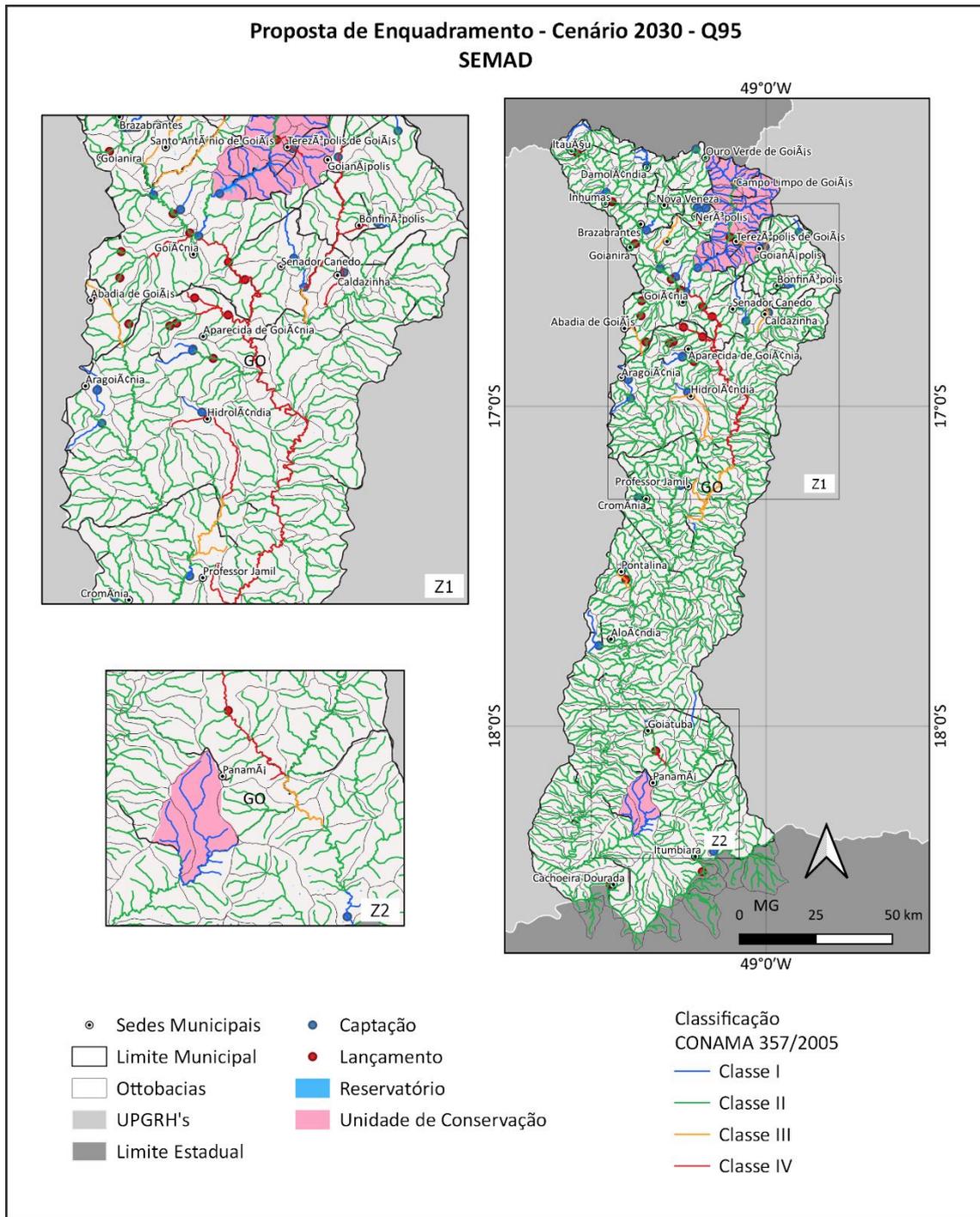


Figura 55 – Proposta de enquadramento para o ano de 2030 da UPRGH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.

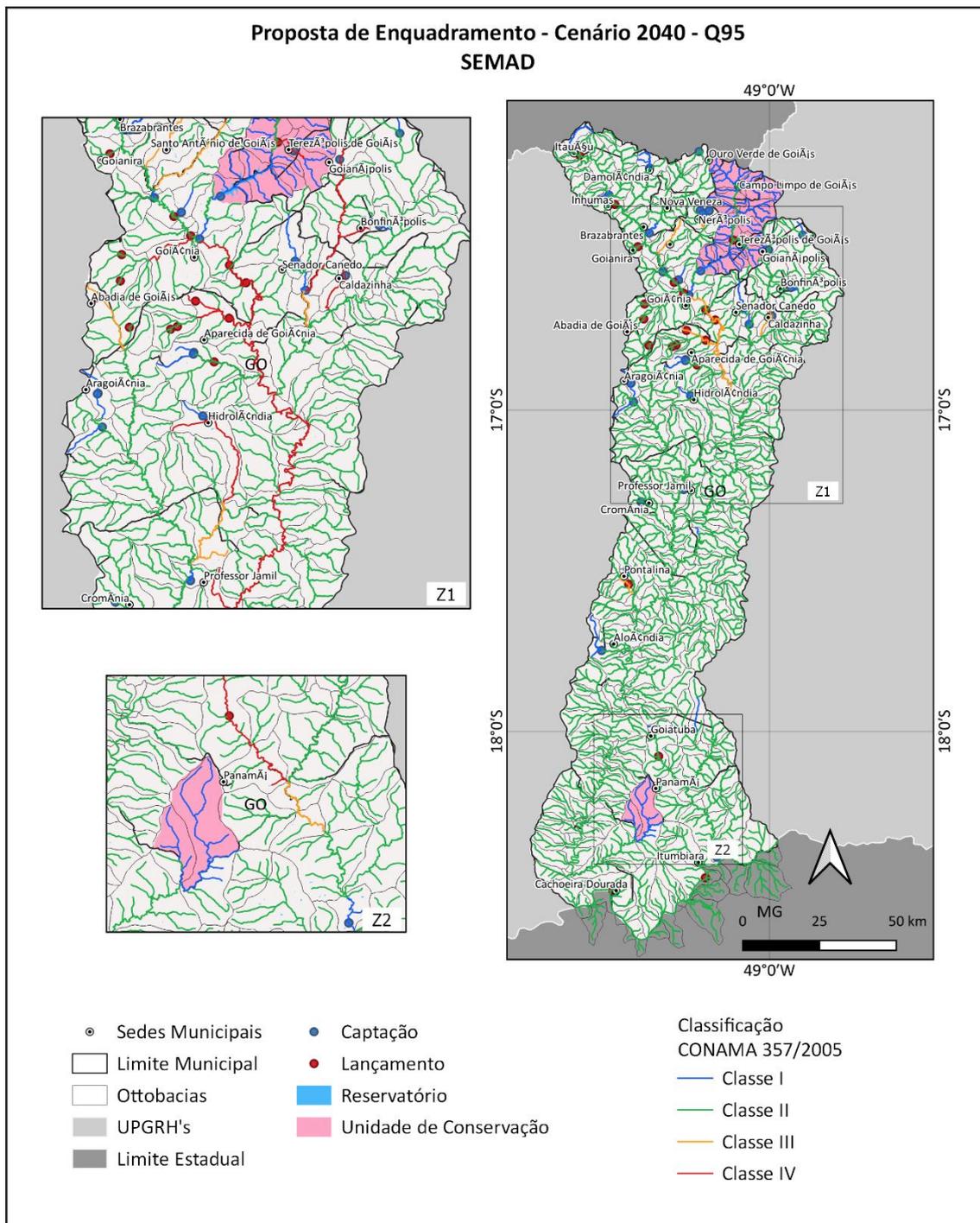


Figura 56 – Proposta de enquadramento para o ano de 2040 da UPRGH do Rio Meia Ponte considerando a Proposta do Grupo de Trabalho da SEMAD.

8. PLANO DE INVESTIMENTO

Os investimentos em recursos hídricos requerem uma articulação entre os diferentes atores envolvidos com a sua gestão e o seu uso, necessitando de cooperação entre os governos federal, estadual e municipal, o setor privado, e os diversos segmentos da sociedade e das entidades de governo.

Os custos de implementação do sistema de coleta de esgotos sanitários foram baseados em estimativas informadas em ANA (2017) com atualização para o período em que os preços foram levantados (2015) até a condição atual.

Assim, os valores empregados para as ETEs e redes de abastecimento foram:

- ETEs com eficiência de 80%: R\$ 110.124 x Q(L/s)^{1.09}
- ETEs com eficiência de 93%: R\$ 185.535 x Q(L/s)^{0.97}

Os valores empregados para redes coletoras foi de R\$ 1.435,00 por habitante enquanto que para os sistemas individuais o custo per capita foi de R\$ 550,00.

8.1.1. Proposta Grupo de Trabalho do Comitê de Bacia

Com base nesses valores e na necessidade definida nas medidas de enquadramento foram efetuados os cálculos para determinar os valores de investimento em Rede, ETEs e Solução Individual para cada Município. Os valores são apresentados na Tabela 7. Os valores encontrados foram de R\$ 2.041.068.565,24 com um investimento per capita de R\$ 585,71.

A Tabela 8 apresenta o plano de desembolso para o atendimento das metas de qualidade da água relativa aos serviços municipais de saneamento.

Tabela 7 – Valores referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPRH do Rio Meia Ponte GT Comitê.

Município	Valor ETE (R\$)	Não Atendimento Rede	Valor (REDE) (R\$)	Valor (Solução Individual) (R\$)	Total Total (R\$)	Total PerCapita (R\$)
Abadia de Goiás		56%	9,034,339		9,034,339	732
Aloândia						
Aparecida de Goiânia		82%	876,997,686		876,997,686	1,109
Bonfinópolis		100%		7,895,201	7,895,201	550
Brazabrantes						
Cachoeira Dourada						
Caldazinha		100%		2,374,756	2,374,756	550
Campo Limpo de Goiás		100%		6,374,358	6,374,358	550
Cromínia						
Damolândia		100%		1,881,466	1,881,466	550
Goianópolis	3,819,778.23	100%	14,795,061		18,614,839	1,715
Goiânia	333,330,817.46	13%	227,945,654		561,276,471	283
Goianira		64%	62,890,304		62,890,304	847
Goiatuba		61%	30,509,066		30,509,066	807
Hidrolândia	10,666,540.54	13%	3,591,385		14,257,925	456
Inhumas		25%	17,040,008		17,040,008	287
Itauçu						-
Itumbiara						
Nerópolis	14,160,544.89	100%	57,116,002		71,276,547	1,701
Nova Veneza		100%		7,491,205	7,491,205	550
Ouro Verde de Goiás						
Panamá	638,626.63	44%	1,347,576		1,986,202	825
Pontalina						
Professor Jamil						
Santo Antônio de Goiás		100%		5,463,092	5,463,092	550
Senador Canedo	73,082,813.87	100%	253,984,308		327,067,122	1,756
Terezópolis de Goiás	3,403,071.26	100%	15,234,904		18,637,975	1,668
Total					2,041,068,565	585.71

Tabela 8 – Valores de desembolso para o prazo do plano referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a proposta do GT Comitê.

Município	2020-2025	2025-2030	2030-2040
Abadia de Goiás	2,258,584.81	2,258,584.81	4,517,169.62
Aloândia			
Aparecida de Goiânia	219,249,421.55	219,249,421.55	438,498,843.11
Bonfinópolis	1,973,800.23	1,973,800.23	3,947,600.45
Brazabrantes	-	-	-
Cachoeira Dourada	-	-	-
Caldazinha	593,689.10	593,689.10	1,187,378.19
Campo Limpo de Goiás	2,124,786.15	2,124,786.15	2,124,786.15
Cromínia	-	-	-
Damolândia	627,155.37	627,155.37	627,155.37
Goianápolis	6,204,946.34	6,204,946.34	6,204,946.34
Goiânia	187,092,157.16	187,092,157.16	187,092,157.16
Goianira	20,963,434.64	20,963,434.64	20,963,434.64
Goiatuba	10,169,688.65	10,169,688.65	10,169,688.65
Hidrolândia	4,752,641.77	4,752,641.77	4,752,641.77
Inhumas	5,680,002.80	5,680,002.80	5,680,002.80
Itauçu	-	-	-
Itumbiara	-	-	-
Nerópolis	23,758,848.99	23,758,848.99	23,758,848.99
Nova Veneza	2,497,068.47	2,497,068.47	2,497,068.47
Ouro Verde de Goiás	-	-	-
Panamá	662,067.45	662,067.45	662,067.45
Pontalina	-	-	-
Professor Jamil	-	-	-
Santo Antônio de Goiás	1,821,030.71	1,821,030.71	1,821,030.71
Senador Canedo	109,022,373.99	109,022,373.99	109,022,373.99
Terezópolis de Goiás	6,212,658.32	6,212,658.32	6,212,658.32
Total	605,664,356.52	605,664,356.52	829,739,852.20

8.1.2. Proposta Grupo de Trabalho da SEMAD

Para a proposta do GT SEMAD, os valores encontrados são apresentados na Tabela 9. Os valores encontrados foram de R\$ 2.639.381.495,86 com um investimento per capita de R\$ 757,41. A Tabela 10 apresenta o plano de desembolso para o atendimento das metas de qualidade da água relativa aos serviços municipais de saneamento.

A proposta apresentada pelo GT SEMAD ficou 29,3% superior aos valores encontrados na proposta do GT Comitês. Essa diferença é proveniente principalmente de um gasto maior com a melhoria da eficiência das ETEs, necessária para se ter uma redução maior da carga.

Tabela 9 – Valores referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a proposta do GT SEMAD.

Município	Valor ETE (R\$)	Não Atendimento Rede	Valor (REDE) (R\$)	Valor (Solução Individual) (R\$)	Total Total (R\$)	Total PerCapita (R\$)
Abadia de Goiás		56%	8,148,620		8,148,620	660.19
Aloândia						
Aparecida de Goiânia	225,355,927.83	82%	933,724,574		1,159,080,502	1,466.25
Bonfinópolis		100%		7,895,201	7,895,201	550.00
Brazabrantes						
Cachoeira Dourada						
Caldazinha		100%		2,374,756	2,374,756	550.00
Campo Limpo de Goiás	5,559,348.70	82%	12,026,092	6,374,358	23,959,799	2,067.33
Cromínia						
Damolândia		100%		1,881,466	1,881,466	550.00
Goianápolis	5,211,979.60	100%	14,795,061		20,007,040	1,843.75
Goiânia	594,805,013.53	13%	227,945,654		822,750,668	414.42
Goianira	10,444,594.31	64%	62,890,304		73,334,898	987.40
Goiatuba	5,308,080.34	61%	30,509,066		35,817,146	946.91
Hidrolândia	14,709,094.36	13%	3,591,385		18,300,479	585.06
Inhumas		25%	17,040,008		17,040,008	287.04
Itaçu						-
Itumbiara						
Nerópolis	19,584,429.88	100%	57,116,002		76,700,432	1,830.95
Nova Veneza		100%		7,491,205	7,491,205	550.00
Ouro Verde de Goiás						
Panamá	638,626.63	44%	1,347,576		1,986,202	824.99

Município	Valor ETE (R\$)	Não Atendimento Rede	Valor (REDE) (R\$)	Valor (Solução Individual) (R\$)	Total Total (R\$)	Total PerCapita (R\$)
Pontalina						
Professor Jamil						
Santo Antônio de Goiás		100%		5,463,092	5,463,092	550.00
Senador Canedo	84,527,696.94	100%	253,984,308		338,512,005	1,817.20
Terezópolis de Goiás	3,403,071.26	100%	15,234,904		18,637,975	1,668.00
Total	969,547,863.37		1,638,353,553.10		2,639,381,495.86	757.41

Tabela 10 – Valores de desembolso para o prazo do plano referentes à melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando a proposta do GT SEMAD.

Município	2020-2025	2025-2030	2030-2040
Abadia de Goiás	2,037,154.93	2,037,154.93	4,074,309.85
Aloândia			
Aparecida de Goiânia	289,770,125.48	289,770,125.48	579,540,250.95
Bonfinópolis	1,973,800.23	1,973,800.23	3,947,600.45
Brazabrantes	-	-	-
Cachoeira Dourada	-	-	-
Caldazinha	593,689.10	593,689.10	1,187,378.19
Campo Limpo de Goiás	7,986,599.65	7,986,599.65	7,986,599.65
Cromínia	-	-	-
Damolândia	627,155.37	627,155.37	627,155.37
Goianápolis	6,669,013.46	6,669,013.46	6,669,013.46
Goiânia	274,250,222.52	274,250,222.52	274,250,222.52
Goianira	24,444,966.08	24,444,966.08	24,444,966.08
Goiatuba	11,939,048.76	11,939,048.76	11,939,048.76
Hidrolândia	6,100,159.71	6,100,159.71	6,100,159.71
Inhumas	5,680,002.80	5,680,002.80	5,680,002.80
Itauçu	-	-	-
Itumbiara	-	-	-
Nerópolis	25,566,810.66	25,566,810.66	25,566,810.66
Nova Veneza	2,497,068.47	2,497,068.47	2,497,068.47
Ouro Verde de Goiás	-	-	-
Panamá	662,067.45	662,067.45	662,067.45
Pontalina	-	-	-
Professor Jamil	-	-	-
Santo Antônio de Goiás	1,821,030.71	1,821,030.71	1,821,030.71
Senador Canedo	112,837,335.02	112,837,335.02	112,837,335.02
Terezópolis de Goiás	6,212,658.32	6,212,658.32	6,212,658.32
Total	781,668,908.71	781,668,908.71	1,076,043,678.44

9. CONSIDERAÇÕES

A remoção da matéria orgânica nos curso d'água da bacia do Meia Ponte é essencial para se ter uma melhora efetiva da qualidade da água. As duas propostas de enquadramento são bem similares na maior parte dos trechos mas difere nas regiões com maior concentração urbana, onde os mananciais receptores têm vazões menores não suportando o aporte sem um nível de tratamento elevado, da ordem de 97%. Essa melhoria no tratamento é a principal diferença entre as duas propostas.

Antes de emissão de novas outorgas de lançamento, um levantamento de campo deve ser feito na época da estiagem (meses de julho – setembro) avaliando a qualidade da água em diferentes pontos no curso d'água, de modo a se ter parâmetros mais corretos do modelo e principalmente informações diretas dos lançamentos feitos.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água / Agência Nacional de Águas. Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos ; v.5 --** ISBN: 978-85-89629-96-6. 68 p. Brasília: ANA, 2013.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, 620p. 1978.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

BRASIL. Resolução CONAMA 359, de 03 de abril de 2008. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

BRASIL. Resolução CONAMA 430, de 13 de maio de 2011. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CHAUDHRY, M. Hanif. **Open-channel flow.** Springer Science & Business Media, 2007.

CORADI, C.C; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, vol. 4, núm. 2, pp. 46-56 Universidade de Taubaté, Brasil. 2009.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. **Definição do Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana. Relatório da Etapa B Enquadramento.** Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Estado do Espírito Santo. 96p. 2019.

RIGHETTO, A.M. **Manejo de águas pluviais urbanas.** Rio de Janeiro: ABES. 396p. 2009.

SHOJAEI, N. Automatic Calibration of Water Quality and Hydrodynamic Model (CE-QUAL-W2). Dissertations and Theses. Paper 1942. 2014.

