



# DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO E PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS

## RELATÓRIO DA ETAPA B

### ENQUADRAMENTO



Foz natural do rio São Mateus (Conceição da Barra/ES)  
foto: Micaelly Rupf

FEVEREIRO/2019

## APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Relatório Técnico da Etapa B (REB) do processo de planejamento dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. O objetivo central deste relatório é apresentar o processo de Enquadramento dos corpos hídricos superficiais em classes de uso, onde foram definidos os usos futuros pretendidos, cenários de Enquadramento e metas progressivas e finais para serem alcançadas no horizonte de planejamento previsto. Ele é parte integrante dos produtos originados do projeto *Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itabapoana (parte capixaba), Itapemirim, Itaúnas, Novo e São Mateus (parte capixaba) como subsídio fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos*. O referido projeto foi coordenado pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) e pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação (FAPES) e com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA).

## **COORDENAÇÃO E EQUIPE TÉCNICA**

### **Coordenação**

Felipe Dutra Brandão  
Monica Amorim Gonçalves  
Pablo Medeiros Jabor

### **Equipe administrativa**

Murilo Ribeiro Spala  
Dianne dos Santos Silva

### **Equipe técnica**

Bruna Zuqui Freitas - Economista  
Bruno Peterle Vaneli – Engenheiro Ambiental  
Carolina Goulart Bezerra – Engenheira Florestal  
Catarina Eya Campiello Contipelli – Historiadora  
Daniely Marry Neves Garcia – Engenheira Florestal  
Felipe Andrade Silva – Engenheiro Ambiental  
Fernando Mieis Caus - Geógrafo  
Gisele Gavazza Lamberti – Engenheira Ambiental  
Gustavo Lazarini Forreque – Engenheiro Ambiental  
Jéssica Broseghini Loss – Engenheira Agrônoma  
Juliana Pereira Louzada Valory – Engenheira Ambiental  
Larissa Bertoldi – Oceanógrafa  
Lorena Gregório Puppim – Oceanógrafa  
Luana Lavagnoli Moreira – Engenheira Ambiental  
Marcus Vinícius Oliveira Sartório - Geógrafo  
Maycon Chaga da Silva – Bacharel em Ciências Econômicas  
Micaelly Bueno Rupf – Fotógrafa  
Rafael Rezende Novais – Engenheiro Ambiental  
Rayelle Gusmão Tessarollo – Engenheira Ambiental  
Rosangela Maioli Langa – Geógrafa  
Simone Patrocínio - Jornalista  
Taísa da Rosa Barros Proêza – Bacharel em Serviço Social

### **Equipe de apoio**

Bruna Bergamin Aguiar – Graduanda em Economia

Érica Cristina Leocardio Zaninho – Graduada em Geografia

Pedro Henrique Zanoni Filho – Graduando em Economia

## LISTA DE SIGLAS

- AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos
- AMUNES – Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo
- ANA – Agência Nacional de Águas
- APA – Área de Proteção Ambiental
- CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
- CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CONDOESTE – Consórcio Público para o Tratamento e Destinação Final Adequada de Resíduos Sólidos da Região Doce Oeste do Estado do Espírito Santo
- ES – Espírito Santo
- ETA – Estação de Tratamento de Água
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
- IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas
- IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves
- MG – Minas Gerais
- PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico
- PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
- PRH – Plano de Recursos Hídricos
- REA – Relatório Técnico da Etapa A
- REB – Relatório Técnico da Etapa B
- REC – Relatório Técnico da Etapa C
- SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto
- SEAMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

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

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SIGERH/ES – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Espírito Santo

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TED – Termo de Execução Descentralizada

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UP – Unidade de Planejamento

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Resumo das oficinas realizadas na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ...	17
Quadro 3.1 – Descrição dos trechos Propostos para Enquadramento na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	20
Quadro 5.1 - Padrões Estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces. ....	34
Quadro 5.2 - Padrões Estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas Salobras. ....	34
Quadro 5.3 - Projeções futuras para as captações de água superficiais para abastecimento humano. ....	35
Quadro 5.4 - Captação Industrial presente na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	36
Quadro 5.5 - Contribuição per capta dos parâmetros considerados na modelagem. ....	38
Quadro 5.6 - Cargas unitárias adotadas para os tipos de uso do solo das bacias (kg/km <sup>2</sup> /dia). ....	39
Quadro 6.1 - Características das ETEs existentes na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	46
Quadro 6.2 - Concentrações dos principais parâmetros lançados pelas ETEs na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	46
Quadro 6.3 - Dados de lançamentos nas sedes e localidades. ....	47
Quadro 6.4- Concentrações dos principais parâmetros lançados nas sedes e localidades. ..	48
Quadro 6.5 - Lançamentos industriais na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	49
Quadro 7.1 – Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	55
Quadro 8.1 - Metas Progressivas e horizontes temporais de Enquadramento. ....	58
Quadro 8.2 - Metas progressivas representadas por classes de qualidade na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	59
Quadro 8.3 - Vazões e concentrações lançadas pelas ETEs nos cenários intermediários e de Enquadramento. ....	60
Quadro 8.4 - Lançamentos brutos remanescentes nas sedes municipais e localidades. ....	61
Quadro 9.1 - Intervenções em Esgotamento sanitário para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus para alcance da meta de Enquadramento. ....	65

Quadro 9.2 - Intervenções sugeridas no Sistema de Tratamento de Esgotos. ....	67
Quadro 10.1- Sistema de coleta de esgotos sanitários (preço por habitante). ....	69
Quadro 10.2 - Custos referentes aos incrementos no Índice de cobertura da rede de coleta de esgotos. ....	70
Quadro 10.3 - Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgoto e os custos relativos à sua implantação. ....	70
Quadro 10.4 - Custos estimados das Estações de Tratamento de Esgotos.....	71
Quadro 10.5 - Síntese dos custos estimados para Esgotamento Sanitário em Jaguaré, Conceição da Barra e Nova Venécia. ....	74
Quadro 10.6 - Síntese dos custos estimados para Esgotamento Sanitário em Água Doce do Norte, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Ecoporanga, Ponto Belo e Vila Pavão.....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Classes de Enquadramento e respectivos usos e qualidade da água.....	14
Figura 1.2 - Classes de Enquadramento das águas doces e usos respectivos.....	14
Figura 1.3 - Classes de Enquadramento das águas salobras e usos respectivos. ....	15
Figura 1.4 - Classes de Enquadramento das águas salinas e usos respectivos. ....	15
Figura 2.1 - Fluxograma da metodologia empregada no Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	18
Figura 3.1 - Rio da Prata - Trecho 1.....	23
Figura 3.2 - Rio Dois de Setembro - Trecho 3.....	23
Figura 3.3 - Rio Dois de Setembro, à jusante da sede municipal de Ecoporanga - Trecho 3. ....	24
Figura 3.4 - Rio Preto - Trecho 5.....	24
Figura 3.5 - Rio Itaúnas - Trecho 6. ....	25
Figura 3.6 - Rio Muniz - Trecho 8.....	25
Figura 3.7 – Rio Preto, próximo à interseção da rodovia BR-381- Trecho 9,.....	26
Figura 3.8 - Rio Quinze de Novembro - Trecho 10.....	26
Figura 3.9 - Rio Quinze de Novembro na interseção da rodovia ES-137 (à margem da mancha urbana da comunidade Santo Antônio do Quinze) - Trecho 11. ....	27
Figura 3.10 - Rio Abissínia, próximo à interseção da rodovia BR-101 - Trecho 18.....	27
Figura 3.11 - Rio Preto do Sul, próximo à interseção da rodovia BR-101 - Trecho 20.....	28
Figura 3.12 - Rio Preto do Sul , próximo à interseção da rodovia BR-101 - Trecho 20.....	28
Figura 4.1 - Exemplo de análise das etiquetas de usos por trecho de rio.....	30
Figura 4.2 - Pré-Enquadramento na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.....	31
Figura 5.1 - Estações amostrais de qualidade da água da AGERH e da rede complementar utilizadas na calibração do modelo matemático. ....	41
Figura 6.1 - Classes de qualidade no Cenário Atual (2017) na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.....	51
Figura 6.2 - Classes de qualidade no Cenário Futuro Tendencial (20 anos) na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	53
Figura 7.1- Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. ....	56

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>16</b>
2.1 ETAPAS DO PROCESSO DE ENQUADRAMENTO .....	16
<b>3 DEFINIÇÃO DOS TRECHOS PARA O ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>19</b>
3.1 TRECHOS PARA ENQUADRAMENTO.....	19
<b>4 PRÉ-ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>29</b>
<b>5 MODELAGEM DA QUALIDADE DAS ÁGUAS</b> .....	<b>32</b>
5.1 DADOS DE ENTRADA PARA O MODELO .....	33
5.1.1 Parâmetros Ambientais simulados .....	33
5.1.2 Captações .....	34
5.1.3 Lançamentos de Cargas Pontuais .....	36
5.1.4 Lançamentos de Carga Difusa.....	39
5.2 CALIBRAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS GERADOS .....	39
5.3 DETERMINAÇÃO DA CLASSE GERAL DO TRECHO.....	42
<b>6 CENÁRIOS DE ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>43</b>
6.1 PROJEÇÃO DAS CARGAS DE POLUENTES: EFLUENTES DE ORIGEM DOMÉSTICA E ANIMAL .....	45
6.2 PROJEÇÃO DAS CARGAS DE POLUENTES: LANÇAMENTOS INDUSTRIAIS ..	49
6.3 RESULTADO DO CENÁRIO ATUAL POR MEIO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO .....	49
6.4 RESULTADOS DO CENÁRIO FUTURO TENDENCIAL POR MEIO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO .....	52
<b>7 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS</b> .....	<b>54</b>
<b>8 METAS INTERMEDIÁRIAS DE ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>58</b>
<b>9 PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>64</b>

9.1 INTERVENÇÕES DE MELHORIA NO ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA ALCANCE DE META DE ENQUADRAMENTO.....	64
<b>9.1.1 Lançamentos Pontuais .....</b>	<b>64</b>
<b>9.1.2 Carga Difusa .....</b>	<b>69</b>
<b>10 CUSTOS PARA A EFETIVAÇÃO DA PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO.....</b>	<b>69</b>
10.1 INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS.....	73
<b>11 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Nº 9.433/1997, representa um marco na gestão integrada dos recursos hídricos brasileiros ao adotar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) como organismo de decisão, devendo este processo decisório ser descentralizado e ter a participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil organizada.

A legislação incorporou os princípios do desenvolvimento sustentável, ao definir a água como um recurso de disponibilidade limitada e, portanto, dotado de valor econômico (Salim, 2004). A fim de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos diversos usos, a PNRH disponibiliza um conjunto de instrumentos jurídico-político-administrativos, sendo eles: os Planos de Recursos Hídricos, elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o País; o Enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes da água; a Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a Cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Destaca-se o Enquadramento dos corpos d'água como o principal instrumento de planejamento entre o uso da água, o zoneamento de atividades e o estabelecimento de medidas para o controle da poluição. E, segundo a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA Nº 357/2005, pode ser definido como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

As principais regulamentações para o Enquadramento são resoluções do Conselho Nacional de 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 de 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 357/2005;

- 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.

O arcabouço legal estadual aplicável ao Enquadramento dos corpos d'água em classes no Estado do Espírito Santo é:

- Lei Nº 10.179 de 17 de março de 2014, que revogou a Lei nº 5.818/1998, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos - SIGERH/ES.
- Resolução CERH Nº 28, de 15 de fevereiro de 2011, que estabelece que os enquadramentos dos corpos de água em classes sejam elaborados de forma articulada com os Planos de Bacias Hidrográficas.

De acordo com a Agência Nacional das Águas - ANA (2009), o Enquadramento de um rio, ou de qualquer outro corpo de água, deve considerar três aspectos principais:

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

A classe do Enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em pacto acordado pela sociedade e deve proporcionar o uso múltiplo das águas, entre os quais se destacam: preservação das comunidades aquáticas, abastecimento doméstico, recreação, irrigação, dessedentação animal, uso industrial, navegação, produção de energia, dentre outros.

Os usos da água são condicionados pela sua qualidade, sendo que as águas com maior qualidade permitem a existência de usos mais exigentes, enquanto águas com pior qualidade permitem apenas os usos menos exigentes. As águas doces são

classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em cinco classes: classe especial e classes de 1 a 4, em uma ordem decrescente de qualidade, ou seja, a classe especial é a que tem melhor qualidade da água e a classe 4 é a de pior qualidade (Figura 1.1). Já para as águas salobras ou salinas são quatro classificações, a classe especial e as de números 1 a 3.

**Figura 1.1- Classes de Enquadramento e sua relação com a qualidade da água e seus usos.**



Fonte: ANA (2013).

A Figura 1.2, a Figura 1.3 e a Figura 1.4 apresentam, respectivamente, a associação entre as classes de Enquadramento e os usos respectivos a que se destinam as águas doces, salobras e salinas.

**Figura 1.2 - Classes de Enquadramento das águas doces e usos respectivos.**

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 crúas ou frutas ingeridas com película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins e campos de esporte	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS					
NAVEGAÇÃO					
HARMONIA PAISAGÍSTICA					

Fonte: ANA (2013).

Figura 1.3 - Classes de Enquadramento das águas salobras e usos respectivos.

USOS DAS ÁGUAS SALOBRAS		CLASSES DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA			
		ESPECIAL	1	2	3
PRESERVAÇÃO DO EQUILÍBRIO NATURAL DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS		Mandatório em UC de Proteção Integral			
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS					
RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO					
AQUICULTURA					
ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO			Após tratamento convencional ou avançado		
IRRIGAÇÃO			Hortaliças, frutas, parques, jardins e campos de esporte		
RECREAÇÃO DE CONTATO SECUNDÁRIO					
PESCA					
NAVEGAÇÃO					
HARMONIA PAISAGÍSTICA					

Fonte: ANA (2013).

Figura 1.4 - Classes de Enquadramento das águas salinas e usos respectivos.

USOS DAS ÁGUAS SALINAS		CLASSES DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA			
		ESPECIAL	1	2	3
PRESERVAÇÃO DO EQUILÍBRIO NATURAL DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS		Mandatório em UC de Proteção Integral			
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS					
RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO					
AQUICULTURA					
RECREAÇÃO DE CONTATO SECUNDÁRIO					
PESCA					
NAVEGAÇÃO					
HARMONIA PAISAGÍSTICA					

Fonte: ANA (2013).

## 2 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO

### 2.1 ETAPAS DO PROCESSO DE ENQUADRAMENTO

O processo de formulação e implementação do Enquadramento dos corpos de água, conforme a Resolução CNRH nº 91/2008, é dividido em quatro etapas principais:

- Diagnóstico;
- Prognóstico;
- Proposta de metas relativas às alternativas de Enquadramento e;
- Programa para a Efetivação do Enquadramento.

As etapas de elaboração do Diagnóstico e Prognóstico já foram concluídas e constam no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. A partir de então, iniciou-se a elaboração da proposta de Enquadramento.

As informações geradas no relatório supracitado foram utilizadas, em especial nos aspectos relacionados com o Enquadramento, tais como: socioeconomia, uso do solo, balanço hídrico quali-quantitativo, fontes pontuais de poluição, unidades de conservação, dentre outros. Da mesma forma, o Prognóstico realizado possibilita internalizar, no estudo do Enquadramento, fatores como o crescimento econômico e demográfico tendencial esperado para as regiões analisadas.

Na elaboração da proposta de Enquadramento, definiu-se trechos da bacia a serem enquadrados. Após essa definição, foram determinados os usos pretendidos para os mesmos e, em seguida, foram elaborados os cenários futuros sob a óptica da qualidade da água através da modelagem matemática, melhor detalhada no Capítulo 5. Desta maneira, uma proposição de classes de qualidade foi realizada para se estabelecer o Enquadramento dos corpos de água para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

O processo de Enquadramento foi realizado no âmbito de toda a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, sendo a participação ativa da sociedade por meio de Oficinas com o respectivo CBH, em todas as etapas do processo (Figura 2.1), fundamental para o sucesso do mesmo.

A etapa A do Plano de Bacias (Diagnóstico e Prognóstico), foi dividida em Oficina de Contextualização e Atividades Preliminares; Oficina Intermediária e Oficina Final. Nas etapas B e C do Plano de Recursos Hídricos (Enquadramento e Plano de Ações), foram realizadas a Oficina de Manifestação de Vontades; a Oficina de Enquadramento

e Plano de Ações e a Oficina Final do Plano de Ações. As oficinas realizadas na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus estão apresentadas no Quadro 2.1.

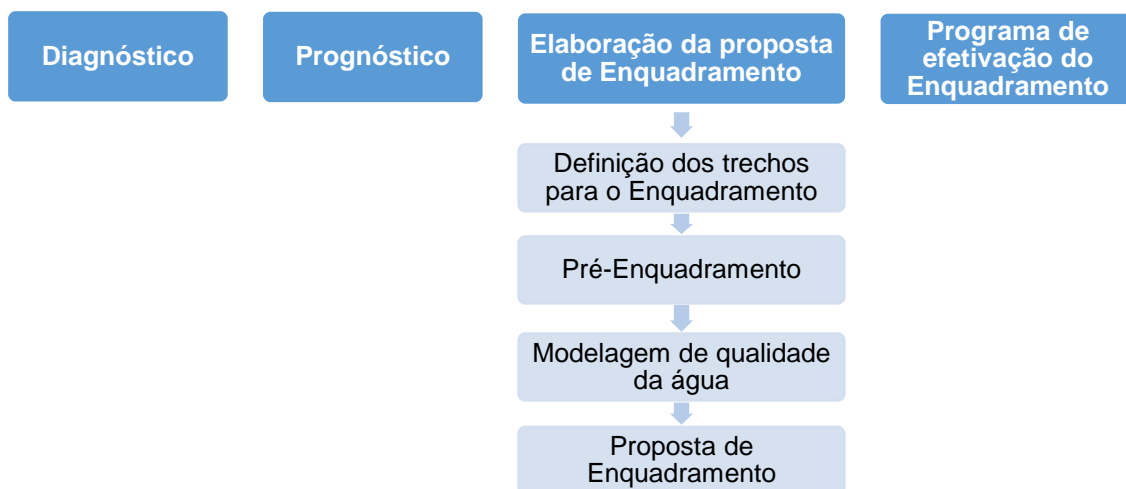
**Quadro 2.1 - Resumo das oficinas realizadas na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

<b>Oficina</b>	<b>Pauta da Oficina</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Local/Data</b>
<b>Oficina de Contextualização e Atividades Preliminares</b>	Instrumento de Percepção Ambiental; Plano de Comunicação e Mobilização Social; Histórico da Ocupação da Bacia; Variáveis a serem levantadas; Unidades de Planejamento (UPs).	Validar as informações sobre os aspectos históricos da ocupação da bacia, as variáveis a serem levantadas, o plano de comunicação e mobilização social e as Unidades de Planejamento.	03/04/17 em Nova Venécia
<b>Oficina Intermediária</b>	Ações já realizadas e cronograma das atividades previstas; Ações de comunicação e mobilização social; Andamento da pesquisa socioeconômica e ambiental na bacia; Informações e dados sobre a coleta de qualidade de água.	Informar ao CBH e à sociedade as atividades que tinham sido realizadas, que estavam em andamento e as ações futuras.	08/08/17 em São Mateus
<b>Oficina Final</b>	Dinâmica Social e Econômica; Uso e Ocupação do Solo; Usos da água; Eventos hidrológicos críticos; Qualidade da água; Disponibilidades Hídricas; Demandas Hídricas; Balanço Hídrico.	Apresentar o diagnóstico dos recursos hídricos, obter contribuições e validar as informações.	07/12/17 em São Mateus
<b>Oficina de Manifestação de Vontades</b>	Definição dos trechos a serem enquadrados; Pré-enquadramento.	Definir os trechos a serem enquadrados e obter informações sobre os usos da água desejados pela população, com vistas ao enquadramento de corpos de água.	27/03/18 em São Mateus
<b>Oficina de Enquadramento e Plano de Ações</b>	Validação do enquadramento; Priorização das metas e atividades dos planos de ações.	Validar a proposta de enquadramento e obter priorização das metas para o plano de ações.	30/08/18 em Nova Venécia
<b>Oficina Final do Plano de Ações</b>	Apresentação dos eixos, metas e ações do Plano de Ações; Apresentação do manual operativo; Apresentação das diretrizes de outorga e de cobrança.	Apresentar e validar o Plano de Ações, o Manual Operativo para o plano de ações e as diretrizes para a outorga e a cobrança pelo uso da água.	07/11/18 em Nova Venécia

Fonte: Elaborado pela Equipe Técnica

A Figura 2.1 apresenta o fluxograma da metodologia empregada no processo de Enquadramento.

**Figura 2.1 - Fluxograma da metodologia empregada na elaboração da proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**



Fonte: Elaborada pela equipe técnica.

### 3 DEFINIÇÃO DOS TRECHOS PARA O ENQUADRAMENTO

A seleção dos cursos d'água de interesse foi estabelecida a partir da rede hidrográfica principal e secundária previamente determinada no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Mateus.

Posteriormente à escolha dos cursos de água, ocorre a segmentação da bacia hidrográfica em trechos de rio. O processo de segmentação consiste em dividir a hidrografia escolhida em trechos menores, para os quais serão definidas as classes de qualidade, conforme a Resolução CONAMA Nº 357/2005.

A definição dos cursos de água e a segmentação dos mesmos em trechos contaram com a participação ativa dos membros do CBH Rio Mateus. Para a segmentação da rede de drenagem em trechos, foi realizado um estudo prévio da bacia e foram definidos alguns critérios que poderiam provocar alteração significativa na qualidade da água, sendo eles: mancha urbana, unidades de conservação, interferência do tributário sobre o rio principal (ou, ainda, sobre outro corpo d'água) e uso e ocupação do solo.

Adicionalmente, outros critérios foram considerados, como: UP (um trecho não poderia estar inserido em mais de uma Unidade de Planejamento); existência de pontos amostrais de qualidade de água; e importância regional do trecho de corpo hídrico. Em relação ao critério "importância regional", este foi considerado devido às contribuições recebidas durante as oficinas realizadas com o CBH Rio São Mateus, no âmbito do Projeto "Consolidação do Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água como subsídio ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos", onde foram citados cursos de água importantes para a região do ponto de vista social, ambiental e econômico.

Na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus foram definidos 15 corpos d'água a serem enquadrados, segmentados em 22 trechos.

#### 3.1 TRECHOS PARA ENQUADRAMENTO

O Quadro 3.1 apresenta os trechos definidos no processo de Enquadramento, com suas coordenadas e principais características, bem como os critérios utilizados para sua segmentação. Vale ressaltar que as coordenadas são apresentadas seguindo a projeção UTM, Sirgas 2000, zona 24S.

**Quadro 3.1 – Descrição dos trechos Propostos para Enquadramento na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Trecho/ (UP)	Corpo hídrico	Coordenadas		Descrição do início e término	Principais usos do solo no entorno do trecho	Critério de Segmentação	Extensão (km)
		Início	Fim				
1 (ACO)	Rio da Prata	Início	X - 284343; Y - 7989791	Das nascentes do rio da Prata até a confluência com o rio Cotaxé	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	31,5
		Fim	X - 290359; Y - 7963647				
2 (ACO)	Rio Dois de Setembro	Início	X - 295694; Y - 7961942	Das nascentes do rio Dois de Setembro até a confluência com o córrego do Feixo	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	17,4
		Fim	X - 304912; Y - 7968716				
3 (ACO)	Rio Dois de Setembro	Início	X - 304912; Y - 7968716)	Da confluência com o córrego do Feixo até a confluência com o rio Cotaxé	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	48,9
		Fim	X - 332946; Y - 7968126				
4 (ACR)	Rio Preto	Início	X - 286505; Y - 7957992	Das nascentes do rio Preto até a montante da mancha urbana da cidade de Água Doce do Norte	Pastagem	Mancha urbana	13,7
		Fim	X - 290607; Y - 7948462				
5 (ACR)	Rio Preto	Início	X - 290607; Y - 7948462	Da montante da mancha urbana da cidade de Água Doce do Norte até a confluência com o rio Cricaré	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	29,5
		Fim	X - 299721; Y - 7932469				
6 (ACR)	Rio Itaúnas	Início	X - 289002; Y - 7911439	Das nascentes do rio Itaúnas até a montante da mancha urbana da cidade de Barra de São Francisco	Pastagem	Mancha urbana	26,4
		Fim	X - 301060; Y - 7923914				
7 (ACR)	Rio Itaúnas	Início	X - 301060; Y - 7923914	Da montante da mancha urbana da cidade de Barra de São Francisco até a confluência com o rio São Francisco	Área edificada e pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	1,8
		Fim	X - 300653; Y - 7925468				
8 (ACR)	Rio Muniz	Início	X - 318942; Y - 7912048	Das nascentes do rio Muniz até a confluência com o rio Cricaré	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	40,9
		Fim	X - 328528; Y - 7928630				

Trecho/ (UP)	Corpo hídrico	Coordenadas		Descrição do início e término	Principais usos do solo no entorno do trecho	Critério de Segmentação	Extensão (km)
9 (BCR)	Rio Preto	Início	X - 349789; Y - 7922315	Das nascentes do rio Preto até a confluência com o rio Cricaré	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	13,5
		Fim	X - 359138; Y - 7929033				
10 (MCO)	Rio Quinze de Novembro	Início	X - 322345; Y - 7949832	Da confluência dos córregos Rico e Poaia até a estação de monitoramento de qualidade das águas SM06 (Rede Complementar)	Pastagem	Ponto amostral de qualidade de água	14,0
		Fim	X - 331710; Y - 7954757				
11 (MCO)	Rio Quinze de Novembro	Início	X - 331710; Y - 7954757	Da estação de monitoramento de qualidade das águas SM06 até a confluência com o rio Cotaxé	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	18,6
		Fim	X - 346972; Y - 7954373				
12 (BCO)	Rio Santa Joana	Início	X - 338316; Y - 7942451	Das nascentes do rio Santa Joana até a confluência com o rio Cotaxé	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	27,9
		Fim	X - 359107; Y - 7945400				
13 (RST)	Rio Santana	Início	X - 383741; Y - 7944379	Das nascentes do rio Santana até a confluência com o rio São Mateus	Silvicultura e mata nativa	Interferência de um tributário sobre o rio principal	46,5
		Fim	X - 421545; Y - 7943776				
14 (RSM)	Córrego Ursuíá	Início	X - 378183; Y - 7931031	Das nascentes do córrego Ursuíá até a confluência com o rio São Mateus	Brejo, pastagem e mata nativa	Importância regional e interferência de um tributário sobre o rio principal	23,5
		Fim	X - 398381; Y - 7933704				
15 (RSM)	Córrego Bamburral	Início	X - 375390; Y - 7928863	Das nascentes do córrego Bamburral até a confluência com o córrego Grande	Mata nativa, pastagem e brejo	Importância regional e interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	26,3
		Fim	X - 397761; Y - 7930829				
16 (RSM)	Córrego Bamburral	Início	X - 397761; Y - 7930829	Da confluência com o córrego Grande até a confluência com o rio São Mateus	Brejo, mata nativa e pastagem	Importância regional e interferência de um tributário sobre o rio principal	10,9
		Fim	X - 406695; Y - 7933439				
17 (RSM)	Rio Abissínia	Início	X - 397503; Y - 7926878	Das nascentes do rio Abissínia até a montante da mancha urbana da cidade	Silvicultura, mata nativa e cultivo agrícola (cana-de-	Mancha urbana	9,8

Trecho/ (UP)	Corpo hídrico	Coordenadas		Descrição do início e término	Principais usos do solo no entorno do trecho	Critério de Segmentação	Extensão (km)
		Fim	X - 405894; Y - 7929185	de São Mateus	açúcar)		
18 (RSM)	Rio Abissínia	Início	X - 405894; Y - 7929185	Da montante da mancha urbana da cidade de São Mateus até a confluência com o rio São Mateus	Área edificada e pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal	10,0
		Fim	X - 414209; Y - 7930039				
19 (RSM)	Rio Preto do Sul	Início	X - 373416; Y - 7926941	Das nascentes do rio Preto do Sul até a montante de extensa área ocupada por silvicultura	Pastagem, silvicultura e mata nativa	Uso do solo	24,4
		Fim	X - 394725; Y - 7922900				
20 (RSM)	Rio Preto do Sul	Início	X - 394725; Y - 7922900	Da montante de extensa área ocupada por silvicultura até a confluência com o rio São Mateus	Brejo, mata nativa e silvicultura	Interferência de um tributário sobre o rio principal	33,5
		Fim	X - 416145; Y - 7930899				
21 (RSM)	Rio Mariricu	Início	X - 422176; Y - 7904328	Da confluência com o Córrego Barra Nova até a confluência com o rio São Mateus	Mangue, pastagem e brejo	Interferência de um tributário sobre o rio principal	38,1
		Fim	X - 418129; Y - 7931579				
22 (RSM)	Córrego Barra Nova	Início	X - 422938; Y - 7885084	Das nascentes do córrego Barra Nova até a confluência com o rio Mariricu	Brejo e mangue	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	24,7
		Fim	X - 421129; Y - 7904255				

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Legenda: ACO – Alto Cotaxé; MCO – Médio Cotaxé; BCO – Baixo Cotaxé; ACR – Alto Cricaré; BCR – Baixo Cricaré; RST – Rio Santana; RSM – Rio São Mateus.

A seguir, são apresentadas fotografias (Figura 3.1 a Figura 3.12) que ilustram alguns dos trechos enquadrados na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

**Figura 3.1 - Rio da Prata - Trecho 1.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.2 - Rio Dois de Setembro - Trecho 3.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.3 - Rio Dois de Setembro – Trecho 3, a jusante da sede municipal de Ecoporanga.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.4 - Rio Preto - Trecho 5.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.5 - Rio Itaúnas - Trecho 6.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.6 - Rio Muniz - Trecho 8.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.7 – Rio Preto – Trecho 9, próximo à interseção com a rodovia BR-381.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.8 - Rio Quinze de Novembro - Trecho 10.**



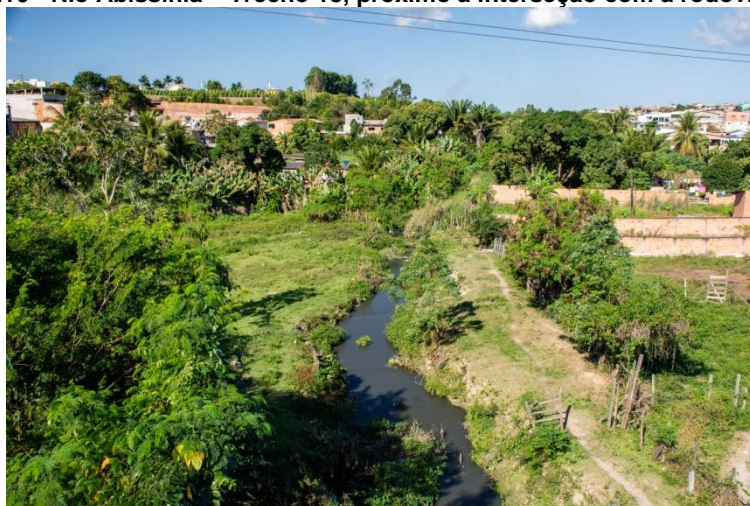
Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.9 - Rio Quinze de Novembro – Trecho 11, na interseção com a rodovia ES-137, à margem da mancha urbana da comunidade de Santo Antônio do Quinze.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.10 - Rio Abissínia – Trecho 18, próximo à interseção com a rodovia BR-101.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.11 - Rio Preto do Sul – Trecho 20, próximo à interseção com a rodovia BR-101.**



Fonte: Acervo da equipe.

**Figura 3.12 - Rio Mariricu – Trecho 21, próximo à interseção com a rodovia BR-101.**



Fonte: Acervo da equipe.

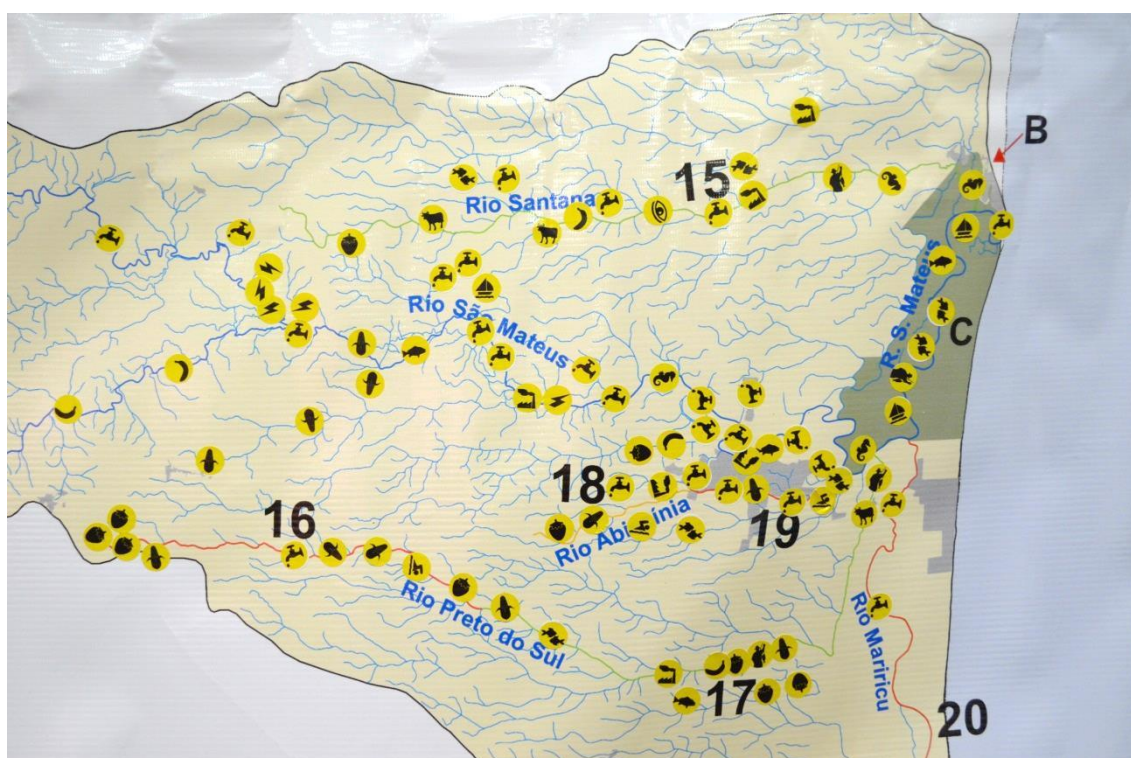
## 4 PRÉ-ENQUADRAMENTO

Segundo a ANA (2013), o processo de Enquadramento deve ser realizado mediante consultas públicas, encontros técnicos ou oficinas de trabalho, e deve contar com a participação dos diferentes atores envolvidos na bacia, tais como: órgãos públicos, lideranças da região, empresários, agricultores, pescadores, organizações não governamentais e população em geral. Deste modo, o Pré-Enquadramento baseou-se na oficina de manifestação de vontades, que teve dois grandes objetivos: obter a validação dos participantes sobre os trechos a serem enquadrados e obter a manifestação de vontades sobre os usos atuais e futuros da água pretendidos pela sociedade da bacia.

Como resultado da oficina de manifestação de vontades, reuniram-se os usos atuais e/ou pretendidos por trecho, destacaram-se os conflitos de interesses entre usuários nos trechos, além do entendimento por parte dos participantes que a garantia de água em quantidade e qualidade é determinante para o desenvolvimento sustentável da bacia. Os usos pretendidos da água (atuais ou futuros), por trecho de rio, foram convertidos, por meio da Resolução CONAMA Nº 357/2005, em classes de qualidade de acordo com o próprio conceito de Enquadramento.

Na metodologia empregada para se determinar as classes do Pré-enquadramento, o qual é apresentado na Figura 4.2, fez-se o levantamento das etiquetas da manifestação de vontade por trecho, conforme apresentado na Figura 4.1. Objetivou-se encontrar a classe de qualidade que representaria aproximadamente 80% dos usos identificados no trecho. Por exemplo, em um dado trecho com poucas etiquetas que representam os usos típicos de Classe 1, várias etiquetas referentes aos usos de Classe 2 e poucas que representem Classe 3, o Pré-enquadramento foi definido como Classe 2.

Figura 4.1 - Exemplo de análise das etiquetas de usos por trecho de rio.



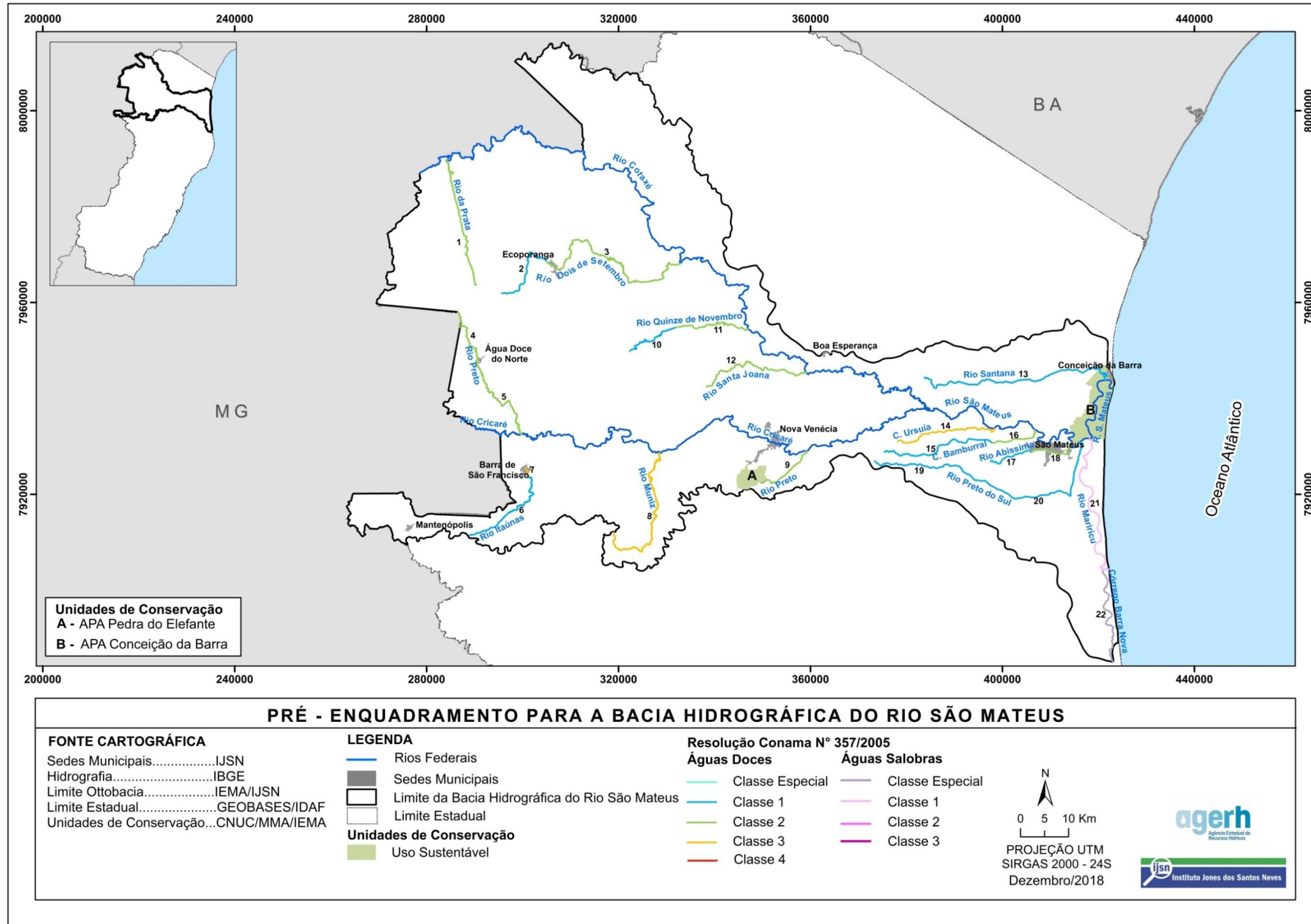
Fonte: Acervo da equipe.

A Figura 4.2 apresenta o resultado do Pré-Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, nos quais os trechos da rede hidrográfica são coloridos com as cores correspondentes às Classes da Resolução CONAMA Nº 357/2005 dos usos expressados nas oficinas.

As informações levantadas na oficina em relação à manifestação de vontades fazem parte do processo de Enquadramento dos corpos hídricos, uma vez que serão comparadas, em cada trecho de curso d'água, as vontades manifestadas com a viabilidade técnica, econômica e social das ações necessárias para alcance dos usos preponderantes em cada trecho.

Mais detalhes sobre o desenvolvimento da oficina de manifestação de vontades estão disponíveis no Relatório da Etapa B - Oficina de Manifestação de Vontades da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Figura 4.2 - Pré-Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

## 5 MODELAGEM DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

O processo de planejamento de recursos hídricos exige, em diversos estágios da sua implementação, a necessidade de tomadas de decisão. Para isso são utilizados os modelos matemáticos de simulação dos processos hidrológicos, hidráulicos, e de qualidade das águas como forma de representação da realidade da bacia e de geração de cenários futuros (COSTA, 2016). Dentre os modelos matemáticos, os que reproduzem a qualidade das águas são de fundamental importância para a indicação das ações recomendadas a fim de que as metas do enquadramento sejam alcançadas (ANA, 2009).

O modelo matemático de qualidade da água é uma ferramenta metodológica básica, pois permite identificar a dinâmica de diferentes constituintes no corpo hídrico. São formados por uma gama de expressões matemáticas que definem os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no corpo d'água, realizam o cálculo das cargas poluidoras geradas na bacia, cargas estas de origem pontual ou difusa, além do transporte de poluentes na rede de drenagem principal. (Porto et al, 2007; Saldanha, 2007).

Dentre os principais objetivos da ferramenta de modelagem aplicada a este estudo estão:

- Avaliar os impactos do lançamento de cargas poluidoras, bem como analisar os cenários de intervenção e as medidas de controle necessárias dentro da bacia;
- Estender os dados de monitoramento pontuais (provenientes da AGERH, da Rede Complementar e da ANA) para resultados lineares, ao longo de todos os cursos d'água considerados;
- Estudar o comportamento da qualidade das águas para cenários futuros e gestão dos recursos hídricos;
- Verificar os índices de coleta e tratamento necessários para se alcançar as metas de enquadramento propostas;
- Verificar pontos prioritários de ação dentro da bacia.

O modelo de qualidade da água utilizado neste trabalho foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e, faz parte do pacote de ferramentas WARM-GIS Tools, que consiste num conjunto de operações que visa facilitar a gestão de bacias hidrográficas em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), já tendo sido aplicado no Espírito Santo, nas Bacias dos Rios Jucu e Santa Maria da Vitória. Este modelo

possibilita, a partir de uma base hidrográfica pré-definida, a inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de efluentes e reservatórios), permitindo a simulação quali-quantitativa e a verificação dos impactos dos usos sobre a disponibilidade e a qualidade da água.

O modelo opera em modo permanente, representando estatísticas das séries hidrológicas como a  $Q_{7,10}$  (vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos) ou a  $Q_{95}$  (vazão com 95% da curva de duração), entre outros indicadores. Esta ferramenta permite simulação de constituintes ao longo do rio, como: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Oxigênio Dissolvido (OD); nitrogênio total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato); fósforo total e suas frações (orgânico e inorgânico); coliformes termotolerantes ou *E. Coli*. As equações utilizadas são apresentadas em von Sperling (2007).

## 5.1 DADOS DE ENTRADA PARA O MODELO

### 5.1.1 Parâmetros Ambientais simulados

Em relação à escolha dos parâmetros de qualidade da água adotados no processo de Enquadramento, a Resolução CNRH Nº 91/2008 estabelece que os mesmos devem ser definidos com base nos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando os diagnósticos e prognósticos elaborados, e podem ser utilizados como base para as ações prioritárias de prevenção, controle e recuperação da qualidade das águas da bacia hidrográfica.

De acordo com Porto (2002) e ANA (2009), a adoção de um menor número possível de parâmetros de qualidade da água visa um processo de Enquadramento mais eficiente, uma vez que as metas são definidas de acordo com os reais problemas demandados pela bacia, que conduz a soluções com menor custo e auxilia na comunicação e no entendimento pelos atores envolvidos e pela população em geral.

De acordo von Sperling (2005), a DBO é amplamente utilizada para se medir o potencial de poluição de um efluente por matéria orgânica, uma vez que os critérios de dimensionamento de vários processos de tratamento de esgotos são expressos em termos da DBO. Adicionalmente, a legislação para lançamento de efluentes e, conseqüentemente, a avaliação do cumprimento aos padrões de lançamento, são geralmente baseadas nesse parâmetro.

Neste trabalho, além do parâmetro DBO, o módulo de qualidade utilizado simulou a variação da concentração dos seguintes constituintes ao longo do rio: OD; nitrogênio

total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato); fósforo total e suas frações (orgânico e inorgânico); e coliformes termotolerantes.

Para definição de trechos salobros próximos aos exutórios das bacias, ou seja, aqueles nos quais a salinidade fica entre 0,5 e 30‰ segundo com a resolução CONAMA nº 357, foram utilizadas as estações da Rede Complementar.

No Quadro 5.1 e no Quadro 5.2 está apresentada a concentração dos principais parâmetros ambientais, de acordo com a classe de Enquadramento de águas doces e salobras, respectivamente, preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

**Quadro 5.1 - Padrões Estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces.**

Parâmetros ambientais	Classes de Enquadramento			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO (mg/L)	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
OD (mg/L)	≥ 6	≥ 5	≥ 4	-
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	200	1.000	4.000	-
Fósforo total ambiente lóxico (mg/L)	0,10	0,10	0,15	-
Nitrato (mg/L N)	10			
Nitrito (mg/L N)	1			
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	3,7, para pH ≤ 7,5 2,0, para 7,5 < pH ≤ 8,05 1,0, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5, para pH > 8,5			

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005

**Quadro 5.2 - Padrões Estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas Salobras.**

Parâmetros ambientais	Classes de Enquadramento		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Carbono Orgânico Total (mg/L)	≤ 3	≤ 5	≤ 10
OD (mg/L)	≥ 5	≥ 4	≥ 3
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1000	2500	4.000
Fósforo total ambiente lóxico (mg/L)	0,124	0,10	0,15
Nitrato (mg/L N)	0,4	0,70	0,20
Nitrito (mg/L N)	0,07	0,20	--
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	0,4	0,70	--

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005

### 5.1.2 Captações

Para representar as captações de água existentes na bacia, foram trabalhados com basicamente três tipos distintos de captações: captações nas Estações de Tratamento de água (ETAs) para abastecimento público, captações da indústria e captações na porção rural da bacia (abastecimento de comunidades rurais, dessedentação animal e irrigação).

Das captações voltadas ao abastecimento público, foram consideradas as tomadas superficiais e de nascentes de água de acordo com os dados fornecidos Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Para o desenvolvimento das informações dos cenários futuros quanto a este tipo de tomada d'água, foram aplicadas para cada uma a porcentagem de aumento ou diminuição da população prevista para cada município, de acordo com as projeções populacionais realizadas na Etapa A. Já para as captações industriais, foram consideradas apenas aquelas com tomadas diretas no corpo hídrico, sem a utilização de reservatórios que forneceriam a água. Para as indústrias existentes também foram feitas projeções de captação para os cenários futuros de acordo com os dados fornecidos no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Ao todo foram identificadas 34 captações distintas na bacia direcionadas ao abastecimento humano, apresentadas no Quadro 5.3.

**Quadro 5.3 - Projeções futuras para as captações de água superficiais para abastecimento humano.**

Município	Nome do curso d'água	Coordenadas UTM		Captação (m³/s)			
		X	Y	Atual	2021	2029	2037
São Mateus	Córrego Aguirre	371382	7928607	0,006	0,00619	0,0065	0,00663
Água Doce do Norte	Córrego Azul	275011	7962024	0,006	0,00589	0,00573	0,00565
Água Doce do Norte	Córrego Bom Destino	290872	7961097	0,00745	0,00732	0,00711	0,00702
Barra de São Francisco	Córrego do Baiano	310133	7936945	0,0033	0,00335	0,00342	0,00346
Ecoporanga	Córrego do Facão	319241	7977990	0,004	0,00397	0,00393	0,00391
Ecoporanga	Córrego do Feixe	304528	7968990	0,01	0,00993	0,00983	0,00978
Água Doce do Norte	Córrego Garfo	289042	7935614	0,006	0,00589	0,00573	0,00565
Ponto Belo	Córrego Lageado	339311	7980381	0,003931	0,00401	0,00413	0,00419
Ecoporanga	Córrego Miragem	312111	7950248	0,004	0,00397	0,00393	0,00391
Ecoporanga	Córrego Muritiba	312694	7998959	0,003	0,00298	0,00295	0,00293
Barra de São Francisco	Córrego Paulista	310144	7935838	0,0078	0,00791	0,00809	0,00817
Ecoporanga	Córrego Ribeirinho	303313	7984476	0,003	0,00298	0,00295	0,00293
Vila Pavão	Córrego Socorro	324904	7937087	0,0109	0,01099	0,01112	0,01118
Água Doce do Norte	Córrego Tardano	284508	7963241	0,0045	0,00442	0,0043	0,00424
Água Doce do Norte	Ribeirão Bom Jesus	292062	7948932	0,01055	0,01036	0,01007	0,00994
Mantenópolis	Ribeirão Mantenhinha	278738	7914459	0,0495	0,0505	0,05206	0,05275
Ecoporanga	Ribeirão Santa Rita	297071	7974448	0,003	0,00298	0,00295	0,00293

Município	Nome do curso d'água	Coordenadas UTM		Captação (m³/s)			
		X	Y	Atual	2021	2029	2037
Ecoporanga	Rio 2 de Setembro	322546	7963631	0,005	0,00497	0,00491	0,00489
Ecoporanga	Rio 2 de Setembro	303471	7968980	0,041	0,04072	0,04029	0,0401
Boa Esperança	Rio Cotaxé	358588	7947330	0,04632	0,04666	0,0472	0,04743
Ecoporanga	Rio Cotaxé	326682	7973630	0,003	0,00298	0,00295	0,00293
Ecoporanga	Rio Cotaxé	318090	7987941	0,0038	0,00377	0,00373	0,00372
Nova Venécia	Rio Cotaxé	379711	7945262	0,05	0,05065	0,05167	0,05212
São Mateus	Rio Cotaxé	345869	7953872	0,004	0,00413	0,00433	0,00442
Conceição da Barra	Rio Cricaré	408262	7933250	0,03	0,03042	0,03107	0,03135
Nova Venécia	Rio Cricaré	352385	7930681	0,082	0,08307	0,08474	0,08547
Ecoporanga	Rio da Prata	288650	7971036	0,004	0,00397	0,00393	0,00391
Barra de São Francisco	Rio Itaúnas	300765	7924671	0,076	0,07712	0,07887	0,07964
São Mateus	Rio Mariricu	417772	7928867	0,01	0,01032	0,01083	0,01106
São Mateus	Rio Mariricu	417772	7928867	0,09	0,09292	0,0975	0,09951
Água Doce do Norte	Rio Pretinho	286708	7955516	0,006	0,00589	0,00573	0,00565
Água Doce do Norte	Rio Preto	295337	7939004	0,00778	0,00764	0,00743	0,00733
São Mateus	Rio São Mateus	408267	7932143	0,002	0,00206	0,00217	0,00221
São Mateus	Rio São Mateus	409327	7931042	0,22	0,22715	0,23833	0,24325

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Quanto às captações industriais disponibilizadas no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, estas, juntamente com as projeções de consumo estimadas, estão apresentadas no Quadro 5.4.

**Quadro 5.4 - Captação Industrial presente na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Indústria	Captações (m³/s)			
	Atual	2021	2029	2037
Veneza - Cooperativa Agropecuária	0.0083	0.0097	0.0120	0.0143

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

As informações sobre captação na porção rural da bacia, assim como as projeções nos cenários futuros estão disponibilizados no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

### 5.1.3 Lançamentos de Cargas Pontuais

Uma das informações de entrada do modelo qualitativo são as fontes poluidoras da bacia hidrográfica, que podem ser divididas, quanto a sua origem, em dois tipos: pontuais e difusas. Para representar os lançamentos pontuais ao longo da bacia e,

desta forma, as inserções de cargas poluidoras, foram considerados os lançamentos industriais e lançamentos de esgoto doméstico.

As informações sobre os lançamentos industriais estão disponíveis no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus e foram atualizadas com os processos de outorga de lançamento disponibilizados pela AGERH. No entanto, para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, não foram identificados lançamentos outorgados cujos processos estivessem concluídos para serem considerados na modelagem.

Em relação aos pontos de lançamentos referentes às cargas poluidoras advindas dos esgotos domésticos, foram considerados os despejos das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) e as frações não coletadas e tratadas das sedes municipais e localidades.

Para obter as informações de quantidade e qualidade dos lançamentos provenientes da bacia, e permitir a elaboração de cenários futuros com proposições de melhoramentos nos parâmetros do saneamento, optou-se por trabalhar com os índices de coleta e tratamento de esgoto de cada município e as ETEs em operação na bacia. Com base nestas informações, foi possível localizar os lançamentos e associar a estes pontos as concentrações dos efluentes.

Complementarmente às informações de população atendida e vazão de lançamento das ETEs levantadas no Relatório Técnico da Etapa A (REA), utilizou-se informações do Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017) e dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Nos casos em que não havia informação para determinado município, o índice de esgoto tratado foi considerado nulo.

A partir das informações obtidas, foi possível calcular a vazão tratada por ETE, conforme equação a seguir.

$$Q_{trat} = Pop \cdot Id_{trat} \cdot QPC \cdot R$$

Onde:

$Q_{trat}$  é a vazão tratada por ETE;

$Pop$  é a população atual (habitantes);

$Id_{trat}$  é o índice de atendimento da população quanto ao tratamento de esgoto (adimensional);

$QPC$  é a cota per capita de água (L/hab.dia);

$R$  é o coeficiente de retorno esgoto/água (adimensional).

Os dados de população dos municípios foram retirados do Relatório Técnico da Etapa A (REA). Os índices de atendimento da população quanto ao tratamento de esgoto foram retirados do Atlas Esgotos e os valores de consumo de água per capita foram obtidos do SNIS. Já o valor o típico do coeficiente de retorno, ou seja, fração de água captada para abastecimento público que de fato retorna para a rede de coleta na forma de esgoto, foi obtido de von Sperling (2007).

Os valores de população nas localidades e sedes utilizados, bem como a vazão de efluente doméstico gerada para o ano de 2017 e a projeção de efluente gerada para os horizontes de tempo (20 anos) estão apresentados no Capítulo 6.

Para o cálculo das concentrações dos efluentes domésticos de cada ETE, utilizou-se índices típicos encontrados na literatura, em termos de quantidade (gramas) por habitante por dia, para as características quantitativas físico-químicas. Já para as características biológicas, em termos de organismos por habitante por dia.

No Quadro 5.5 estão apresentados os valores de contribuição per capita, das características quantitativas físico-químicas e biológicas típicas de esgoto sanitário predominantemente doméstico.

**Quadro 5.5 - Contribuição per capita dos parâmetros considerados na modelagem.**

Parâmetro	Contribuição per capita
DBO (g/hab.d)	54
Fósforo inorgânico (g/hab.d)	0,3
Fósforo orgânico (g/hab.d)	0,7
Nitrogênio orgânico (g/hab.d)	3,5
Nitrogênio amoniacal (g/hab.d)	4,5
Nitrito e nitrato (g/hab.d)	0
Coliformes termotolerantes (org/hab.dia)	10 <sup>9</sup>

Fonte: von Sperling (2007).

Os valores apresentados no Quadro 5.5 foram multiplicados pela população cujo esgoto é tratado por cada ETE e divididos pela vazão de cada uma. As informações de concentração dos lançamentos de efluentes domésticos estão resumidas no Capítulo 6 do presente documento.

Para aplicar o abatimento de carga ocasionado pelo tratamento nas ETEs, esses valores foram multiplicados pela respectiva eficiência de remoção de DBO, descrita no Capítulo 6. Além disso, foi adotada uma redução de 40% da carga para as frações de fósforo e nitrogênio, e de 99,9% para os coliformes termotolerantes. No caso do lançamento de efluentes não tratados nas sedes e localidades, foram desconsiderados estes índices de abatimento e, para ambos os lançamentos, os cenários futuros foram

traçados pela substituição da população atual na equação acima por aquelas previstas no horizonte de tempo de 20 anos.

#### 5.1.4 Lançamentos de Carga Difusa

Para o cálculo das cargas difusas foram buscados na literatura valores típicos de carga por unidade de área, de acordo com o tipo de uso do solo. No Quadro 5.6 é apresentada a correlação das cargas para os tipos de uso do solo presentes na bacia simulada. Os valores dos parâmetros adotados foram então multiplicados pelas respectivas áreas do tipo de uso do solo identificados pelo modelo.

Os dados referentes à carga difusa foram utilizados somente no cenário atual, e ajustados de forma com que os mesmos representem uma condição razoável, em comparação com os pontos de monitoramento. O fato de que o regime de vazões adotado para o Enquadramento é referente à  $Q_{90}$ , ou seja, sob uma condição de estiagem, onde, teoricamente, não haveria o carreamento de cargas difusas para a calha do rio, justifica a não utilização desta carga nos demais cenários simulados.

**Quadro 5.6 - Cargas unitárias adotadas para os tipos de uso do solo das bacias (kg/km<sup>2</sup>/dia).**

Uso	DBO	Colif. <sup>[1]</sup>	P. inorg.	P. org.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Agricultura	4,91	10 <sup>5</sup>	0,049	0,091	0,137	0,274	0,0685	0,8905
Campo	1,08	10 <sup>9</sup>	0,0195	0,0105	0,17	0,34	0,085	1,105
Mata	1,17	10 <sup>8</sup>	0,0105	0,0195	0,082	0,164	0,041	0,533
Floresta	1,17	10 <sup>8</sup>	0,0105	0,0195	0,082	0,164	0,041	0,533
Exposto	0,5	5 x 10 <sup>8</sup>	0,00525	0,00975	0,05	0,1	0,025	0,325
Urbano	16	10 <sup>9</sup>	0,0945	0,1755	0,233	0,466	0,1165	1,5145
Brejo	1,17	10 <sup>8</sup>	0,0105	0,0195	0,082	0,164	0,041	0,533
Restinga	0,5	5 x 10 <sup>8</sup>	0,00525	0,00975	0,05	0,1	0,025	0,325
Outros	1,17	10 <sup>8</sup>	0,0105	0,0195	0,082	0,164	0,041	0,533

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Nota: Colif - Coliformes termotolerantes; P. inorg. - fósforo inorgânico; P. org. – fósforo orgânico; N. org. - nitrogênio orgânico.

<sup>[1]</sup> NMP/km<sup>2</sup>/dia.

## 5.2 CALIBRAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS GERADOS

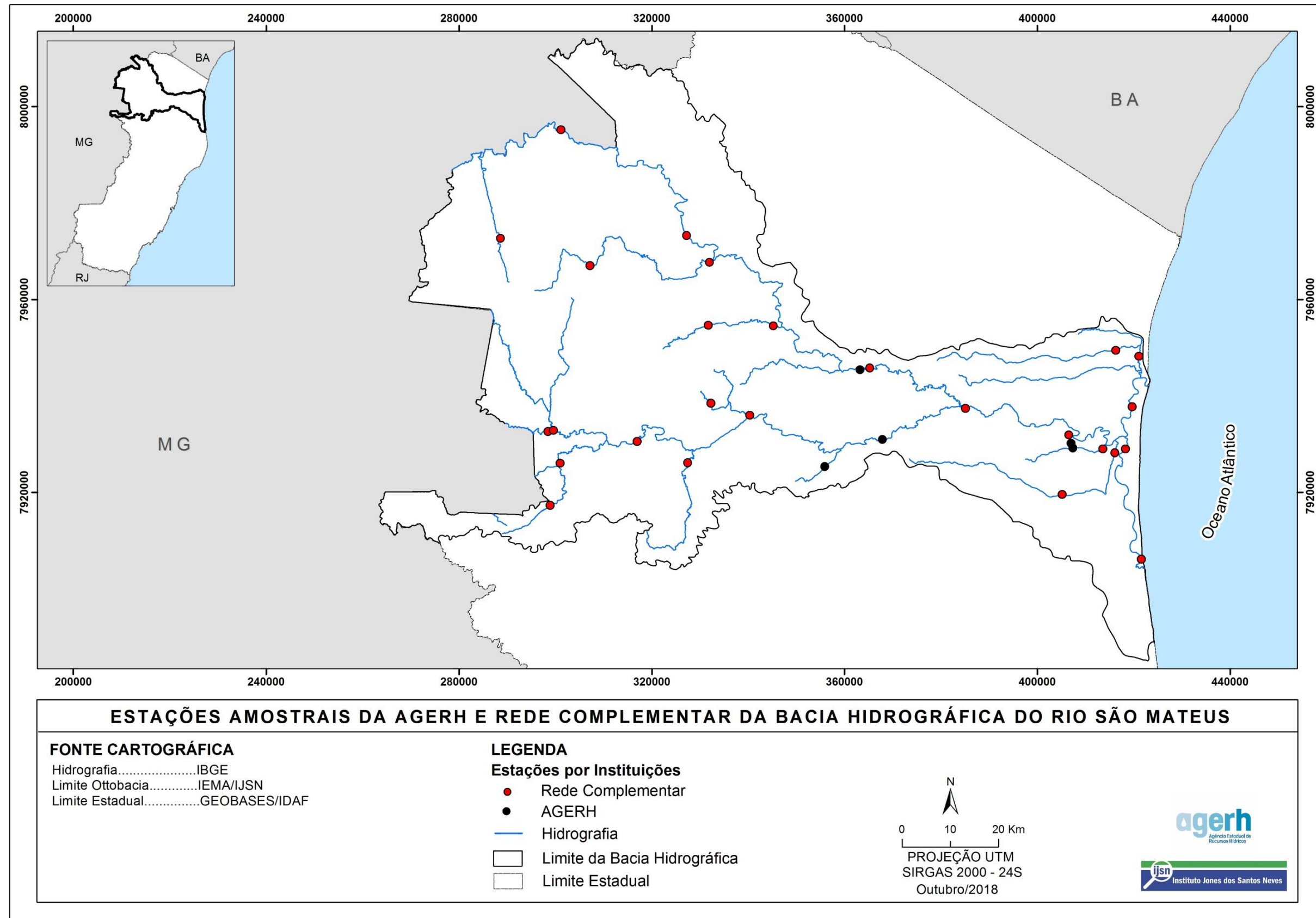
A calibração é o processo utilizado para determinar os parâmetros encontrados nas equações de um modelo matemático, de modo a obter resultados preditos pela modelagem próximos aos valores reais observados na área em estudo, ou seja, a calibração do modelo é realizada para ajustar os coeficientes das equações constituintes, de modo a adequá-las às realidades químicas, físicas e biológicas da área em estudo.

A calibração do modelo foi realizada com base nos dados experimentais das estações de monitoramento da AGERH e da Rede Complementar. Das estações da AGERH foram retiradas para cada parâmetro, o valor máximo de concentração, percentil 75,

mediana, percentil 25 e mínimos. A calibração do modelo teve por objetivo aproximar a concentração em cada trecho abrangido por uma estação amostral da mediana observada nesta, para os casos das estações da AGERH, enquanto que, para as estações da Rede Complementar buscaram-se valores médios entre as duas campanhas realizadas.

O cenário de simulação da qualidade de água escolhido para calibração foi o cenário que representa as características atuais do corpo hídrico, na vazão média, uma vez que a probabilidade das medições em campo terem sido feitas em situações próximas a esta é maior do que na vazão de referência ( $Q_{90}$ ). Nas simulações para a calibração foi considerada toda a carga proveniente das redes difusas, diferentemente das simulações com a  $Q_{90}$ , visto que, com a ausência de precipitação característica, não ocorre a lavagem do solo ou ocorre de maneira muito reduzida. A Figura 5.1 apresenta a localização das estações amostrais utilizadas no processo de calibração.

Figura 5.1 - Estações amostrais de qualidade da água da AGERH e da Rede Complementar utilizadas na calibração do modelo matemático.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

O quadro com os valores dos coeficientes cinéticos e de decaimento dos parâmetros após calibração, utilizados na modelagem, está apresentado no Anexo A.

### 5.3 DETERMINAÇÃO DA CLASSE GERAL DO TRECHO

A Classe Geral dos trechos a serem enquadrados foi definida a partir dos resultados das concentrações dos parâmetros ambientais: DBO, OD, coliformes termotolerantes e fósforo total, estimados pela modelagem da qualidade da água. Determinou-se, como metodologia da classe geral do trecho, a classe que atendia 75% das concentrações limitantes dos parâmetros analisados.

Cabe destacar que o objetivo de determinar uma classe geral foi aplicado simplesmente para sintetizar em um único resultado a condição de qualidade obtida para um conjunto de 4 parâmetros nos estudos de modelagem de qualidade das águas.

Para a definição da classe geral de cada trecho, não se utilizou as informações das concentrações de nitrato e nitrito, pois estes parâmetros ambientais não apresentam um valor distinto para cada classe. Ademais, também não foi considerada a informação da concentração do nitrogênio amoniacal, pois o mesmo é variável de acordo com o pH, e este não é passível de simulação pelo modelo.

Deste modo, uma classificação geral foi apresentada por trecho de rio a ser enquadrado e em termos de classes segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005, tanto para a situação atual, quanto para cenários futuros de qualidade das águas. Os trechos que apresentarem desconformidade com a classe pretendida apontada na oficina de manifestação de vontades foram identificados e medidas de despoluição foram propostas e avaliadas por meio da modelagem matemática da qualidade da água.

## 6 CENÁRIOS DE ENQUADRAMENTO

Os cenários de Enquadramento estabelecidos na Etapa B foram fundamentados nos três aspectos abordados por ANA (2009), sendo eles o rio que temos, o rio que queremos e o rio que podemos, conforme Capítulo 1.

A condição atual dos cursos de água foi estabelecida com base nos dados de monitoramento qualitativo dos recursos hídricos. Para isso, foram consideradas as séries históricas de qualidade de água das estações de monitoramento da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) e da ANA. Além das informações das malhas amostrais supracitadas, foram utilizados os dados da Rede Complementar do monitoramento qualitativo da Etapa A do Plano de Bacias. A saber, a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus possui 26 estações de amostragem da Rede Complementar, 5 estações de monitoramento mantidas pela AGERH e 14 estações mantidas pela ANA, totalizando 45 estações de monitoramento de qualidade das águas, apresentadas com maior detalhe no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

O monitoramento indica a qualidade das águas em determinado ponto, e reflete a situação do corpo hídrico no momento em que a amostra é coletada. Assim, a fim de complementar a elaboração de prognósticos da condição atual de qualidade da água dos cursos de água, foi realizada a modelagem da qualidade da água. Neste trabalho, o modelo matemático de simulação permitiu quantificar automaticamente a concentração de um determinado parâmetro no corpo receptor e analisar medidas de controle da poluição que promovessem a adequação das concentrações de parâmetros de qualidade de água.

Em relação aos cenários futuros tendenciais, estes foram simulados com base nas informações estabelecidas no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, considerando o horizonte de planejamento de 20 anos. Foram analisadas as tendências de evolução populacional e as projeções resultantes das demandas hídricas, além dos projetos e programas previstos para a bacia.

Neste contexto, para a realização do processo de Enquadramento, foram considerados os quatros cenários, elencados a seguir:

- Cenário atual

Representa a condição atual do corpo d'água, a qual condiciona seus usos. Este cenário considera na sua elaboração as captações de água e os lançamentos de efluentes existentes na bacia. Em relação às captações, foram consideradas as destinadas ao abastecimento público (ETAs), à indústria e as captações difusas (abastecimento de comunidades rurais, dessedentação animal e irrigação). Quanto aos lançamentos, estes foram atribuídos aos efluentes industriais e esgotamento sanitário ao longo da bacia, bem como as fontes difusas de poluição.

- Cenário Futuro Tendencial

Esse cenário foi desenvolvido com base na previsão da situação futura (20 anos) da qualidade da água, considerando o aumento tendencial de demandas (populacionais, animais e industriais), estimadas no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, bem como os planos, programas e projetos existentes para a bacia. Dessa forma, possibilitou mostrar ao CBH a situação futura dos recursos hídricos da bacia, considerando a efetiva implantação de medidas atualmente previstas.

- Cenário Futuro Tendencial com intervenção

Baseado na previsão da situação futura (20 anos) da qualidade da água, considerando intervenções de despoluição necessárias na bacia, a fim de alcançar a classe definida no Pré-Enquadramento. As medidas de controle para melhoria da qualidade da água, consideradas neste cenário, dizem respeito às atividades de esgotamento sanitário, sendo: o aumento dos índices de coleta e tratamento de efluentes dos municípios; o aumento das eficiências das estações de tratamento de efluentes existentes; e a inserção de novas unidades do sistema de esgoto sanitário, quando necessário. Essas reduções de cargas poluidoras são necessárias para que haja uma melhoria na qualidade da água no trecho, de modo que seja possível alcançar a classe de qualidade almejada, em conformidade com a proposta de Pré-Enquadramento, na vazão de referência estabelecida.

- Cenário Alternativo

Sugestão de atribuição de classe de qualidade alternativa à classificação determinada no Pré-Enquadramento quando identificada a inviabilidade de atendimento do Enquadramento almejado, após considerar as intervenções sobre o esgotamento sanitário nos municípios, sugeridas no cenário futuro tendencial com intervenção.

Os cenários atuais e futuros de qualidade das águas foram simulados utilizando-se modelagem de qualidade das águas, com a aplicação do modelo matemático WARM-GIS Tools, apresentado no Capítulo 5. Além disso, os cenários futuros considerados para o Enquadramento foram obtidos considerando como vazão de referência a vazão mínima com 90% de permanência no tempo ( $Q_{90}$ ).

A simulação da qualidade da água representada nos cenários elaborados, configuram-se essencialmente em ferramentas criadas para instrumentalizar o enquadramento (meta final/objetivo), ou seja, esses cenários serviram para subsidiar o Comitê de Bacia para a tomada de decisão do Enquadramento.

### 6.1 PROJEÇÃO DAS CARGAS DE POLUENTES: EFLUENTES DE ORIGEM DOMÉSTICA E ANIMAL

As cargas poluentes lançadas na rede hidrográfica da bacia do rio São Mateus foram estimadas com base nas cargas de origem doméstica, animal e industrial, além de lançamentos difusos na bacia. As cargas domésticas representam a principal fonte de poluição durante os períodos de vazões baixas, época que são observadas concentrações críticas para os parâmetros de qualidade da água analisados.

As informações relacionadas às estações de tratamento de esgoto presentes na bacia são apresentadas no Quadro 6.1 e no Quadro 6.2. A vazão não tratada lançada *in natura*, bem como as concentrações dos efluentes brutos das sedes e localidades são apresentadas no Quadro 6.3 e no Quadro 6.4, respectivamente.

**Quadro 6.1 - Características das ETEs existentes na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Município	ETE	População do Município <sup>[1]</sup>				Localidade atendida	Eficiência DBO (%)	Vazão tratada (m³/s)			
		Atual	2021	2029	2037			Atual	2021	2029	2037
Água Doce do Norte	ETE Água Doce do Norte	11.329	11.128	10.814	10.675	Sede	88	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013
Barra de São Francisco	ETE Barra de São Francisco	41.968	42.586	43.553	43.979	Sede	61	0,004876	0,004948	0,00506	0,00511
Barra de São Francisco	ETE Cachoeirinha de Itaúnas	41.968	42.586	43.553	43.979	Cachoeirinha de Itaúnas	90	0,00023	0,000233	0,000238	0,000241
Ecoporanga	ETE Ecoporanga	22.882	22.727	22.484	22.378	Sede	91	0,00129	0,00128	0,00126	0,00126
Mantenópolis	ETE Mantenópolis 2	14.231	14.518	14.967	15.164	Sede	88	0,0152	0,01551	0,01599	0,0162
Nova Venécia	ETE Bairro Altoé	47.375	47.991	48.956	49.380	Sede	82,5	0,00056	0,00057	0,00058	0,00058
Nova Venécia	ETE Bairro Alvorada	47.375	47.991	48.956	49.380	Sede	82,5	0,00056	0,00057	0,00058	0,00058
Nova Venécia	ETE Bairro Bela Vista	47.375	47.991	48.956	49.380	Sede	81	0,00056	0,00057	0,00058	0,00058
Nova Venécia	ETE Bairro Betania	47.375	47.991	48.956	49.380	Sede	82,5	0,00056	0,00057	0,00058	0,00058
Nova Venécia	ETE Bairro São Cristóvão	47.375	47.991	48.956	49.380	Sede	82,5	0,00056	0,00057	0,00058	0,00058
Nova Venécia	ETE Padre Giani	47.375	47.991	48.956	49.380	Sede	82,5	0,00056	0,00057	0,00058	0,00058
Ponto Belo	ETE Itamira	7.302	7.449	7.678	7.779	Itamira	92	0,00069	0,0007	0,00072	0,00073
São Mateus	ETE Loteamento Parque das Brisas	117.456	121.273	127.244	129.870	Sede	67,5	0,00564	0,00582	0,00611	0,00623

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

<sup>[1]</sup> Dados estimados no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

**Quadro 6.2 - Concentrações dos principais parâmetros lançados pelas ETEs da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Município	ETE	Concentrações Lançadas (mg/L)								
		DBO	OD	Colif. (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Água Doce do Norte	ETE Água Doce do Norte	48,39	0	7.467	1,34	3,14	15,68	20,16	0	0
Barra de São Francisco	ETE Barra de São Francisco	151,47	0	7.192	1,29	3,02	15,1	19,42	0	0
Barra de São Francisco	ETE Cachoeirinha de Itaúnas	38,84	0	7.192	1,29	3,02	15,1	19,42	0	0
Ecoporanga	ETE Ecoporanga	37,13	0	7.641	1,38	3,21	16,05	20,63	0	0
Mantenópolis	ETE Mantenópolis 2	57,73	0	8.909	1,6	3,74	18,71	24,06	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Altoé	74,15	0	7.847	1,41	3,3	16,48	21,19	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Alvorada	74,15	0	7.847	1,41	3,3	16,48	21,19	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Bela Vista	80,51	0	7.847	1,41	3,3	16,48	21,19	0	0

Município	ETE	Concentrações Lançadas (mg/L)								
		DBO	OD	Colif. (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Nova Venécia	ETE Bairro Betania	74,15	0	7.847	1,41	3,3	16,48	21,19	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro São Cristóvão	74,15	0	7.847	1,41	3,3	16,48	21,19	0	0
Nova Venécia	ETE Padre Giani	74,15	0	7.847	1,41	3,3	16,48	21,19	0	0
Ponto Belo	ETE Itamira	40,57	0	9.391	1,69	3,94	19,72	25,36	0	0
São Mateus	ETE Loteamento Parque das Brisas	280,17	0	15.964	2,87	6,7	33,52	43,1	0	0

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Nota: Colif - Coliformes termotolerantes; P. inorg. - fósforo inorgânico; P. org. - fósforo orgânico; N. org. - nitrogênio orgânico.

Quadro 6.3 - Dados de lançamentos nas sedes e localidades da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Município/Localidade	População <sup>[1]</sup>				Vazão Lançada (m³/s)			
	Atual	2021	2029	2037	Atual	2021	2029	2037
Água Doce do Norte - Sede	6.744	6.625	6.438	6.355	0,01032	0,01014	0,00985	0,00972
Água Doce do Norte - Governador Lacerda	4.585	4.503	4.376	4.320	0,00711	0,00698	0,00678	0,00670
Barra de São Francisco	41.968	42.586	43.553	43.979	0,06243	0,06335	0,06479	0,06542
Conceição da Barra - Sede	14.099	14.294	14.599	14.734	0,02227	0,02258	0,02306	0,02327
Conceição da Barra - Bairro Santana	3.617	3.667	3.746	3.780	0,00571	0,00579	0,00592	0,00597
Ecoporanga	22.882	22.727	22.484	22.378	0,03338	0,03315	0,03280	0,03264
Mantenópolis	14.231	14.518	14.967	15.164	0,00329	0,00335	0,00346	0,00350
Nova Venécia	47.375	47.991	48.956	49.380	0,06653	0,06740	0,06875	0,06935
Ponto Belo - Itamira	1.105	1.128	1.162	1.178	0,00067	0,00069	0,00071	0,00000
São Mateus - Sede	66.002	68.147	71.503	72.978	0,04221	0,04359	0,04573	0,04668
São Mateus - Quilômetro Trinta e Cinco	2.074	2.142	2.247	2.294	0,00150	0,00155	0,00163	0,00166
São Mateus - Nestor Gomes	2.859	2.951	3.097	3.161	0,00207	0,00214	0,00225	0,00229
São Mateus - Encruso	7.022	7.250	7.607	7.764	0,00509	0,00526	0,00552	0,00563
São Mateus - Guriri	39.499	40.782	42.790	43.673	0,02864	0,02957	0,03102	0,03166
Vila Pavão - Sede	8.004	8.067	8.167	8.210	0,01157	0,01166	0,01180	0,01187
Vila Pavão - Praça Rica	320	322	326	328	0,00049	0,00049	0,00050	0,00050
Vila Pavão - Todos os Santos	503	507	513	516	0,00077	0,00077	0,00078	0,00079

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

[1] Dados estimados no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

**Quadro 6.4 - Concentrações dos principais parâmetros lançados nas sedes e localidades da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Município/Localidade	Concentrações de Lançamento do Efluente Bruto (mg/L)								
	DBO	OD	Colif. (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Água Doce do Norte - Sede	403,23	0,00	746.714	2,24	5,23	26,14	33,60	0,00	0,00
Água Doce do Norte - Governador Lacerda	403,23	0,00	746.714	2,24	5,23	26,14	33,60	0,00	0,00
Barra de São Francisco	388,38	0,00	719.217	2,16	5,03	25,17	32,36	0,00	0,00
Conceição da Barra - Sede	395,66	0,00	732.708	2,20	5,13	25,64	32,97	0,00	0,00
Conceição da Barra - Bairro Santana	395,66	0,00	732.708	2,20	5,13	25,64	32,97	0,00	0,00
Ecoporanga	412,59	0,00	764.059	2,29	5,35	26,74	34,38	0,00	0,00
Mantenedópolis	481,11	0,00	890.948	2,67	6,24	31,18	40,09	0,00	0,00
Nova Venécia	423,73	0,00	784.683	2,35	5,49	27,46	35,31	0,00	0,00
Ponto Belo - Itamira	507,14	0,00	939.144	2,82	6,57	32,87	42,26	0,00	0,00
São Mateus - Sede	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Quilômetro Trinta e Cinco	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Nestor Gomes	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Encruso	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Guriri	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
Vila Pavão - Sede	409,34	0,00	758.035	2,27	5,31	26,53	34,11	0,00	0,00
Vila Pavão - Praça Rica	409,34	0,00	758.035	2,27	5,31	26,53	34,11	0,00	0,00
Vila Pavão - Todos os Santos	409,34	0,00	758.035	2,27	5,31	26,53	34,11	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Nota: Colif - Coliformes termotolerantes; P. inorg. - fósforo inorgânico; P. org. - fósforo orgânico; N. org. - nitrogênio orgânico.

## 6.2 PROJEÇÃO DAS CARGAS DE POLUENTES: LANÇAMENTOS INDUSTRIAIS

As informações de lançamentos industriais foram disponibilizadas no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus e foram atualizadas com os processos de outorga de lançamento disponibilizados pela AGERH. As informações estão apresentadas no Quadro 6.5, e em relação à projeção dos lançamentos industriais, foi aplicada uma taxa de crescimento de 3,6% ao ano sobre cada ponto.

**Quadro 6.5 - Lançamentos industriais na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Empreendimento	Vazão de lançamento (l/s) <sup>[1]</sup>	DBO tratada (mg/L) <sup>[1]</sup>	Fósforo tratado (mg/L) <sup>[1]</sup>
Antonio Osvaldo Pinto	3,2	30	-
Cheim Transporte	0,9	18	-
Construvix (Loteamento)	6,6	40	-
Habivix Empreendimentos (Loteamento)	1,19	30	-
Petrobrás	1,1	30	1
Santa Inês Empreendimentos Imobiliários (Loteamento)	7,39	30	-
Soma Construções Empreendimentos	6	1	0,03
Veneza Cooperativa Agropecuária	0,1	98,92	1,5

<sup>[1]</sup> Dados disponibilizados no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

## 6.3 RESULTADO DO CENÁRIO ATUAL POR MEIO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO

O primeiro cenário de Enquadramento para a bacia em estudo, chamado de atual (o rio que temos), está apresentado na Figura 6.1. Este cenário baseou-se nos resultados do modelo WARM-GIS Tools, simulando por meio de equações matemáticas, o comportamento (decaimento) das concentrações dos parâmetros ao longo da rede de drenagem, verificando a qualidade da água e a correspondente classe de uso.

Observa-se na Figura 6.1 a degradação dos cursos d'água nos trechos de rios situados no entorno e a jusante das manchas urbanas. Evidencia-se que os cursos de água mais críticos na Bacia do rio São Mateus são: Trecho 3, no rio Dois de Setembro, pois recebe os efluentes da sede municipal de Ecoporanga; Trecho 5, no rio Preto, pois recebe os efluentes da sede municipal de Água Doce do Norte; Trecho 7 no rio São Francisco que recebe os despejos da sede municipal de Barra de São Francisco; Trecho 16, no córrego Bamburral e; Trecho 18, no rio Abissínia que recebe os despejos da sede municipal de São Mateus.

Os trechos 4, 12 e 15, no rio Preto, rio Santa Joana e Córrego Bamburral, respectivamente, são rios de cabeceira e naturalmente possuem qualidade superior

aos demais rios, no entanto devido a contribuições de cargas decorrentes da antropização do meio por onde passam, foram caracterizados como classe 2 em termos de qualidade de água.

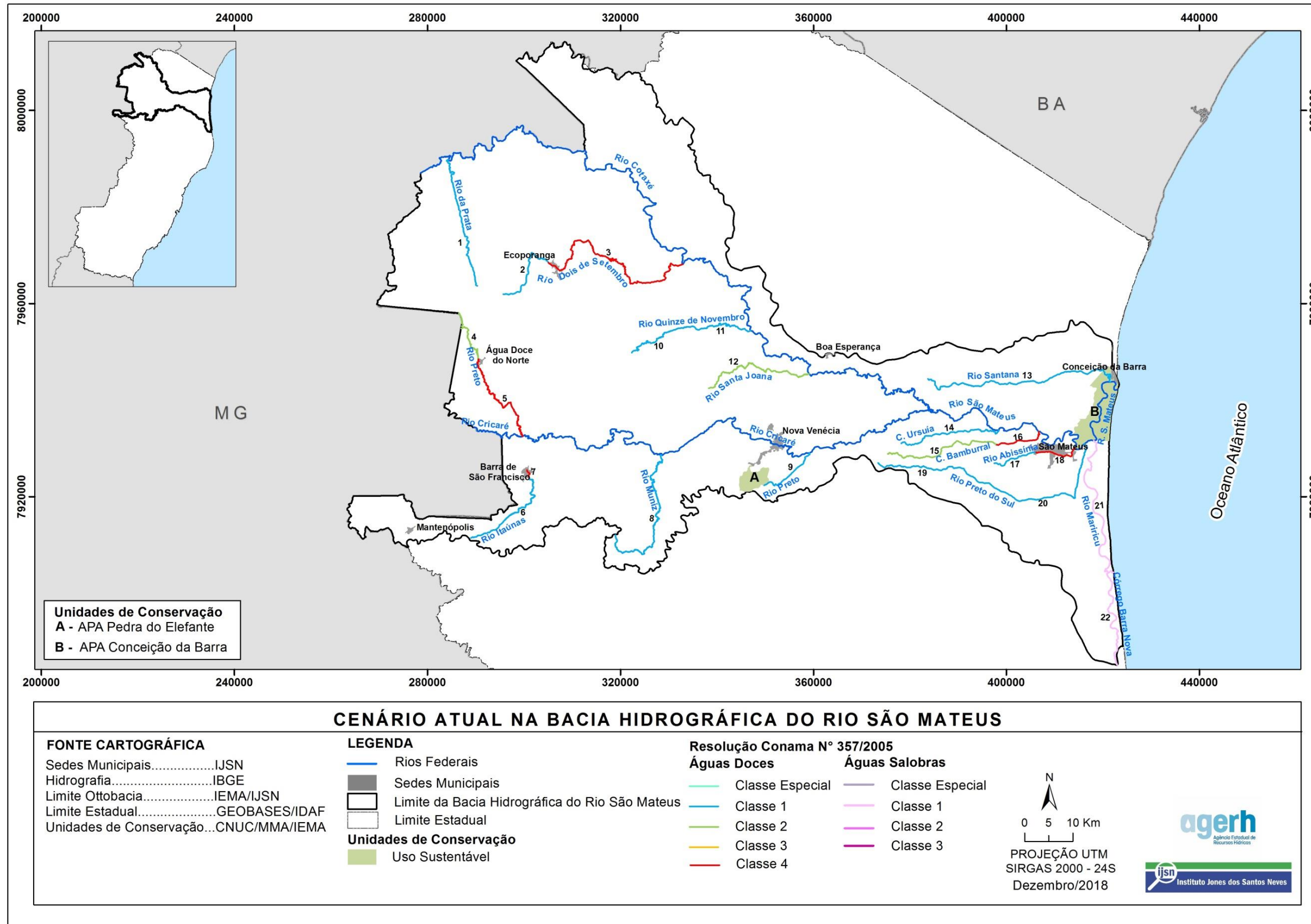
No período de estiagem, a carga pontual que prevalece comumente é a de origem doméstica, embora cargas do setor industrial, de mineração, e agropecuário, mesmo que recolhidas e tratadas, também alcancem os cursos d'água. Este fato destaca a importância deste tipo de carga e a relevância de ações prioritárias voltadas a seu controle.

Os demais trechos da bacia, a saber: 1, 2, 6, 8, 9,10, 11, 13, 14, 17, 19 e 20, foram classificados como classe 1.

A Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus apresenta dois trechos de rios (21 e 22) que sofrem interferência da cunha salina. Entretanto, o modelo utilizado não prevê interações com a salinidade, tampouco com as condições hidrodinâmicas inerentes a este tipo de recurso hídrico, causando um maior nível de incerteza nos trechos com essas condições.

Os trechos 21 e 22, portanto, foram simulados como se recebessem a contribuição hídrica apenas da bacia hidrográfica (águas doces) e os resultados obtidos foram classificados de acordo com os limites das classes de águas salobras. Desta maneira, os trechos supracitados foram classificados como classe 1.

Figura 6.1 - Classes de qualidade no Cenário Atual (2017) na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

## 6.4 RESULTADOS DO CENÁRIO FUTURO TENDENCIAL POR MEIO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO

O mapa apresentado na Figura 6.2 expõe os resultados da classe dos corpos hídricos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005, conforme os valores calculados pelo modelo na vazão  $Q_{90}$  no cenário futuro tendencial (2037).

Na comparação entre o cenário atual e o tendencial verifica-se a piora da qualidade do Rio Itaúnas, trecho 6, em função do crescimento populacional do município de Barra de São Francisco. Os demais trechos não tiveram sua classificação alterada, podendo ser justificado pelo fato de que determinados trechos estejam sendo mais influenciados pelas cargas difusas, não contabilizadas no cenário de  $Q_{90}$ .

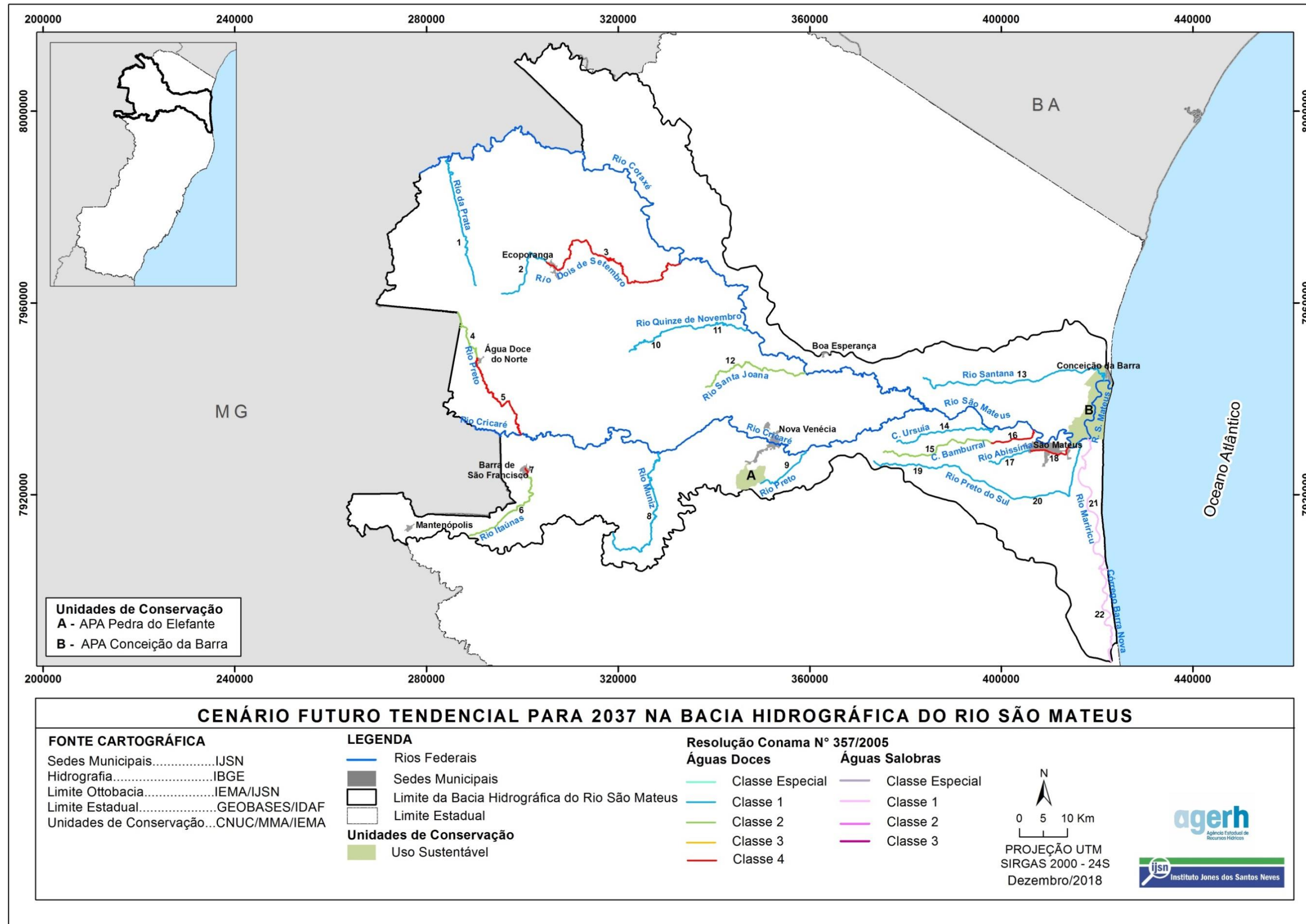
Ao comparar os mapas do cenário tendencial e o pré-enquadramento, verifica-se que existem trechos onde a qualidade desejada é menor que o resultado da simulação, o que ocorre no rio da Prata (trecho 1), rio Muniz (trecho 8), rio Preto (trecho 9), rio Quinze de Novembro (trecho 11) e córrego Ursuía (trecho 14).

A maior parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus não apresenta problemas de prognóstico de qualidade da água para efeitos de Enquadramento, quando se considera as cargas domésticas como fonte de cargas poluidoras. Observa-se que a grande maioria dos trechos apresenta um prognóstico como classe 1, na vazão de referência utilizada.

No entanto, deve-se considerar ainda as incertezas inerentes à metodologia utilizada na distribuição dos pontos de lançamento na modelagem da qualidade atual e tendencial das águas, onde foram realizadas maiores simplificações em relação à dinâmica de lançamento de efluentes por trecho de rio.

Os perfis de concentração para os parâmetros ambientais simulados no cenário futuro tendencial (2037) de qualidade de água estão apresentados no Anexo B.

Figura 6.2 - Classes de qualidade no Cenário Futuro Tendencial (20 anos) na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.



Fonte: Elaborada pela Equipe Técnica

## 7 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS

Para a definição da proposta de Enquadramento, foram avaliados os usos existentes e futuros do corpo hídrico, identificados pela manifestação de vontades da sociedade na Oficina de Pré-Enquadramento; e a condição de qualidade da água atual e futura dos trechos de interesse obtidos por meio da ferramenta de apoio à gestão, a modelagem da qualidade de água.

Deste modo, foram identificados os trechos que apresentaram homogeneidade com relação aos usos preponderantes e a condição atual/futuro tendencial e foram identificados também os trechos que apresentam parâmetros em desconformidade em relação à classe pretendida para o corpo d'água.

A partir das informações obtidas nas etapas anteriores e dos resultados da modelagem, foram determinadas quais medidas são necessárias para se conseguir a melhoria da qualidade da água do respectivo corpo hídrico e os respectivos custos e benefícios socioeconômicos e ambientais, bem como os prazos decorrentes.

Assim, tomando como base essas informações, foi elaborada uma proposta de metas de qualidade para 22 trechos de rio na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, a qual foi apresentada, discutida amplamente e acordada na Oficina de Enquadramento e Plano de Ações, realizada no dia 30/08/2018. Maiores detalhes da oficina supracitada estão disponíveis no Relatório das Etapas B e C - Oficinas de Enquadramento e Plano de Ações da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

A Proposta de Enquadramento obtida na Oficina de Enquadramento e Plano de Ações da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus e desenvolvida no âmbito deste estudo é apresentada no Quadro 7.1. A Figura 7.1 mostra a espacialização dos trechos pleiteados ao Enquadramento e suas respectivas classes de qualidade para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

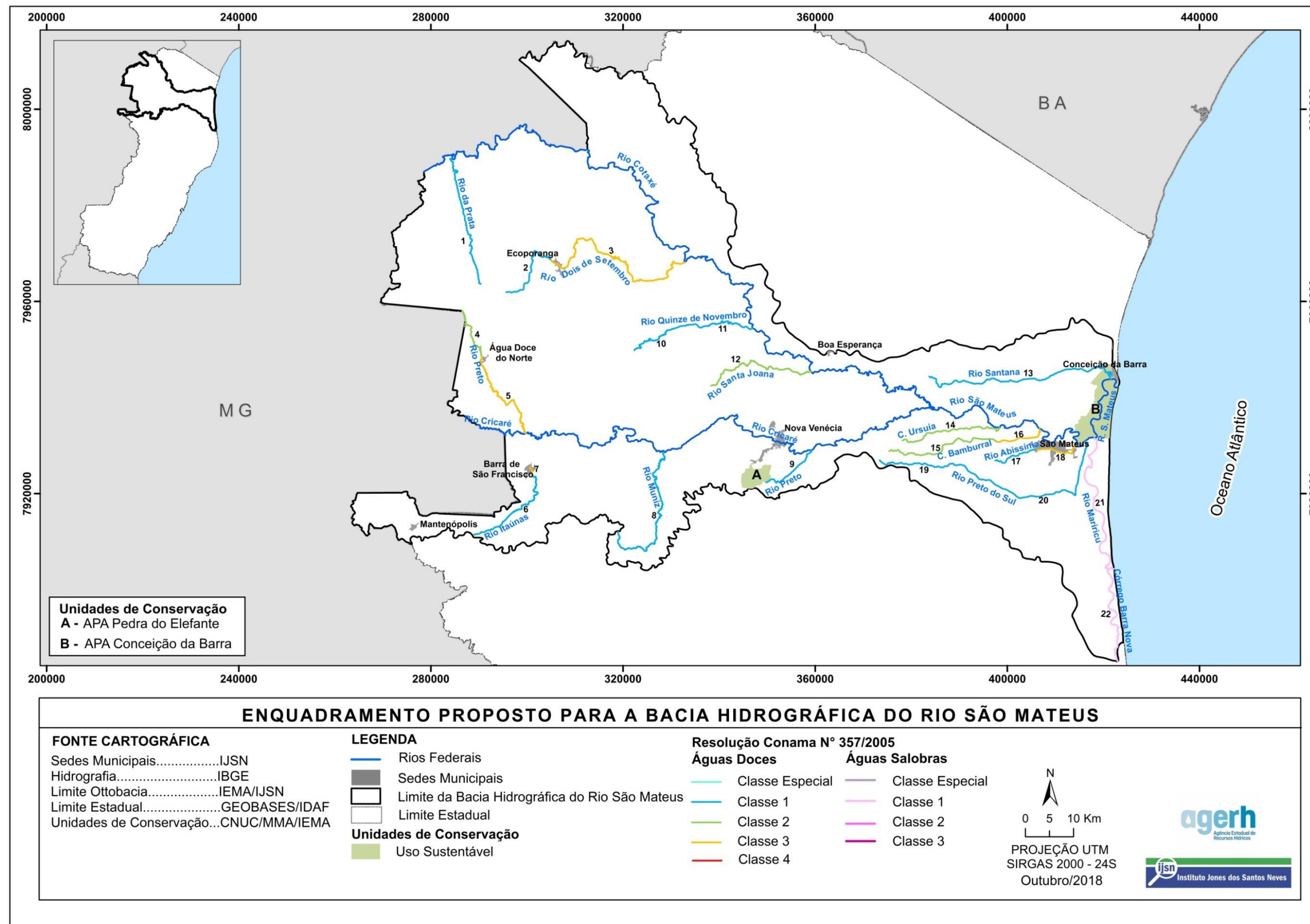
Os perfis de concentração para os parâmetros ambientais simulados no Cenário Futuro Tendencial (2037), considerando intervenções para alcance do Enquadramento estão apresentados no Anexo C.

**Quadro 7.1 – Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Trecho	Nome do corpo hídrico	Enquadramento Proposto
1	Rio da Prata	1
2	Rio Dois de Setembro	1
3	Rio Dois de Setembro	3
4	Rio Preto	2
5	Rio Preto	3
6	Rio Itaúnas	1
7	Rio Itaúnas	3
8	Rio Muniz	1
9	Rio Preto	1
10	Rio Quinze de Novembro	1
11	Rio Quinze de Novembro	1
12	Rio Santa Joana	2
13	Rio Santana	1
14	Córrego Ursuí	2
15	Córrego Bamburral	2
16	Córrego Bamburral	3
17	Rio Abissínia	1
18	Rio Abissínia	3
19	Rio Preto do Sul	1
20	Rio Preto do Sul	1
21	Rio Mariricu	1
22	Córrego Barra Nova	1

Fonte: Elaborado pela Equipe Técnica

**Figura 7.1- Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**



Fonte: Elaborada pela Equipe Técnica.

As classes apresentadas acima refletem a **classificação proposta do trecho**, acordado entre os membros do CBH e demais atores da bacia que participaram da Oficina de Enquadramento e Plano de Ações, após uma análise mais criteriosa, considerando os cenários apresentados e as intervenções de esgotamento sanitário para que se alcance a meta de Enquadramento.

De acordo com a Lei Nº 10.179/2014, o Enquadramento dos corpos de água nas respectivas classes de qualidade, segundo os usos preponderantes, deve ser proposto pelo CBH e, após avaliação técnica pelo Órgão Gestor de Recursos Hídricos, encaminhado para homologação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (CERH).

No que diz respeito à situação dos cursos não enquadrados na rede hidrográfica da bacia, deverá ser observado o disposto no Art. 42 da Resolução CONAMA Nº 357/2005 e no Art. 15 da Resolução CNRH Nº 91/2008 em que cabe à autoridade outorgante, em articulação com o órgão ambiental de meio ambiente definir a classe a ser adotada de forma transitória para a aplicação dos instrumentos de gestão. Ainda segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005, em seu Art. 8º, o conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de Enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

Ressalta-se que o cenário de Enquadramento foi estabelecido considerando a vazão de referência  $Q_{90}$ . Nos casos da ocorrência de vazões inferiores à  $Q_{90}$ , a classe de enquadramento poderá não ser atendida.

Deve-se considerar ainda que a modelagem matemática da qualidade da água e os cenários de simulação elaborados configuram-se essencialmente em ferramentas criadas para instrumentalizar o Enquadramento (meta final/objetivo), ou seja, esses cenários foram utilizados para subsidiar o Comitê de Bacia na tomada de decisão sobre o Enquadramento.

Os trechos a jusante das principais sedes municipais, a saber: trecho 3, no rio Dois de Setembro; trecho 5 no rio Preto; trecho 7 no rio São Francisco; trecho 16 no córrego Bamburral e trecho 18 no rio Abissínia, tiveram como Enquadramento proposto a classe 3, após considerarem as melhorias com as intervenções sugeridas por este plano.

Visto que os trechos 1, 8, 9, 11 e 14 apresentam melhor classificação em termos de qualidade no cenário futuro tendencial do que a manifestação de vontade expressada na oficina de Pré-Enquadramento, foi realizado um ajuste por parte do CBH na Oficina de Enquadramento e Plano de Ações para a proposição de Enquadramento para classe 1 nos trechos 1, 8, 9 e 11, e classe 2 para o trecho 14.

## 8 METAS INTERMEDIÁRIAS DE ENQUADRAMENTO

O cenário de enquadramento configura, em certos casos, uma considerável “distância” entre a situação atual e a pretendida no futuro (objetivos finais), com relação à qualidade das águas superficiais da bacia.

Com vistas a atender à Resolução CONAMA N° 357/2005, foram estudadas metas intermediárias e progressivas, ao longo do horizonte temporal (20 anos). Para tanto, foram estabelecidos patamares de remoção de cargas, por meio de percentuais crescentes de população com tratamento de esgotos, com vistas ao alcance do objetivo do Enquadramento, sendo apresentados no Quadro 8.1.

**Quadro 8.1 - Metas Progressivas e horizontes temporais de Enquadramento**

Ações	Horizonte de tempo	Metas Progressivas
Finalização de obras e projeto já previstos	4 anos	20%
Alcançar Classe intermediária quando houver diferença de duas classes entre o cenário atual e o cenário de Enquadramento, ou promover abatimentos de 80% na carga orgânica lançada nos corpos hídricos.	12 anos	60%
Objetivo Final – Alcançar meta de Enquadramento	20 anos	100%

**Fonte: Elaborado pela equipe técnica.**

A esses escalonamentos de metas progressivas foram associados horizontes temporais também progressivos: curto, médio e longo prazo. No entanto, as ações consideradas no horizonte de curto prazo (4 anos) trataram das atividades já previstas nos Planos Municipais de Saneamento Básico, ou outras atividades prioritárias definidas pelo gestor previamente a este Plano. Ademais, as intervenções sugeridas neste plano foram estabelecidas para serem cumpridas a médio (12 anos) e longo prazos (20 anos), devido aos altos investimentos requeridos para atividades relacionadas às intervenções de esgotamento sanitário.

A metodologia adotada para atingir o Enquadramento considerou os incrementos graduais do índice de coleta de esgotos dos municípios, a ampliação de eficiência de tratamento ao atualmente adotado e a instalação de novas unidades de tratamento, caso necessário.

As metas progressivas propostas para alcançar as classes pretendidas nos trechos de rios são apresentadas no Quadro 8.2 por município da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. O Quadro 8.3 apresenta as vazões tratadas por cada ETE a fim de se atingir o Enquadramento. Já o Quadro 8.4 apresenta as vazões de esgoto remanescentes não tratadas lançadas nas sedes e localidades.

**Quadro 8.2 - Metas progressivas representadas por classes de qualidade na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.**

Metas Progressivas							
Município	Trecho	4 anos		12 anos		20 anos	
		Classe de Qualidade	População atendida (rede de coleta)	Classe de Qualidade	População atendida (rede de coleta)	Classe de enquadramento	População atendida (rede de coleta)
Ecoporanga	1	1	843	1	18.821	1	21.259
	2	1		1		1	
	3 <sup>[1]</sup>	4		3		3	
Água Doce do Norte	4	2	84	2	2.657	2	7.998
	5 <sup>[1]</sup>	4		4		3	
Barra de São Francisco	6 <sup>[1]</sup>	1	3.220	1	38.135	1	41.780
	7	4		4		3	
Nova Venécia	8 <sup>[1]</sup>	1	2.299	1	41.510	1	46.911
	9 <sup>[1]</sup>	1		1		1	
	11 <sup>[1]</sup>	1		1		1	
	12	2		2		2	
Vila Pavão	10 <sup>[1]</sup>	1	0	1	6.534	1	7.800
São Mateus	13 <sup>[1]</sup>	1	8.028	1	73.734	1	105.628
	14	1		1		2	
	15	2		2		2	
	16	4		4		3	
	17	1		1		1	
	18	4		4		3	
	19	1		1		1	
	20	1		1		1	
	21	1		1		1	
	22 <sup>[1]</sup>	1		1		1	

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

[1] Trechos localizados em mais de um município da bacia.

**Quadro 8.3 - Vazões e concentrações lançadas pelas ETEs nos cenários intermediários e de Enquadramento.**

Município Atendido	ETE	Vazão lançada (m³/s)		População atendida para o Enquadramento	Concentrações de Lançamento em 2037 (mg/L)								
		2029	2037		DBO	OD	Coli <sup>[2]</sup>	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Água Doce do Norte - Governador Lacerda	ETE Governador Lacerda <sup>[1]</sup>	0	0,0064	4.104	80,6	0	7.467	1,3	3,1	15,7	20,2	0	0
Água Doce do Norte	ETE Água Doce do Norte	0,0041	0,006	3.894	48,4	0	7.467	1,3	3,1	15,7	20,2	0	0
Barra de São Francisco	ETE Barra de São Francisco	0,0586	0,0642	39.901	19,4	0	719	0,9	2	12,6	16,2	0	0
Barra de São Francisco	ETE Cachoeirinha de Itaúnas	0,0028	0,003	1.879	19,4	0	719	0,9	2	12,6	16,2	0	0
Conceição da Barra - Bairro Santana	ETE Bairro Santana <sup>[1]</sup>	0	0,0057	3.591	19,8	0	733	0,9	2,1	12,8	16,5	0	0
Ecoporanga	ETE Bela Vista	0,0127	0,0143	9.447	20,6	0	764	0,9	2,1	13,4	17,2	0	0
Ecoporanga	ETE Ecoporanga	0,0158	0,0179	11.812	20,6	0	764	0,9	2,1	13,4	17,2	0	0
Mantenópolis	ETE Mantenópolis II	0,0092	0,0094	7.203	57,7	0	8.909	1,6	3,7	18,7	24,1	0	0
Mantenópolis	ETE Mantenópolis I	0,0092	0,0094	7.203	125,1	0	8.909	1,6	3,7	18,7	24,1	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Altoé	0,0102	0,0115	7.819	74,2	0	7.847	1,4	3,3	16,5	21,2	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Alvorada	0,0102	0,0115	7.819	74,2	0	7.847	1,4	3,3	16,5	21,2	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Bela Vista	0,0102	0,0115	7.819	80,5	0	7.847	1,4	3,3	16,5	21,2	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro Betania	0,0102	0,0115	7.819	74,2	0	7.847	1,4	3,3	16,5	21,2	0	0
Nova Venécia	ETE Bairro São Cristóvão	0,0102	0,0115	7.819	74,2	0	7.847	1,4	3,3	16,5	21,2	0	0
Nova Venécia	ETE Padre Giani	0,0102	0,0115	7.819	74,2	0	7.847	1,4	3,3	16,5	21,2	0	0
Ponto Belo - Itamira	ETE Itamira	0,001	0,0013	1.067	40,6	0	9.391	1,7	3,9	19,7	25,4	0	0
São Mateus	ETE Loteamento Parque das Brisas	0,0109	0,0062	8.553	280,2	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus	ETE SEAC	0,0016	0,0023	3.199	150,9	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus	ETE 01 COHAB 01	0,0016	0,0023	3.199	150,9	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0

Município Atendido	ETE	Vazão lançada (m³/s)		População atendida para o Enquadramento	Concentrações de Lançamento em 2037 (mg/L)								
		2029	2037		DBO	OD	Coli <sup>[2]</sup>	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
São Mateus	ETE 02 COHAB 02	0,0016	0,0023	3.199	150,9	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus	ETE 03 COHAB 03	0,0016	0,0023	3.199	172,4	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus	ETE Bairro Porto (Sede)	0,0126	0,0179	24.634	280,2	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus	ETE Loteamento Buritis	0,0016	0,0023	3.199	280,2	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus	ETE Loteamento Jardim Floresta	0,0016	0,0023	3.199	150,9	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus - Ecruso	ETE - ENCRUSO <sup>[1]</sup>	0	0,0053	7.376	172,4	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus - Guriri	ETE Mariricu (Guriri)	0,0248	0,0301	41.490	43,1	0	15.964	1,9	4,5	27,9	35,9	0	0
São Mateus – Quilômetro 35	ETE - QUILOMETRO 35 <sup>[1]</sup>	0	0,001	1.376	172,4	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
São Mateus - Nestor Gomes	ETE Km 41	0,0018	0,0022	3.003	150,9	0	15.964	2,9	6,7	33,5	43,1	0	0
Vila Pavão	ETE - Vila Pavão	0,01	0,0119	7.800	81,9	0	7.580	1,4	3,2	15,9	20,5	0	0

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Nota: Coli - Coliformes termotolerantes; P. org. – fósforo orgânico; P. inorg. - fósforo inorgânico; N. org. - nitrogênio orgânico.

<sup>[1]</sup> Sugestão de implantação de Estação de Tratamento de Efluente, a fim de alcançar a meta de qualidade.

<sup>[2]</sup> NMP/100ml.

Quadro 8.4 - Lançamentos brutos remanescentes nas sedes municipais e localidades da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Município	População		Vazão Bruta Lançada (m³/s)		Concentrações de Lançamento do Efluente Bruto (mg/L)								
	2029	2037	2029	2037	DBO	OD	Coliformes (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Água Doce do Norte - Sede	6.438	6.355	0,00586	0,00381	403,23	0,00	746.714	2,24	5,23	26,14	33,60	0,00	0,00
Água Doce do Norte - Governador Lacerda	4.376	4.320	0,00678	0,00033	403,23	0,00	746.714	2,24	5,23	26,14	33,60	0,00	0,00
Barra de São Francisco	43.553	43.979	0,00872	0,00354	388,38	0,00	719.217	2,16	5,03	25,17	32,36	0,00	0,00

Município	População		Vazão Bruta Lançada (m³/s)		Concentrações de Lançamento do Efluente Bruto (mg/L)								
	2029	2037	2029	2037	DBO	OD	Coliformes (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Conceição da Barra - Sede	14.599	14.734	0,02306	0,02327	395,66	0,00	732.708	2,20	5,13	25,64	32,97	0,00	0,00
Conceição da Barra - Bairro Santana	3.746	3.780	0,00592	0,00030	395,66	0,00	732.708	2,20	5,13	25,64	32,97	0,00	0,00
Ecoporanga	22.484	22.378	0,00555	0,00169	412,59	0,00	764.059	2,29	5,35	26,74	34,38	0,00	0,00
Mantenópolis	14.967	15.164	0,00097	0,00098	481,11	0,00	890.948	2,67	6,24	31,18	40,09	0,00	0,00
Nova Venécia	48.956	49.380	0,01098	0,00364	423,73	0,00	784.683	2,35	5,49	27,46	35,31	0,00	0,00
Ponto Belo - Itamira	1.162	1.178	0,00042	0,00014	507,14	0,00	939.144	2,82	6,57	32,87	42,26	0,00	0,00
São Mateus - Sede	71.503	72.978	0,02500	0,01493	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Quilômetro Trinta e Cinco	2.247	2.294	0,00163	0,00067	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Nestor Gomes	3.097	3.161	0,00045	0,00011	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Encruso	7.607	7.764	0,00552	0,00028	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
São Mateus - Guriri	42.790	43.673	0,00620	0,00158	862,07	0,00	1.596.424	4,79	11,17	55,87	71,84	0,00	0,00
Vila Pavão - Sede	8.167	8.210	0,00183	0,00063	409,34	0,00	758.035	2,27	5,31	26,53	34,11	0,00	0,00
Vila Pavão - Praça Rica	326	328	0,00050	0,00050	409,34	0,00	758.035	2,27	5,31	26,53	34,11	0,00	0,00
Vila Pavão - Todos os Santos	513	516	0,00078	0,00079	409,34	0,00	758.035	2,27	5,31	26,53	34,11	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Nota: P. org. – fósforo orgânico; P. inorg. - fósforo inorgânico; N. org. - nitrogênio orgânico.

Considerando que as intervenções em esgotamento sanitário demandam grande investimento por parte dos municípios e, considerando que é requerido tempo para planejamento orçamentário, optou-se por avaliar os efeitos na qualidade de água decorrente das intervenções sugeridas neste plano, apenas a partir do quarto ano após a aprovação do mesmo.

Os resultados em termos de classe de qualidade de água apresentados no curto prazo (4 anos) reproduzem a qualidade de água atual. Os resultados apresentados no longo prazo (20 anos) representam o Enquadramento proposto para a bacia.

Cabe dizer que nos trechos em que não se observa alteração na classe de qualidade de água entre os horizontes de tempo avaliados, não há uma estagnação na qualidade de água do trecho analisado; o que ocorre é que as melhorias nas concentrações dos parâmetros ambientais não foram suficientes para a troca de classe.

Para alguns trechos que apresentaram uma ótima qualidade em todos os horizontes de tempo avaliados, considerou-se a incerteza inerente ao processo de modelagem, e optou-se por uma classificação mais adequada à realidade do trecho. E, ainda, foi pactuado entre o CBH e órgão gestor a necessidade de investigação sobre a qualidade de água desses trechos por meio da extensão da rede de monitoramento e outras ações, previstas no Relatório da Etapa C (REC) - Plano de Ações.

## 9 PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

Conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, o Programa de Efetivação do Enquadramento dos corpos hídricos deve seguir um conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e finais de qualidade de água estabelecidas pela proposta do Enquadramento.

Com isto, tem-se que as medidas de despoluição podem ser implementadas seguindo um escalonamento de ações, sejam elas pela expansão física do sistema de esgotamento sanitário ou pelo aumento da eficiência do tratamento, tanto em remoção de carga quanto ao número de poluentes a serem tratados, dentro de um período de projeto estabelecido.

Desta forma, neste estudo foi realizado um levantamento dos custos relacionados às ações de expansão do índice de coleta e tratamento dos municípios, de aumento dos níveis de tratamento das ETEs existentes e inserção de novas, quando necessário, sendo apresentados a seguir.

Os custos encontrados para a implementação do Enquadramento são úteis para uma verificação preliminar ou ainda para o auxílio na escolha de alternativas de tratamento que melhor se enquadrem nas disponibilidades de recursos financeiros de uma região, uma vez que os custos adicionais serão valores fixos sobre o custo total da obra (Brites *et al.*, 2011).

### 9.1 INTERVENÇÕES DE MELHORIA NO ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA ALCANCE DE META DE ENQUADRAMENTO

#### 9.1.1 Lançamentos Pontuais

A Resolução CONAMA nº 357/2005, em seus Artigos 24 e 28, estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água, após o devido tratamento, não podendo conferir ao curso d'água características em desacordo com as metas obrigatórias do seu Enquadramento.

Tendo em vista que as principais cargas orgânicas são representadas pelos lançamentos pontuais de esgotos domésticos e industriais, e que estes são facilmente identificados e mensurados, foram considerados, com o auxílio da modelagem da qualidade da água, abatimentos nas cargas orgânicas geradas nos municípios por meio de aumentos progressivos no índice de coleta e tratamento de esgotos dos municípios e; aumento das eficiências das ETEs existentes, de modo que os rios possam assimilar a carga orgânica remanescente e que se alcançasse a meta de Enquadramento proposta. Para os casos em que, mesmo quando utilizadas as duas abordagens supracitadas identificou-se a

inviabilidade de se atingir meta de Enquadramento, foi sugerida a implantação de novas ETEs.

Na Quadro 9.1 é apresentado o resumo das intervenções de esgotamento sanitário sugeridas por este Plano para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, após as simulações com o modelo matemático de qualidade de água.

**Quadro 9.1 - Intervenções em esgotamento sanitário para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus para alcance das metas de Enquadramento.**

Município	Estações de Tratamento de Efluentes	Eficiência para alcance do Enquadramento (%)			Índice de Coleta e Tratamento (%)	
		DBO	Fósforo	Coliforme	Atual <sup>[2]</sup>	Enq./20 Anos <sup>[3]</sup>
Água Doce Norte	ETE Água Doce do Norte	88	40	99,9	01	60
	ETE Governador Lacerda <sup>[1]</sup>	80	40	99,9	0	95
Barra de São Francisco	ETE Barra de São Francisco	95	60	99,99	07	95
	ETE Cachoeirinha de Itaúnas					
Ecoporanga	ETE Bela Vista	95	60	99,99	04	95
	ETE Ecoporanga	95	60	99,99		
Mantenópolis	ETE Mantenópolis I	74	40	99,9	82	95
	ETE Mantenópolis II	88	40	99,9		
Nova Venécia	ETE Bairro Altoé	82,5	40	99,9	05	95
	ETE Bairro Alvorada	82,5	40	99,9		
	ETE Bairro Bela Vista	81	40	99,9		
	ETE Bairro Betânia	82,5	40	99,9		
	ETE Bairro São Cristóvão	82,5	40	99,9		
	ETE Padre Giani	82,5	40	99,9		
Ponto Belo	ETE Itamira	92	40	99,9	51	91
São Mateus (sede)	ETE Loteamento Parque das Brisas	67,5	40	99,9	12	70
	ETE SEAC	82,5	40	99,9		
	ETE 01 COHAB 01	82,5	40	99,9		
	ETE 02 COHAB 02	82,5	40	99,9		
	ETE 03 COHAB 03	80	40	99,9		
	ETE Bairro Porto	67,5	40	99,9		
	ETE Loteamento Buritis	67,5	40	99,9		
	ETE Loteamento Jardim Floresta	82,5	40	99,9		
São Mateus (Nestor Gomes)	ETE Km 41	95	60	99,99	0	95
São Mateus (Guriri)	ETE Mariricu					
São Mateus (Quilômetro 35)	ETE - Quilômetro 35 <sup>[1]</sup>	80	40	99,9	0	60
São Mateus (Encruso)	ETE – Encruso <sup>[1]</sup>	80	40	99,9	0	95
Vila Pavão	ETE Vila Pavão	95	60	99,99	0	95

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

[1] Sugestão de implantação de Estação de Tratamento de Efluente, a fim de alcançar a meta de qualidade.

[2] Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas da ANA (adaptado).

[3] Índice de coleta e Tratamento (%) necessário para o alcance do Enquadramento, que possui um horizonte de 20 anos correspondendo ao ano de 2037.

As eficiências de remoção de fósforo, apresentadas no Quadro 9.1, foram consideradas para as frações fósforo orgânico e inorgânico. As eficiências de remoção das frações de nitrogênio consideradas na modelagem foram de 50%, para nitrogênio orgânico e amoniacal; e 60% de remoção, para nitrito e nitrato. Não foram considerados incrementos de remoção do nitrogênio e suas frações devido às limitações dos atuais sistemas de tratamento existentes.

Na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, de acordo com o Atlas Esgoto – Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017), cinco municípios ainda não possuem coleta e tratamento de esgoto ou possuem baixos índices, gerando uma significativa carga remanescente de DBO e um grande motivo de preocupação. Dentre os municípios da bacia, Mantenópolis apresenta a maior taxa de coleta e tratamento, 82%, e encontra-se acima da média do Estado (46%).

O Quadro 9.2 apresenta as intervenções sugeridas nos sistemas de tratamento de esgotos para os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

**Quadro 9.2 - Intervenções sugeridas no Sistema de Tratamento de Esgotos.**

Município	Prestador de Serviço de Esgotamento Sanitário	Estações de Tratamento de Efluentes	Tipo de Tratamento Existente	Tipo de tratamento sugerido
Água Doce Norte	CESAN	ETE Água Doce do Norte	UASB+ biofiltro aerado submerso	UASB+ biofiltro aerado submerso <sup>[4]</sup>
		ETE Governador Lacerda <sup>[1]</sup>	<sup>[3]</sup>	Tanque Séptico + infiltração <sup>[1]</sup> Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação <sup>[1]</sup>
Barra de São Francisco	CESAN	ETE Barra de São Francisco	Lagoa anaeróbia+ lagoa facultativa+ lagoa de maturação	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>
		ETE Cachoeirinha de Itaúnas	UASB + Lodos Ativados	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>
Ecoporanga	CESAN	ETE Bela Vista	<sup>[5]</sup>	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária <sup>[2]</sup> Lagoa facultativa + infiltração lenta <sup>[2]</sup>
		ETE Ecoporanga	Reator UASB	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>
Mantenópolis	CESAN	ETE Mantenópolis I	UASB + Lodos Ativados	UASB + Lodos Ativados <sup>[4]</sup>
		ETE Mantenópolis II	UASB+ biofiltro aerado submerso	UASB + biofiltro aerado submerso <sup>[4]</sup>
Nova Venécia	CESAN	ETE Bairro Altoé	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>
		ETE Bairro Alvorada	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>
		ETE Bairro Bela Vista	UASB + filtro anaeróbio	UASB + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>
		ETE Bairro Betânia	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>
		ETE Bairro São Cristóvão	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>
		ETE Padre Giani	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>
Ponto Belo	CESAN	ETE Itamira	Lagoa anaeróbia+ lagoa	Lagoa anaeróbia+ lagoa facultativa <sup>[4]</sup>

Município	Prestador de Serviço de Esgotamento Sanitário	Estações de Tratamento de Efluentes	Tipo de Tratamento Existente	Tipo de tratamento sugerido	
			facultativa		
São Mateus (sede)	SAAE	ETE Loteamento Parque das Brisas	Reator UASB	Reator UASB <sup>[4]</sup>	
		ETE SEAC	Lagoas anaeróbia e facultativa	Lagoas anaeróbia e facultativa <sup>[4]</sup>	
		ETE 01 COHAB 01	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>	
		ETE 02 COHAB 02	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>	
		ETE 03 COHAB 03	Tanque séptico + filtro anaeróbio	Tanque séptico + filtro anaeróbio <sup>[4]</sup>	
		São Mateus (Nestor Gomes)	ETE Km 41	Tanque séptico+ filtro anaeróbio	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>
		São Mateus (Guriri)	ETE Mariricu	UASB e Lagoa Facultativa	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>
		São Mateus (Quilômetro 35)	ETE - Quilômetro 35	[3]	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação <sup>[1]</sup> Tanque Séptico + infiltração <sup>[1]</sup>
São Mateus (Encruso)	ETE – Encruso	[3]	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação <sup>[1]</sup> Tanque Séptico + infiltração <sup>[1]</sup>		
Vila Pavão	CESAN	ETE Vila Pavão	[5]	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária <sup>[2]</sup> Lagoa facultativa + infiltração lenta <sup>[2]</sup>	
Conceição da Barra	CESAN	ETE Bairro Santana <sup>[1]</sup>	[3]	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária <sup>[1]</sup> Lagoa facultativa + infiltração lenta <sup>[1]</sup>	

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

<sup>[1]</sup> Sugestão de implantação de Estação de Tratamento de Efluente, a fim de alcançar a meta de qualidade.

<sup>[2]</sup> Sugestão de adequação ao sistema de tratamento de efluente existente.

<sup>[3]</sup> Ausência de sistema de tratamento de efluente na localidade.

<sup>[4]</sup> Manutenção do sistema de tratamento de efluente existente.

<sup>[5]</sup> Não informado

Para a implantação de novas ETEs em Governador Lacerda (município de Água Doce do Norte), Quilômetro 35 e Encruso (município de São Mateus), sugeridas para alcançar a meta de Enquadramento, assim como para as sugestões de adequações de algumas ETEs existentes, são apresentadas duas opções de sistema de tratamento de esgoto, que deverá ser definida após avaliação de alguns critérios, como valor disponível para investimento, áreas requeridas, além da facilidade de operação e manutenção e outros critérios próprios de modo que se adeque às necessidades do município.

### 9.1.2 Carga Difusa

O controle da carga difusa se dá a partir de um conjunto de medidas estruturais e não estruturais. Medidas não-estruturais, visam à prevenção e ao controle da emissão dos poluentes como por exemplo: o controle do uso do solo, a preservação de áreas verdes, o controle de ligações clandestinas, a varrição de ruas, o controle da coleta e disposição do lixo e ações de educação ambiental. Em relação às medidas estruturais, estas visam à redução ou remoção dos poluentes do escoamento, como: bacia de retenção seca, bacia de retenção úmida, bacia de retenção seca, bacia de retenção úmida e alagada (wetlands). Essas e outras ações sugeridas para o controle da poluição difusa são discutidas no Programa para Melhoria da Qualidade de Água (C.4) disponível no Relatório Técnico da Etapa C (REC) - Plano de Ações da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

## 10 CUSTOS PARA A EFETIVAÇÃO DA PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

Os investimentos dos municípios e entidades públicas relacionadas com os recursos hídricos dependem de fundos de financiamentos. Portanto, uma articulação institucional e estabelecimento de pactos de cooperação entre os governos federal, estadual e municipal, o setor privado e os diversos segmentos da sociedade das entidades de governo são fundamentais para execução e implementação das ações esperadas para a bacia.

Os custos de implementação do sistema de coleta de esgotos sanitários foram baseados em estimativas informadas no Panorama do Saneamento Básico no Brasil (2014), apresentadas no Quadro 10.1, que estabelece um valor estimado em R\$/habitantes em função do porte da população beneficiada.

**Quadro 10.1- Sistema de coleta de esgotos sanitários (preço por habitante).**

Preço médio de coleta (R\$/hab) <sup>[1]</sup>				
Classes populacionais (habitantes)				
Até 5.000	5.001 a 20.000	20.001 a 50.000	50.001 a 200.000	Acima de 200.000
1.086,35	1.216,08	1.464,85	1.523,90	1.705,89

Fonte: Adaptado Panorama do Saneamento Básico no Brasil (2014).

<sup>[1]</sup> para o estado do Espírito Santo

No Quadro 10.2, são apresentados os custos estimados referentes aos incrementos no índice de cobertura da rede de coleta de esgotos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

**Quadro 10.2 - Custos referentes aos incrementos no Índice de cobertura da rede de coleta de esgotos.**

Municípios	Índice de coleta sugerido para Enquadramento	Incremento de População Tratada (habitantes) <sup>[1]</sup>	Total (R\$)
Água Doce do Norte	0,6	3.749	4.073.215,01
Água Doce do Norte (Governador Lacerda)	0,95	4.104	4.458.380,40
Barra de São Francisco	0,95	38.702	56.691.921,57
Conceição da Barra (Bairro Santana)	0,95	3.591	3.901.082,85
Ecoporanga	0,95	20.429	29.925.239,30
Mantenópolis	0,95	1.971	2.141.543,48
Nova Venécia	0,95	44.546	65.252.765,72
Ponto Belo (Itamira)	0,91	471	511.888,12
São Mateus (sede)	0,7	43.787	64.141.093,98
São Mateus (Nestor Gomes)	0,95	3.003	3.262.254,73
São Mateus (Guriri)	0,95	41.489	60.775.674,35
São Mateus (Km 35)	0,6	1.376	1.495.252,14
São Mateus (Encruso)	0,95	7.376	8.969.562,86
Vila Pavão (sede)	0,95	7.800	9.484.815,96

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

<sup>[1]</sup> Considerar horizonte de tempo previsto neste plano (20 anos) para atingir o Enquadramento.

A estimativa de custo de implantação de uma unidade de tratamento de esgoto é complexa devido à grande quantidade de variáveis envolvidas desde a escolha do processo, tecnologia utilizada, qualidade dos equipamentos, variantes ambientais e outras características.

A obtenção dos custos de implantação de novos sistemas de tratamento de esgotos, ou adequação das unidades existentes, sugeridas no presente estudo, baseou-se na metodologia apresentada em diversos Planos de Bacia, como o 'TOMO V – Programa de Efetivação do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia do Rio Paranaíba'; 'Produto 05: Proposta de Enquadramento - Plano da Bacia do Rio Tibagi' e 'Enquadramento dos Corpos de Água e Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente' e utilizou como referência os valores apresentados em von Sperling (2018), apresentados no Quadro 10.3, expressos em R\$/habitante.

**Quadro 10.3 - Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgoto e os custos relativos à sua implantação.**

Sistemas	Eficiência média de remoção			Custo de Implantação (R\$/hab)
	DBO (%)	P total (%)	Coli (unid. log)	
Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária	93 – 98	50 – 60	03 – 05	300 – 450
Lagoa Facultativa + Infiltração Lenta	90 - 99	> 85	03 – 05	100 – 160 / 50 – 200
Tanque Séptico + Infiltração	90 – 98	> 50	04 – 05	120 – 250
Lagoa Anaeróbia + Lagoa	80 – 85	> 50	03 – 05	200 – 370

Sistemas	Eficiência média de remoção			Custo de Implantação (R\$/hab)
	DBO (%)	P total (%)	Coli (unid. log)	
Facultativa+ Lagoa de Maturação Infiltração Lenta	90 - 99	> 85	03 – 05	50 – 200

Fonte: Adaptado de von Sperling (2018).

Nota: Os custos per capita aplicam-se dentro das faixas populacionais típicas de utilização de cada sistema de tratamento. Naturalmente, os custos variam sobremaneira em função das condições locais.

No Quadro 10.4, são apresentados os custos estimados para inserção ou adequação de ETEs na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, a fim de alcançar a meta de Enquadramento.

Quadro 10.4 - Custos estimados das Estações de Tratamento de Esgotos.

Município	Estações de Tratamento de Efluentes	Tipo de Tratamento Existente	Tipo de tratamento sugerido	População Atendida	Orçamentação (R\$)
Água Doce Norte	ETE Água Doce do Norte	UASB+ biofiltro aerado submerso	--	3.824	-
	ETE Governador Lacerda	[3]	Tanque Séptico + infiltração <sup>[1]</sup> Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação <sup>[1]</sup>	4.104	1.026.000,00 1.518.480,00
Barra de São Francisco	ETE Barra de São Francisco	Lagoa anaeróbia+ lagoa facultativa+ lagoa de maturação	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>	39.901	7.980.200,00
	ETE Cachoeirinha de Itaúnas	UASB + Lodos Ativados	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>	1.879	375.800,00
Ecoporanga	ETE Bela Vista	[6]	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária <sup>[2]</sup>	9.447	4.251.150,00
			Lagoa facultativa + infiltração lenta <sup>[2]</sup>		3.400.920,00
	ETE Ecoporanga	Reator UASB	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>	11.812	2.362.400,00
Mantenópolis	ETE Mantenópolis I	UASB + Lodos Ativados	[4]	7.203	[5]
	ETE Mantenópolis II	UASB+ biofiltro aerado submerso	[4]		[5]
Nova Venécia	ETE Bairro Altoé	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]	7.819	[5]

Município	Estações de Tratamento de Efluentes	Tipo de Tratamento Existente	Tipo de tratamento sugerido	População Atendida	Orçamentação (R\$)
	ETE Bairro Alvorada	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
	ETE Bairro Bela Vista	UASB + filtro anaeróbio	[4]		[5]
	ETE Bairro Betânia	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
	ETE Bairro São Cristóvão	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
	ETE Padre Giani	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
Ponto Belo	ETE Itamira	Lagoa anaeróbia+ lagoa facultativa	[4]	1.067	[5]
São Mateus (sede)	ETE Loteamento Parque das Brisas	Reator UASB	[4]	8.553	[5]
	ETE SEAC	Lagoas anaeróbia e facultativa	[4]	3.199	[5]
	ETE 01 COHAB 01	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
	ETE 02 COHAB 02	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
	ETE 03 COHAB 03	Tanque séptico + filtro anaeróbio	[4]		[5]
São Mateus (Nestor Gomes)	ETE Km 41	Tanque séptico+ filtro anaeróbio	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>	3.003	600.600,00
São Mateus (Guriri)	ETE Mariricu	UASB e Lagoa Facultativa	Infiltração lenta <sup>[2]</sup>	41.490	8.298.000,00
São Mateus (Quilômetro 35)	ETE - Quilômetro 35	[3]	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação <sup>[1]</sup>	1.376	509.120,00
			Tanque Séptico + infiltração <sup>[1]</sup>		344.000,00
São Mateus (Encruso)	ETE – Encruso	[3]	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação <sup>[1]</sup>	7.376	2.729.120,00
			Tanque Séptico + infiltração <sup>[1]</sup>		1.844.000,00

Município	Estações de Tratamento de Efluentes	Tipo de Tratamento Existente	Tipo de tratamento sugerido	População Atendida	Orçamentação (R\$)
Vila Pavão	ETE Vila Pavão	[6]	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária <sup>[2]</sup>	7.800	3.510.000,00
			Lagoa facultativa + infiltração lenta <sup>[2]</sup>		2.808.000,00
Conceição da Barra	ETE Bairro Santana <sup>[1]</sup>	[3]	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária <sup>[1]</sup>	3.591	1.615.950,00
			Lagoa facultativa + infiltração lenta <sup>[1]</sup>		1.292.760,00

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

[1] Sugestão de implantação de Estação de Tratamento de Efluente, a fim de alcançar a meta de qualidade;

[2] Sugestão de adequação do sistema de tratamento de efluente atual;

[3] Ausência de sistema de tratamento de efluente na localidade.

[4] Manutenção do sistema de tratamento de efluente existente.

[5] Não há custo envolvido, pois não há alteração do sistema de tratamento de efluente existente.

[6] Não há informações disponíveis sobre o sistema de tratamento de efluente existente.

Nos municípios de Água Doce do Norte, Ecoporanga, São Mateus, Vila Pavão e Conceição da Barra, é necessário o investimento em sistemas de tratamento mais eficientes, com maior percentual de remoção de carga orgânica, como o Lodo Ativado Convencional e Filtração Terciária; Lagoa Facultativa e Infiltração Lenta, devido à necessidade de se atingir a meta de qualidade proposta.

No entanto, outros sistemas de tratamento, como Tanque Séptico em conjunto com Infiltração ou Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação podem ser considerados, pois também podem atender à necessidade das localidades supracitadas. Ademais, existem algumas localidades nos municípios de Barra de São Francisco, Ecoporanga e São Mateus em que há a necessidade de complementar o sistema de tratamento existente, sendo sugerida para essa adequação a Infiltração Lenta. Von Sperling (2018) afirma que os custos per capita aplicam-se dentro das faixas populacionais típicas de utilização de cada sistema de tratamento e variam em função das condições locais.

Os custos envolvidos na efetivação do Enquadramento para ações além das atividades de esgotamento sanitário devem ser considerados para as ações referentes à melhoria na qualidade das águas nos programas tratando do tema, assunto que constará no Relatório Técnico da Etapa C (REC) - Plano de Ações.

## 10.1 INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS

Com a publicação da Lei Federal n.º 11.445/2007, a Lei de Saneamento Básico, todas as prefeituras têm obrigação de elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que é o documento básico do planejamento, contemplando os modelos de gestão, as metas, os projetos e as respectivas tecnologias, as estimativas dos custos dos serviços e deverá ser elaborado considerando os princípios previstos na referida Lei (BRASIL, 2014).

Dessa maneira, o PMSB pretende levantar um diagnóstico do saneamento básico do município, verificando as deficiências e necessidades. Assim, podem-se planejar objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para o estabelecimento e ampliação do acesso aos serviços pela população. No conteúdo mínimo do PMSB, destacam-se também os programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento.

Os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus estão com os PMSBs elaborados ou em processo de finalização.

Os PMSBs dos municípios de Conceição da Barra, Jaguaré e Nova Venécia foram elaborados a partir de um acordo de cooperação técnica firmado entre a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) com a Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo (AMUNES) e a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB). Os mesmos contemplam um horizonte de 20 anos (2017 a 2036) e preveem diversos programas e projetos. Dentre os programas destaca-se: “Ampliação e Modernização dos Sistemas de Esgotamento Sanitário”, cujo objetivo é coletar, transportar e tratar 100% dos esgotos produzidos nestes municípios até o fim dos planos.

**Quadro 10.5 - Síntese dos custos estimados para Esgotamento Sanitário em Jaguaré, Conceição da Barra e Nova Venécia.**

Municípios	Programa	Custo Global do Programa (R\$)
Conceição da Barra	Ampliação e Modernização dos Sistemas de Esgotamento Sanitário	58.340.000,00
Nova Venécia		21.287.000,00
Jaguaré		31.052.600,00

Fonte: PMSB de Conceição da Barra (2017); PMSB de Nova Venécia (2017); PMSB de Jaguaré (2017).

O PMSB do município de Mantenópolis foi elaborado a partir de um acordo entre o Consórcio Público para o Tratamento e Destinação Final Adequada de Resíduos Sólidos da Região Doce Oeste do Estado do Espírito Santo (CONDOESTE) e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Este Plano de Saneamento foi idealizado com a execução de um conjunto de 31 programas e 47 projetos, dentre estes se destacam os programas de esgotamento sanitário urbano e rural e o programa de manutenção de infraestrutura dos

sistemas de esgotamento sanitário existentes. Esses programas possuem um orçamento global de R\$ 19.612.000,00.

Já os PMSBs dos municípios de Água Doce do Norte, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Ecoporanga, Ponto Belo e Vila Pavão foram elaborados por meio de um Termo de Execução Descentralizada (TED) de cooperação técnica entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e a Universidade Federal Fluminense (UFF). Os PMSBs dos municípios supracitados possuem horizonte previsto de 20 anos (2018-2038). Eles pretendem universalizar o serviço de esgotamento sanitário para as áreas urbanas dos municípios e espera-se, assim, um índice de cobertura do sistema de esgotamento sanitário de 100% na área urbana e de 30% na área rural. Estes índices atendem o esgotamento sanitário necessário para atingir as propostas de Enquadramento dos corpos de água dos municípios mencionados.

O Quadro 10.6 apresenta a síntese dos custos necessários para possibilitar a universalização do serviço de esgotamento sanitário rural e urbano, de acordo com os PMSBs dos municípios de Água Doce do Norte, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Ecoporanga, Ponto Belo e Vila Pavão.

**Quadro 10.6 - Síntese dos custos estimados para Esgotamento Sanitário em Água Doce do Norte, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Ecoporanga, Ponto Belo e Vila Pavão.**

Município	Esgotamento Sanitário			
	Área urbana		Área rural	
	Custos Estimados (R\$)	Ano Limite	Custos Estimados (R\$)	Ano Limite
Água Doce do Norte	4.640.300,00	2037	12.612.000,00	2037
Barra de São Francisco	2.335.000,00	2038	255.000,00	[1]
Boa Esperança	3.880.000,00	2038	455.000,00	2038
Ecoporanga	10.450.000,00	2029	1.000.000,00	2026
Ponto Belo	2.050.000,00	2028	425.000,00	2028
Vila Pavão	4.550.000,00	2038	50.000,00	2030

Fonte: PMSB de Água Doce do Norte (2018); PMSB de Barra de São Francisco (2018); PMSB de Boa Esperança (2018); PMSB de Ecoporanga (2018); PMSB de Ponto Belo (2018); PMSB de Vila Pavão (2018).

[1] Não informado.

Nota: Os custos estimados são referenciais (maio de 2018). Os custos reais deverão ser estimados quando da elaboração de projetos técnicos e orçamentos para as referidas obras.

## 11 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH. **Diagnóstico e prognóstico das condições de uso da água na bacia hidrográfica do Rio São Mateus. Relatório Etapa A.** Vitória, 2018. Disponível em: [https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/S%C3%A3o%20Mateus/REA\\_Diagn%C3%B3stico%20Progn%C3%B3stico\\_CBH%20S%C3%A3oMateu.s.pdf](https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/S%C3%A3o%20Mateus/REA_Diagn%C3%B3stico%20Progn%C3%B3stico_CBH%20S%C3%A3oMateu.s.pdf). Acesso em 14 de junho de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Implementação do Enquadramento em Bacias Hidrográficas. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH Arquitetura computacional e Sistemática.** In: Caderno de Recursos Hídricos. vol. 6. Brasil, 2009.

\_\_\_\_\_. **Planos de recursos hídricos e Enquadramento dos corpos de água.** Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos; v.5. Brasília: SAG, 2013.

\_\_\_\_\_. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água.** Brasília: ANA, v. 5, 68 p., 2013. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/cadernos-de-capacitacao>. Acesso em 22 de novembro 2018.

\_\_\_\_\_. **Atlas Esgotos: Despoluição das Bacias Hidrográficas, 2017.** Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br>. Acesso em 22 de novembro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Portal da qualidade das águas - Base Conceitual.** Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Enquadramento-bases-conceituais.aspx>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

ÁGUA DOCE DO NORTE. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Água Doce do Norte: 2017. 148 p. Disponível em <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/adn/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-ADN-01.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

BARRA DE SÃO FRANCISCO. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Barra de São Francisco: 2018. 156 p. Disponível em <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/bsf/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-BSF-01.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

BOA ESPERANÇA. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Boa Esperança: 2018. 167 p. Disponível [http://www.boaesperanca.es.gov.br/uploads/filemanager/2018-ES-PMSB-BES-02%20\(1\).pdf](http://www.boaesperanca.es.gov.br/uploads/filemanager/2018-ES-PMSB-BES-02%20(1).pdf). Acesso em 04 de setembro de 2018.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Brasília: Senado Federal, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial da União. Seção 1, p. 470. Brasília, 09 de janeiro 1997.

\_\_\_\_\_. Lei nº. 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.** Brasília:

2007. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm). Acesso em 24 de janeiro de 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades; Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama do saneamento básico no Brasil**. Brasília, 2014. 5 v. Disponível em: [http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/panorama/vol\\_05\\_miolo.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/panorama/vol_05_miolo.pdf). Acesso em 24 de janeiro de 2019.

CONCEIÇÃO DA BARRA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Conceição da Barra: 2017. 365 p. Disponível em <https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%206%20-%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20de%20Concei%C3%A7%C3%A3o%20da%20Barra.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução CERH nº 028, de 15 de fevereiro de 2011. **Estabelecimento dos Enquadramentos dos Corpos de Água em classes de forma articulada com os Planos de Bacias Hidrográficas**. Vitória, 2011. Disponível em [http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2013/12/RESOLUCAO\\_CERH\\_028\\_2011.pdf](http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2013/12/RESOLUCAO_CERH_028_2011.pdf). Acesso em 24 de janeiro de 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu Enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, março 2005.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 396, de 03 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**. Brasília: 2008. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em 24 de janeiro de 2018.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Brasília: 2011. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 24 de janeiro de 2018.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução n. 91 de 05 de novembro de 2008. **Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos**. Brasília: 2009. Disponível em <http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/820-resolucao-n-91-de-5-de-novembro-de-2008/file>. Acesso em 24 de janeiro de 2018.

COSTA, C. A. M. **Aplicabilidade de modelos matemáticos para elaboração de Cenários de Enquadramentos de corpos hídricos: o caso da Bacia do Ribeirão Taquaruçu, Palmas - To**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins. 2016.

ECOPORANGA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Ecoporanga: 2018. 170 p. Disponível em <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/eco/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-ECO-02.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

ESPÍRITO SANTO. Lei n.10.179, de 18 de março de 2014. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de**

**Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo – SIGERH/ES e dá outras providências.** Disponível em <https://agerh.es.gov.br/legislacao-cerh>. Acesso em 17 de julho de 2017.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 252p.

JAGUARÉ. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Jaguaré: 2017. 367 p. Disponível em <https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%206%20-%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20de%20Jaguar%C3%A9.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

LARENTIS, D. G. **Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias: sistema Taquari-Antas – RS.** 177 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2004.

NOVA VENÉCIA. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Nova Venécia: 2017. 385 p. Disponível em <https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%206%20-%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20de%20Nova%20Ven%C3%A9cia.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

PONTO BELO. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Ponto Belo: 2018. 132 p. Disponível <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/pbe/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-PBE-01.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

PORTO, M. F. A. **Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro.** 2002. 131 f. Tese (Livre Docência em Engenharia) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

PORTO, M. F. A.; FERNANDES, C. V. S.; KNAPIK, H. G.; FRANÇA, M. S.; BRITES, A. P. Z.; MARIN, M. C. F. C; MACHADO, F. W.; CHELLA, M. R.; SÁ, J. F.; MASINI, L. (2007). **Bacias Críticas: Bases Técnicas para a definição de Metas Progressivas para seu Enquadramento e a Integração com os demais Instrumentos de Gestão.** Curitiba: UFPR – Departamento de Hidráulica e Saneamento. (FINEP/ CT-HIDRO). Projeto concluído.

SALDANHA, J.C.S. **Análise da influência do Rio Santa Maria da Vitória na Baía de Vitória através da Modelagem Computacional: Uma Contribuição ao Processo de Enquadramento** - Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

SALIM, F.P.C. **Desenvolvimento de sistema de suporte a decisão para o gerenciamento da qualidade das águas em rios considerando múltiplas fontes de poluição pontual.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2004.

VILA PAVÃO. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Vila Pavão: 2018. 167 p. Disponível <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/vpa/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-VPA-02.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** 2. ed. Belo Horizonte: editora UFMG, 2007.

\_\_\_\_\_. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2018.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C. A. de L. **Urban wastewater treatment technologies and the implementation of discharge standards in developing countries. Urban Water.** Belo Horizonte – BH, v. 4, n. 1, p. 105-114, 2002.

## ANEXO A – PARÂMETROS E SEUS RESPECTIVOS VALORES CALIBRADOS UTILIZADOS NA MODELAGEM

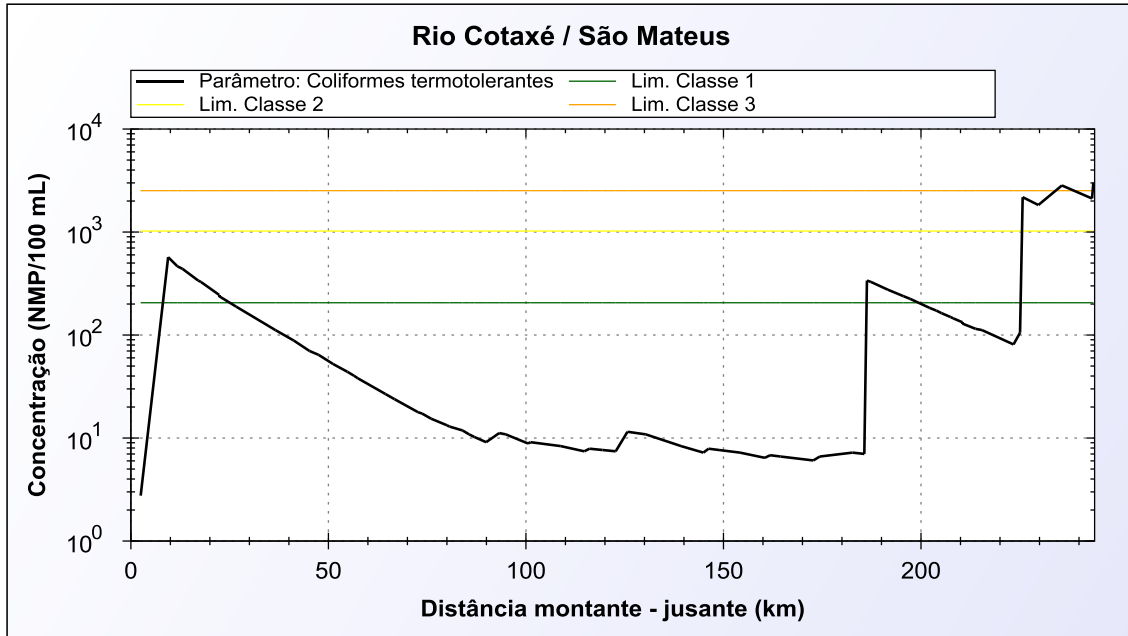
Figura A. 1- Parâmetros e valores calibrados para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Parâmetro	Descrição	Valor Calibrado
Kd (deep)	Coeficiente de decomposição DBO	0,8
Kd (shallow)	Coeficiente de decomposição DBO	0,6
Vsmo (m/d)	Velocidade de sedimentação da matéria orgânica	0,1
Ka	Coeficiente de reaeração	0,2
Kcoli	Coeficiente de decaimento bacteriano	1,5
Koi	Conversão do fósforo orgânico para fósforo inorgânico	0,3
Vspo (m/d)	Velocidade de sedimentação fósforo orgânico	0,01
Vspi (m/d)	Velocidade de sedimentação fósforo inorgânico	0,01
Koa	Taxa conversão nitrogênio orgânico para amoniacal	0,2
Kai	Taxa conversão de nitrogênio amoniacal para nitrito	0,15
Kin	Taxa conversão de nitrito para nitrato	0,4

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

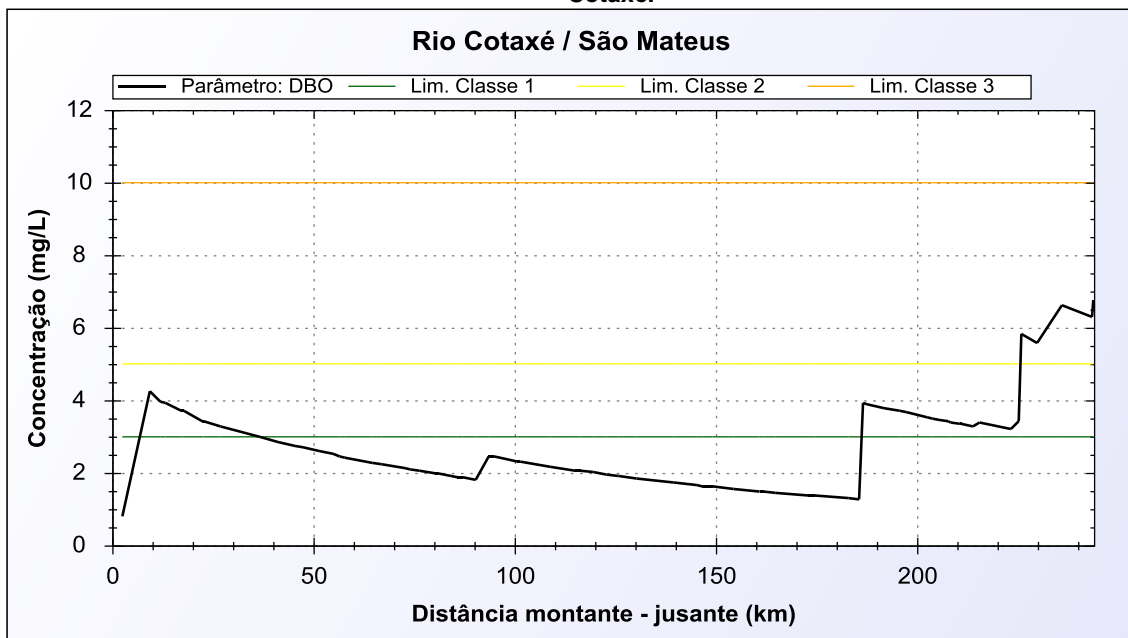
## ANEXO B - PERFIS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS NA VAZÃO Q<sub>90</sub> NO CENÁRIO DE 2037 SEM INTERVENÇÕES.

Figura A. 2- Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cotaxé.



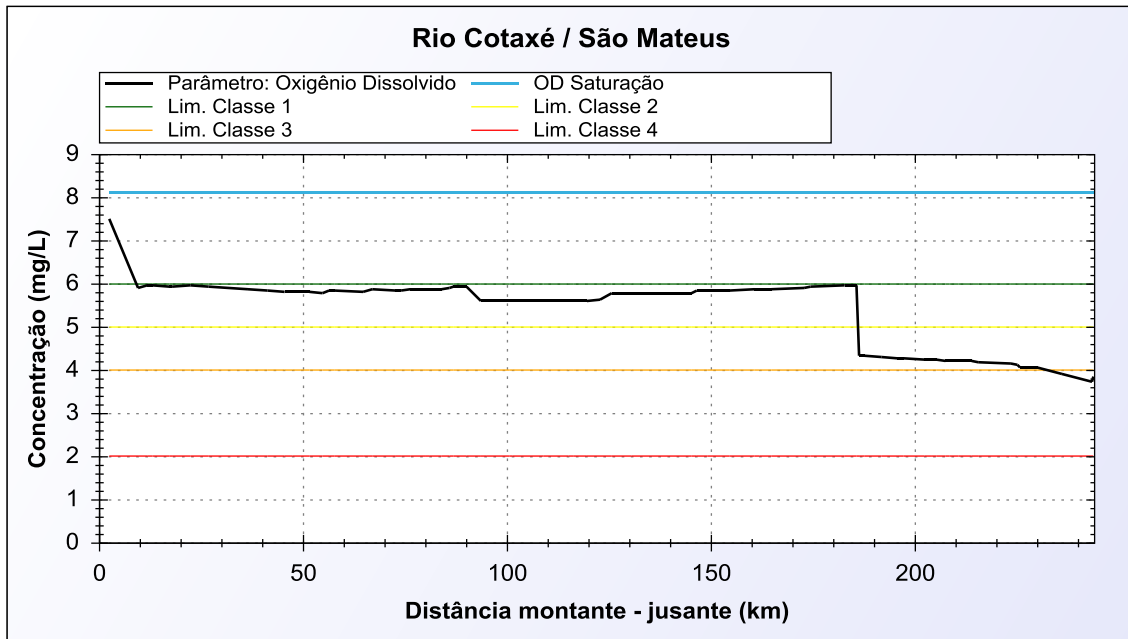
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 3 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cotaxé.



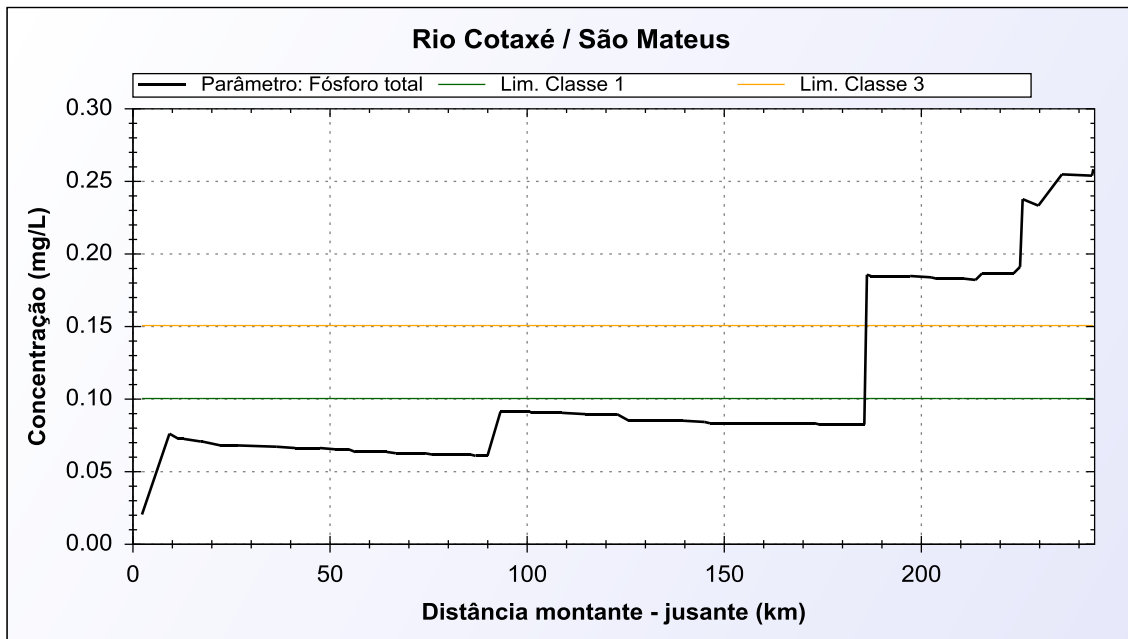
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 4 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cotaxé.



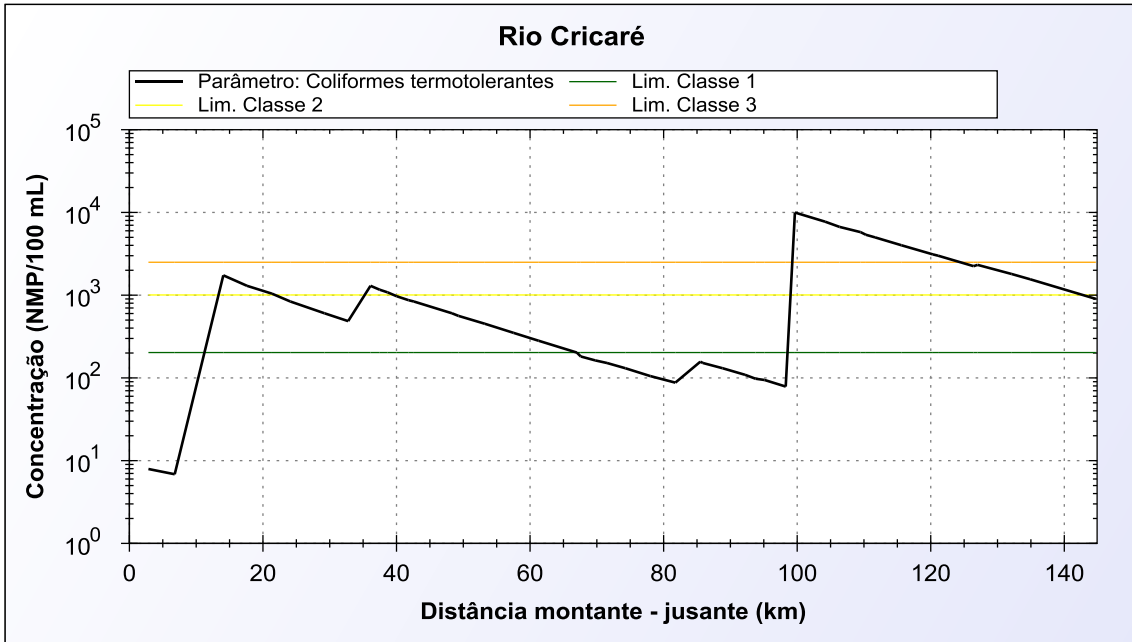
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 5 - Perfil de concentração do parâmetro Fósforo Total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cotaxé.



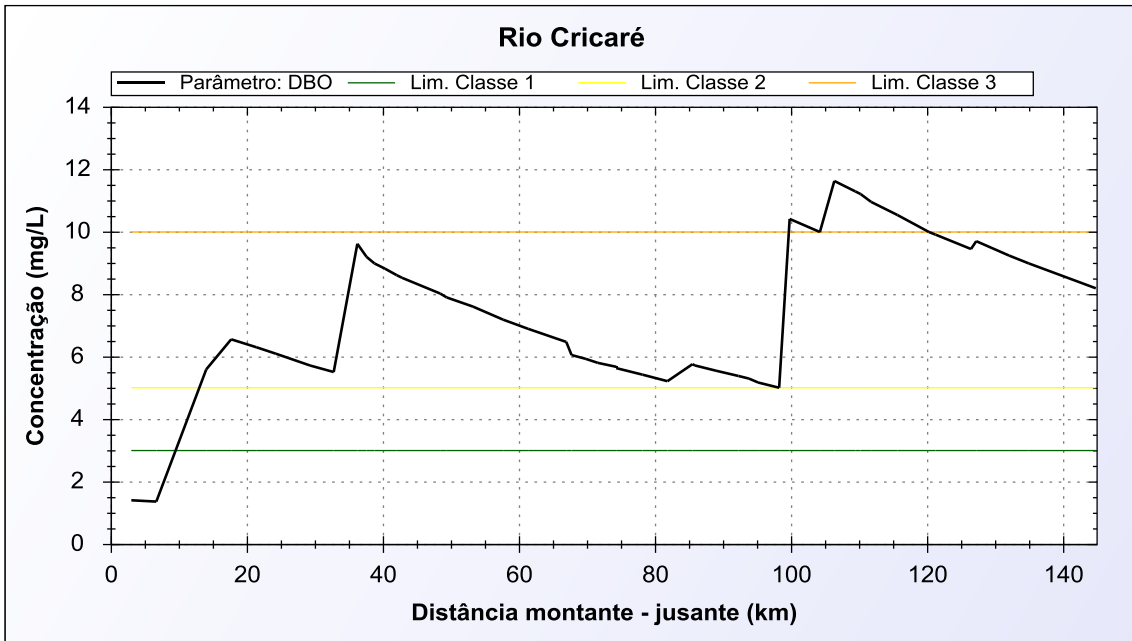
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 6 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes na vazão Q90 e no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cricaré.



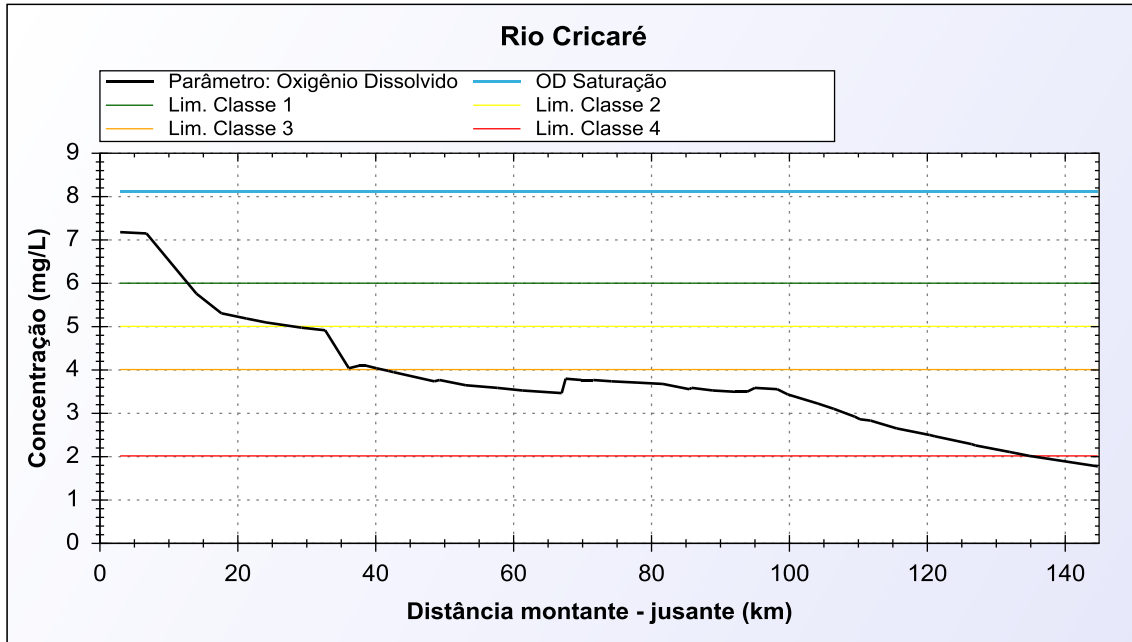
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 7 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cricaré.



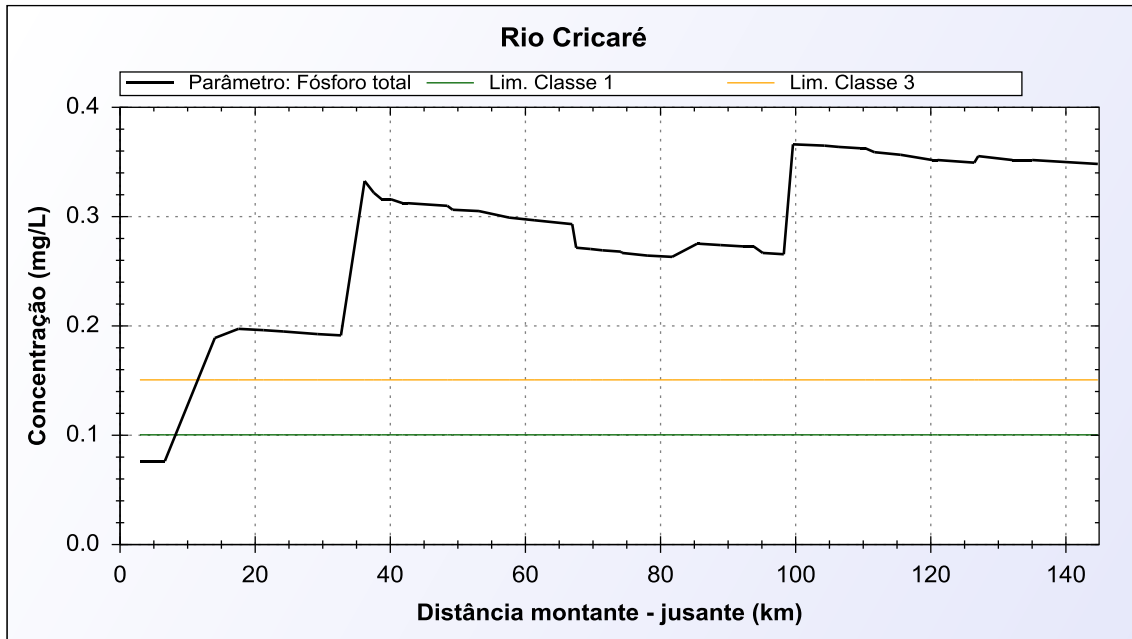
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 8 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cricaré.



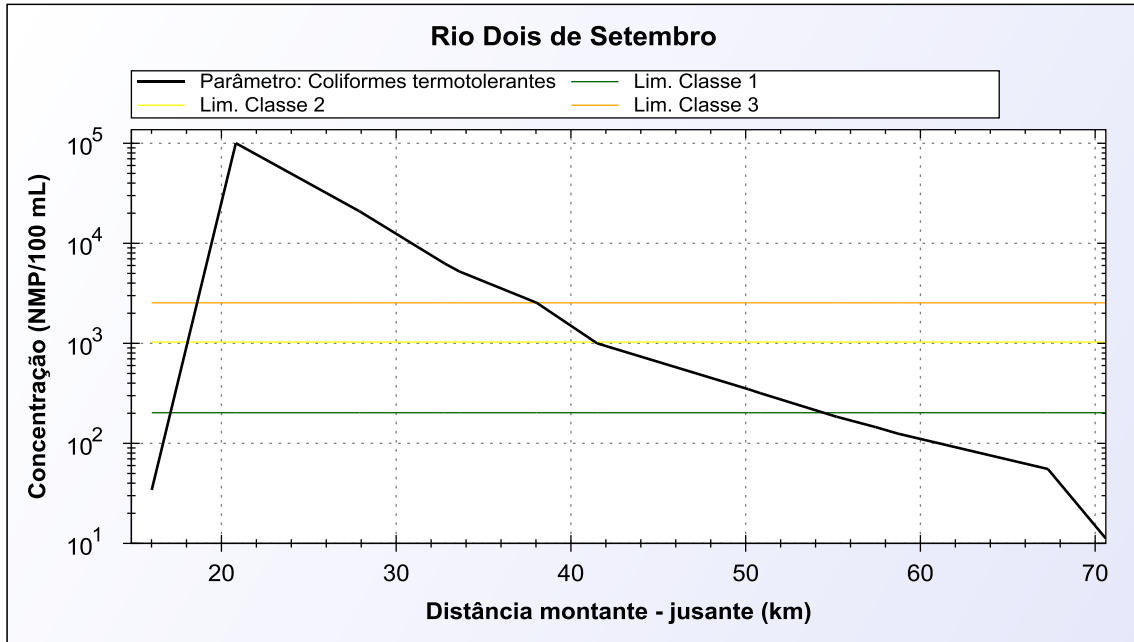
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 9 - Perfil de concentração do parâmetro Fósforo total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Cricaré.



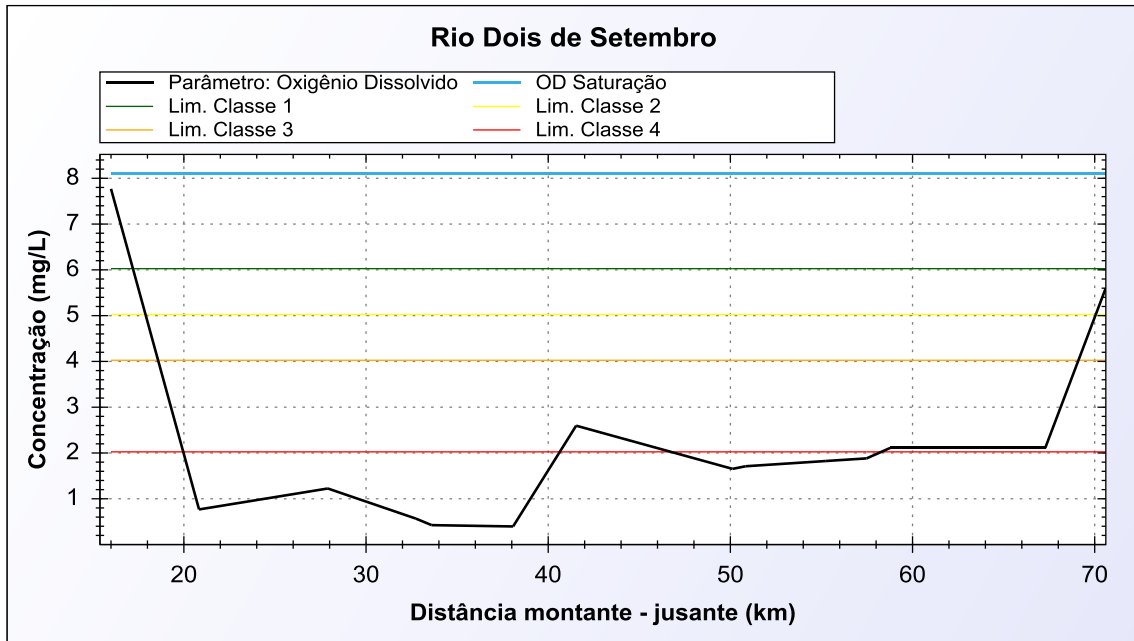
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 10 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Dois de Setembro



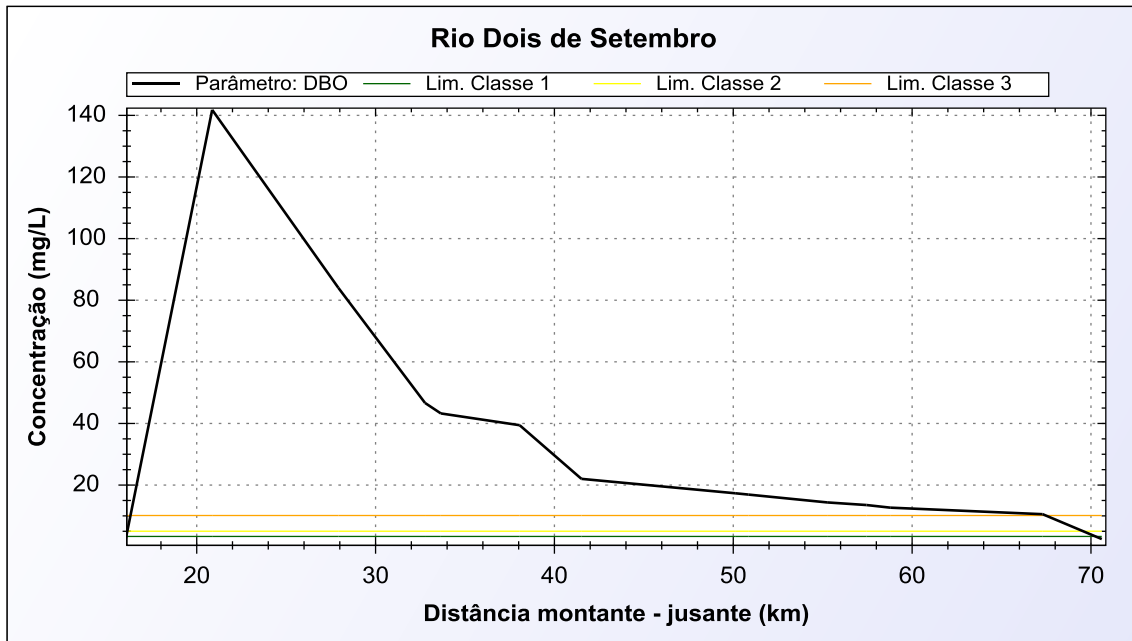
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 11 - Perfil de concentração do parâmetro Oxigênio Dissolvido no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Dois de Setembro



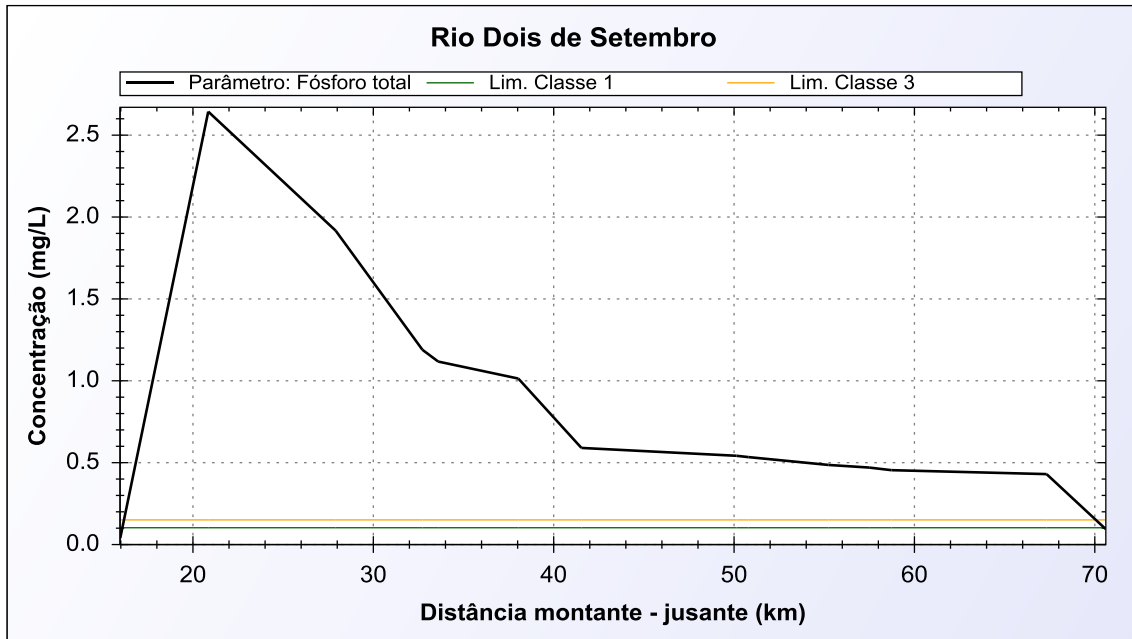
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 12 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Dois de Setembro.



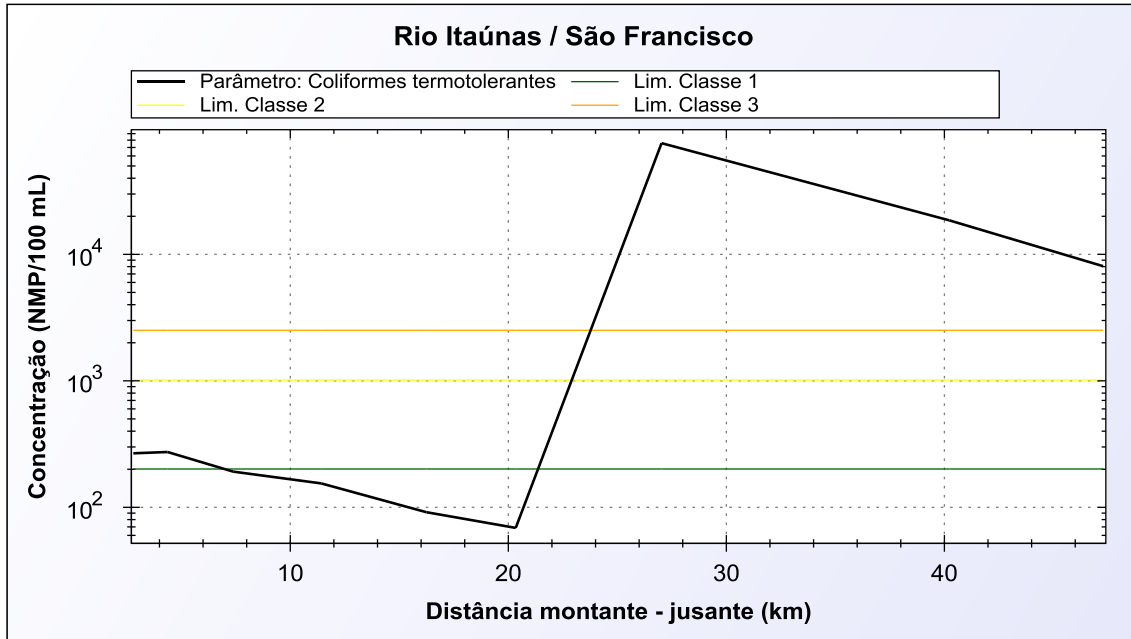
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 13 - Perfil de concentração do parâmetro Fósforo Total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Dois de Setembro



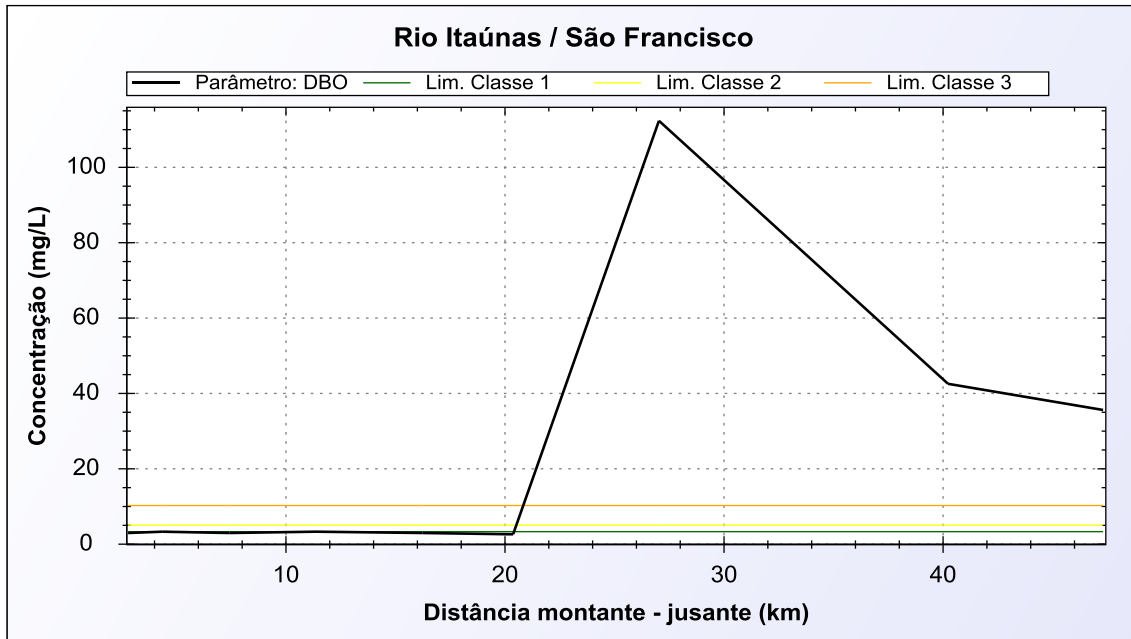
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 14 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes Termotolerantes no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Itaúnas.



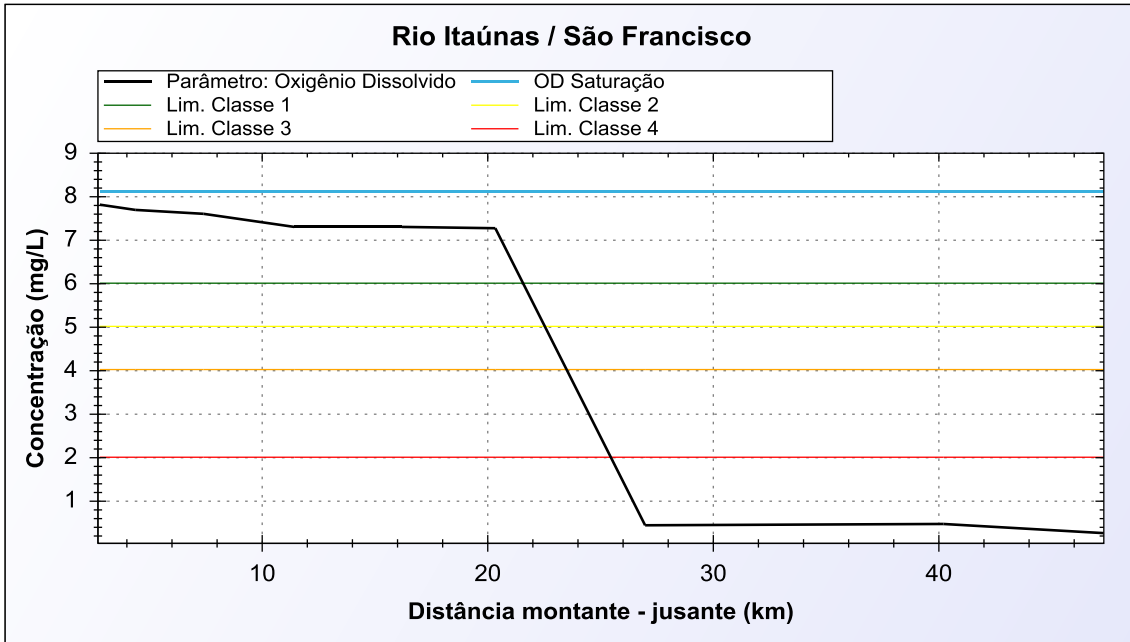
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 15 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Itaúnas.



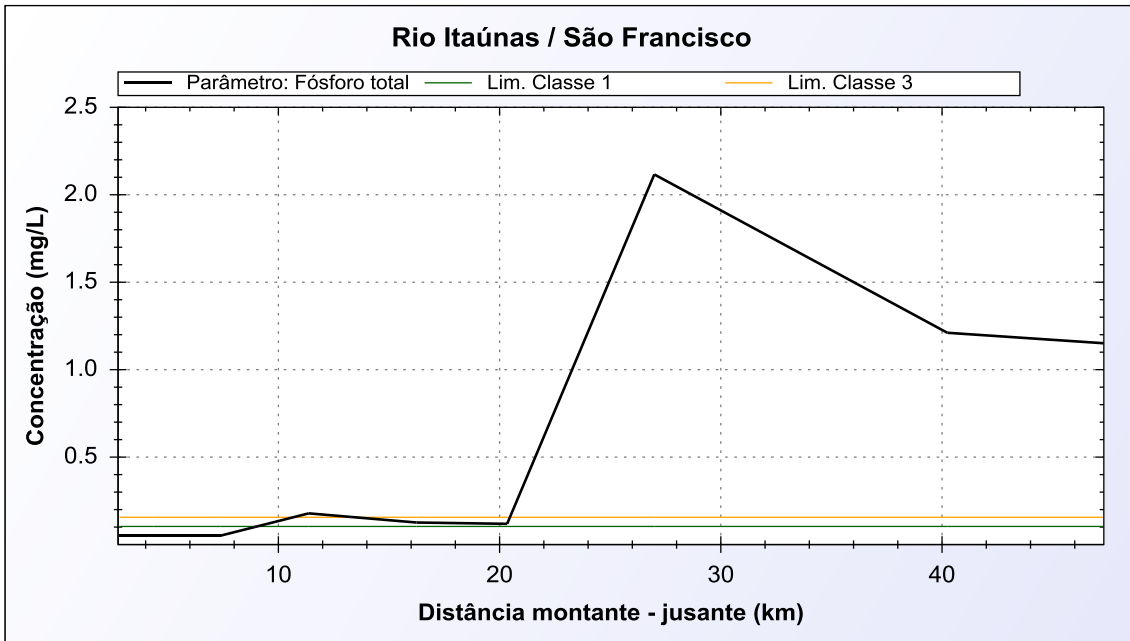
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 16 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Itaúnas.



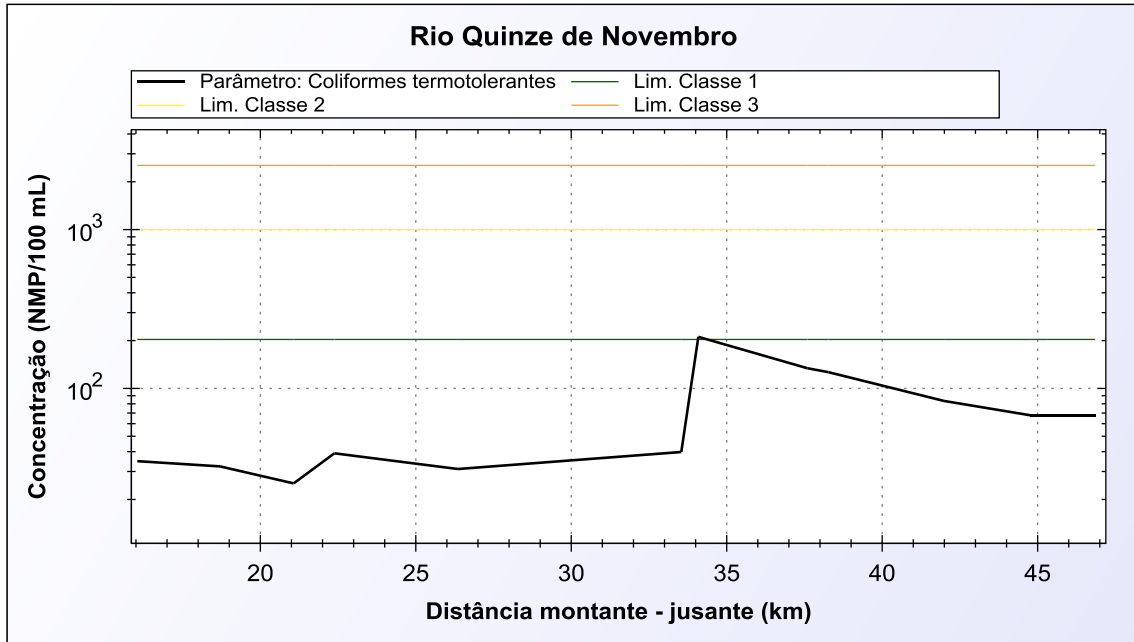
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 17 - Perfil de concentração do parâmetro fósforo total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Itaúnas.



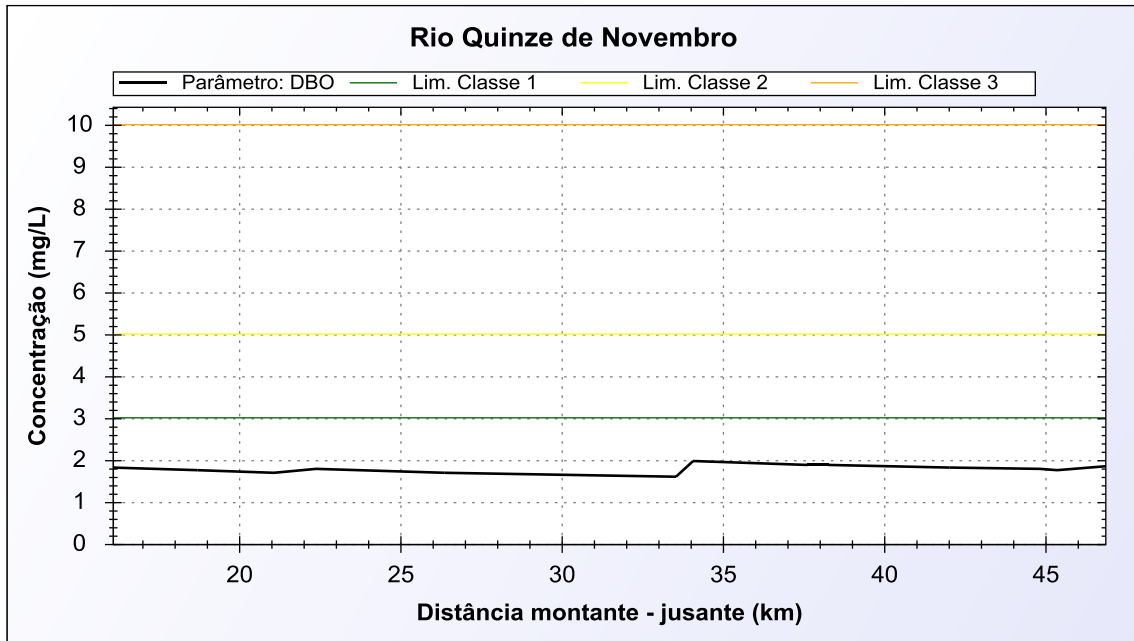
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 18 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Quinze de Novembro.



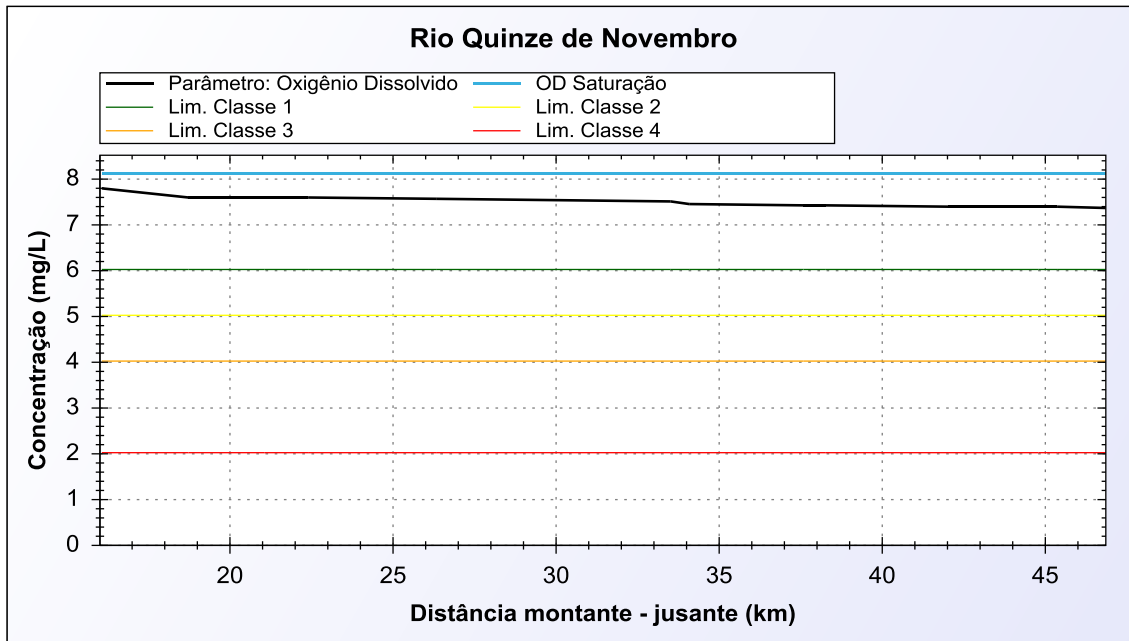
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 19 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Quinze de Novembro.



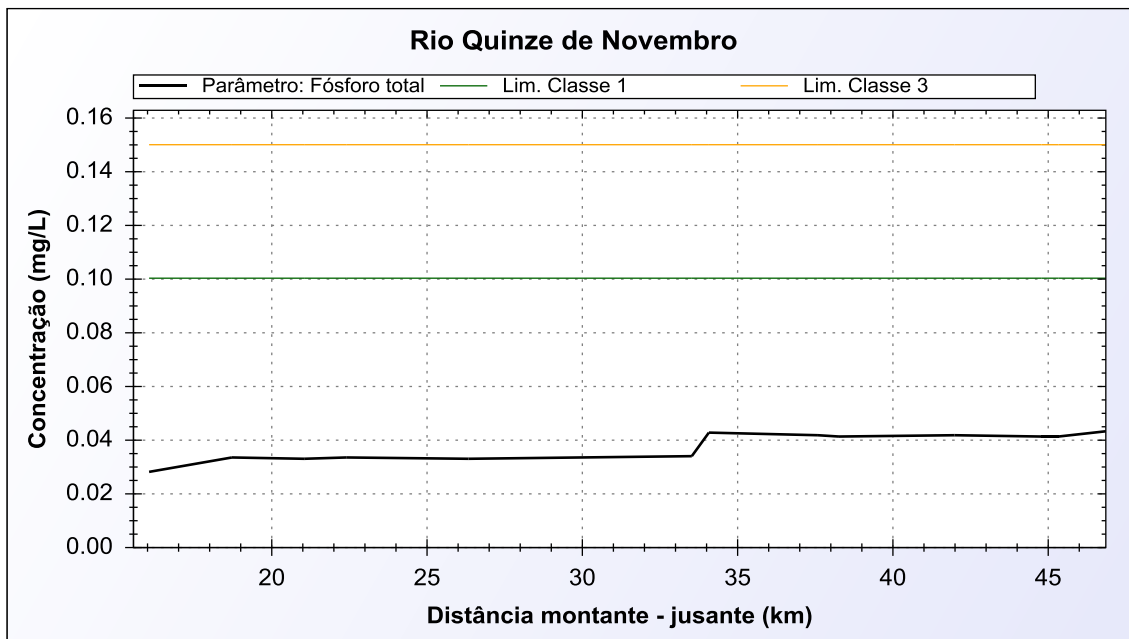
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 20 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Quinze de Novembro.



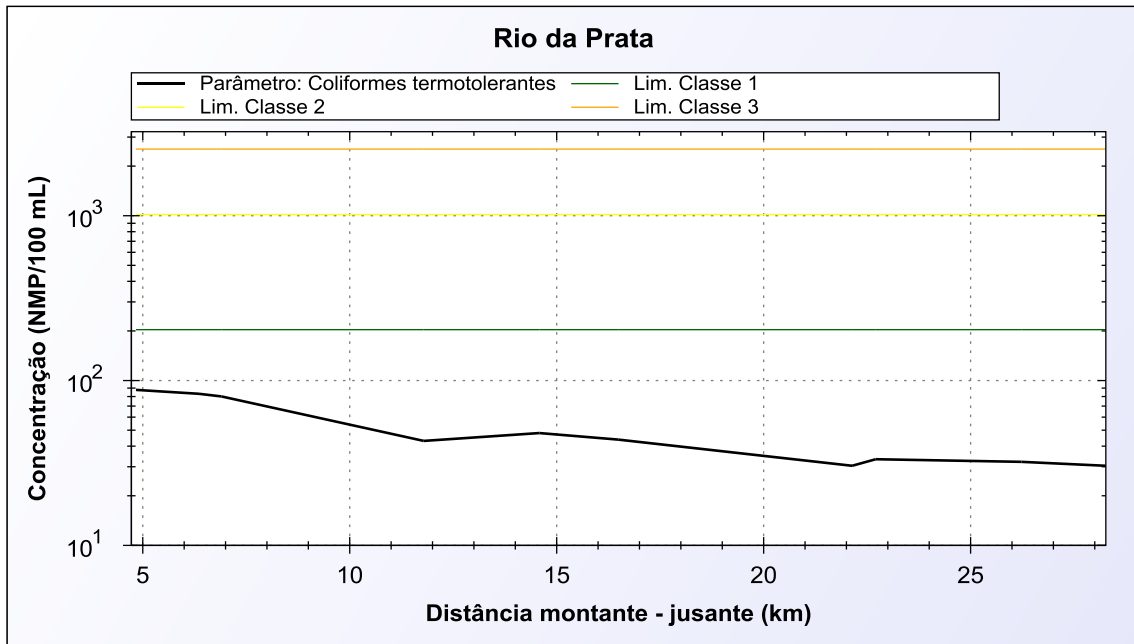
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 21 - Perfil de concentração do parâmetro Fósforo Total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Quinze de Novembro.



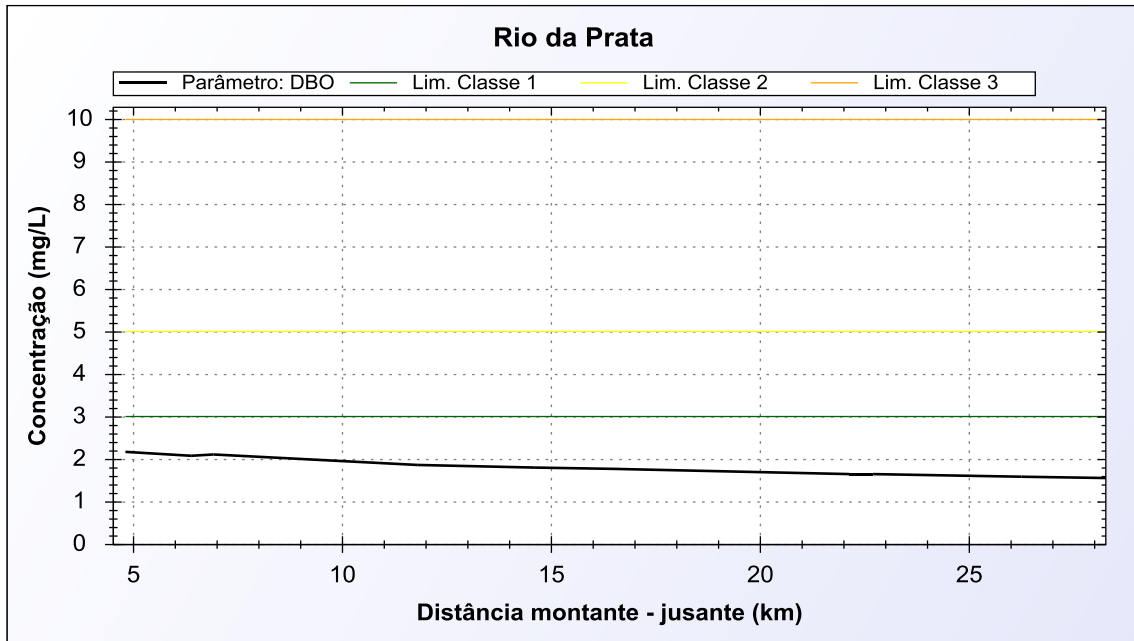
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 22 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes no cenário de 2037 sem intervenções para o rio da Prata.



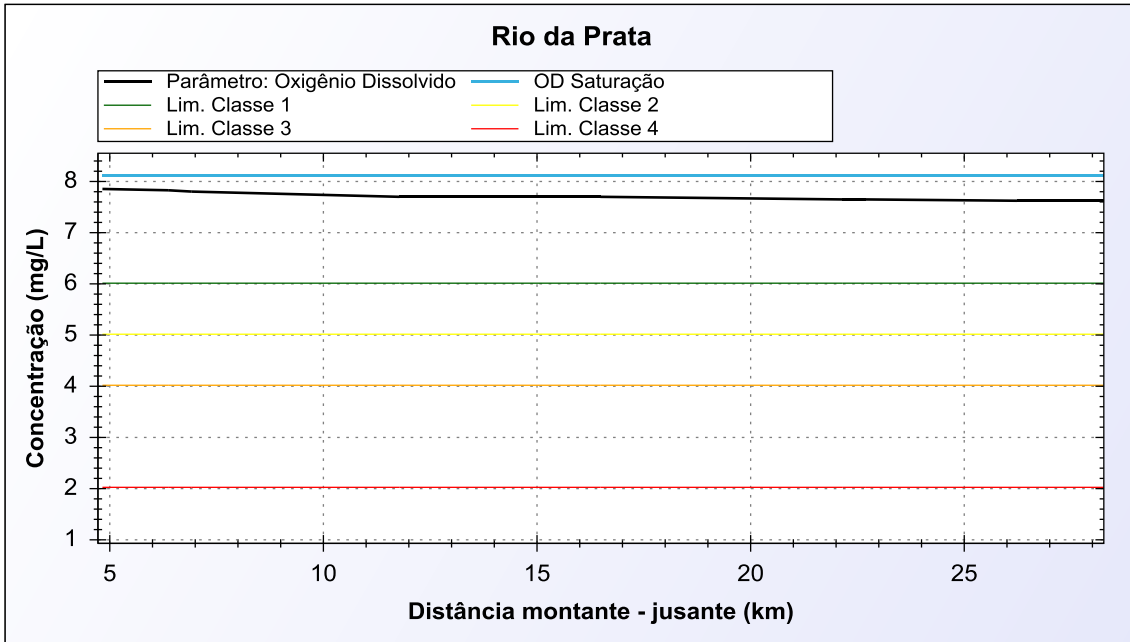
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 23 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio da Prata



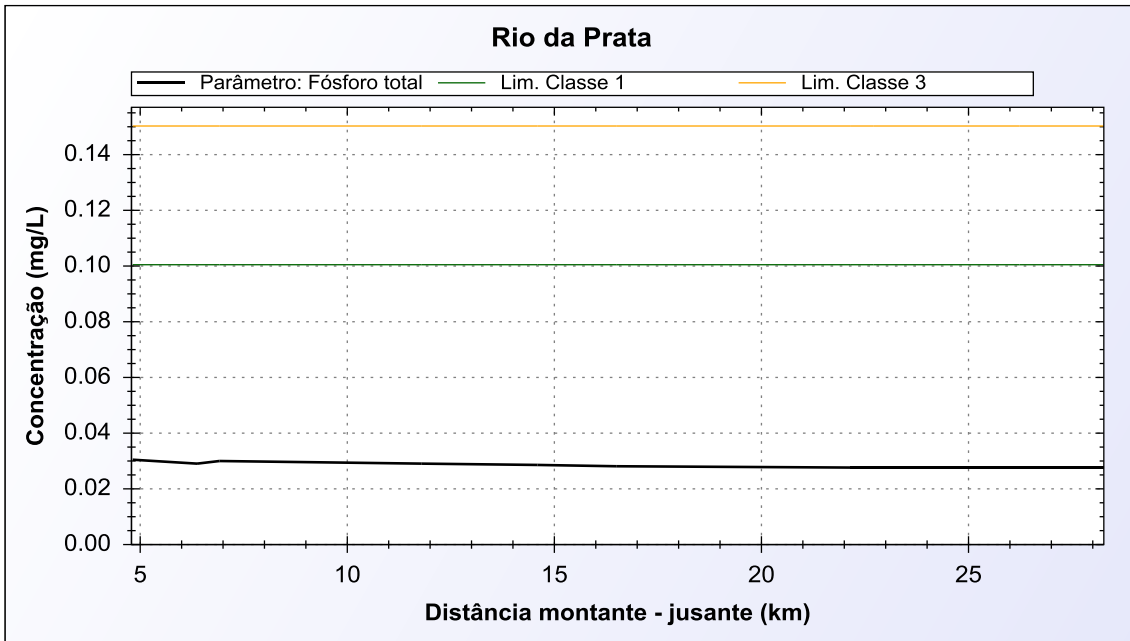
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 24 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio da Prata.



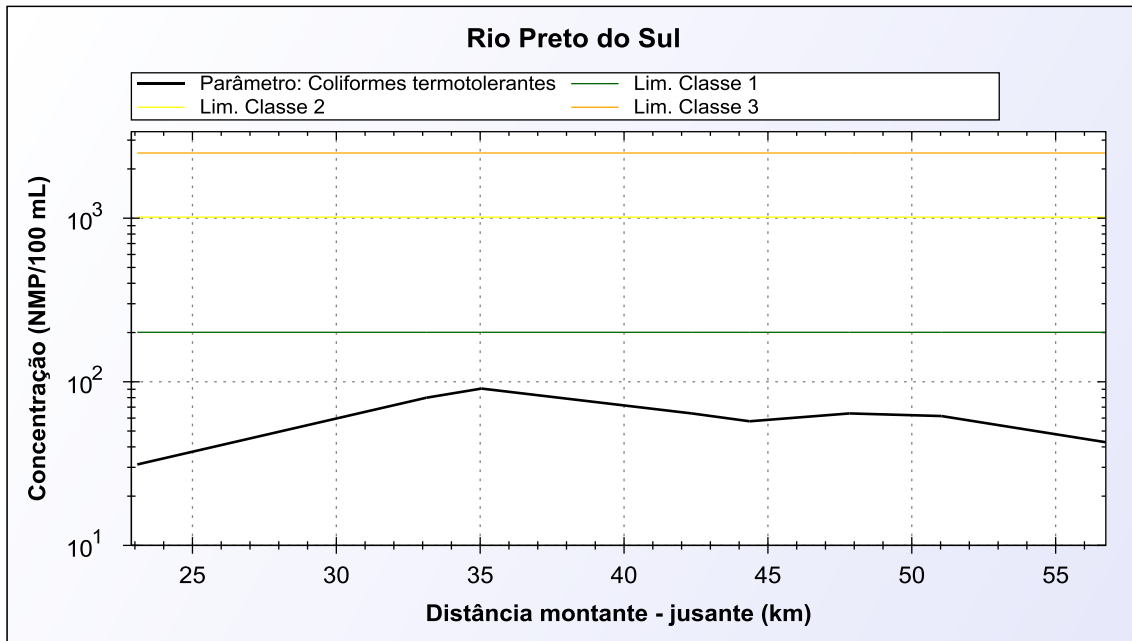
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 25 - Perfil de concentração do parâmetro fósforo total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio da Prata.



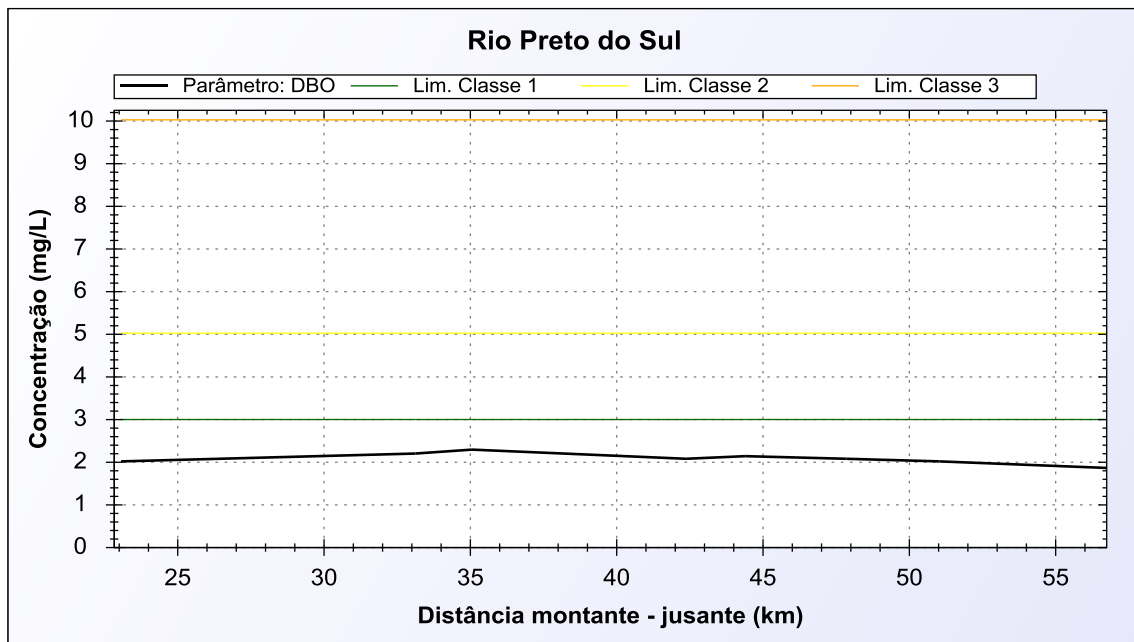
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 26 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Preto do Sul.



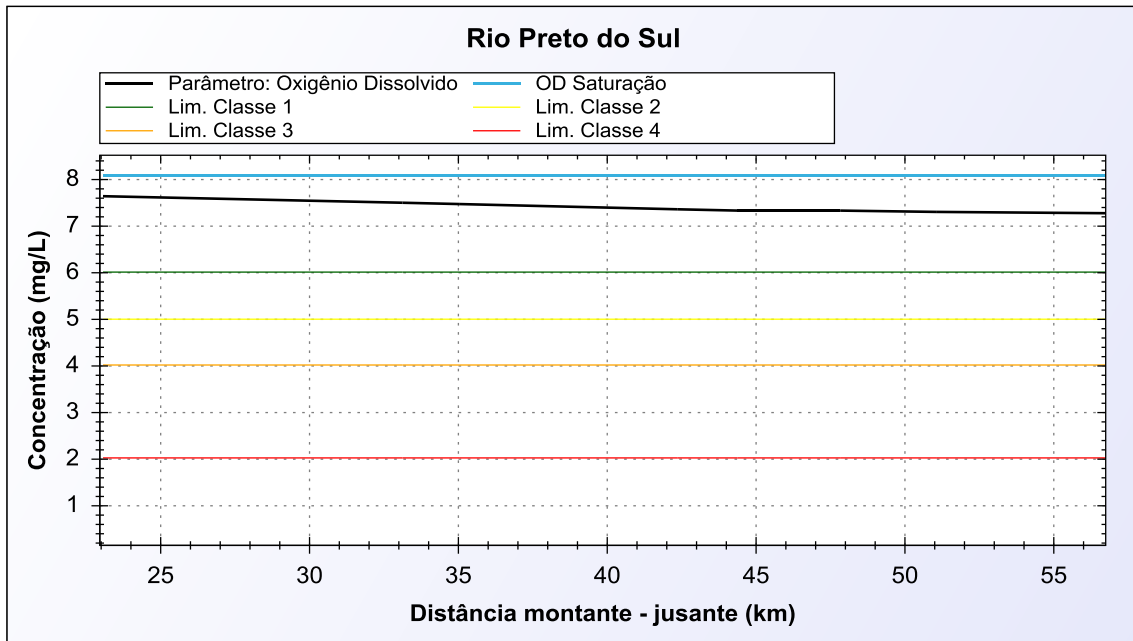
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 27 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Preto do Sul.



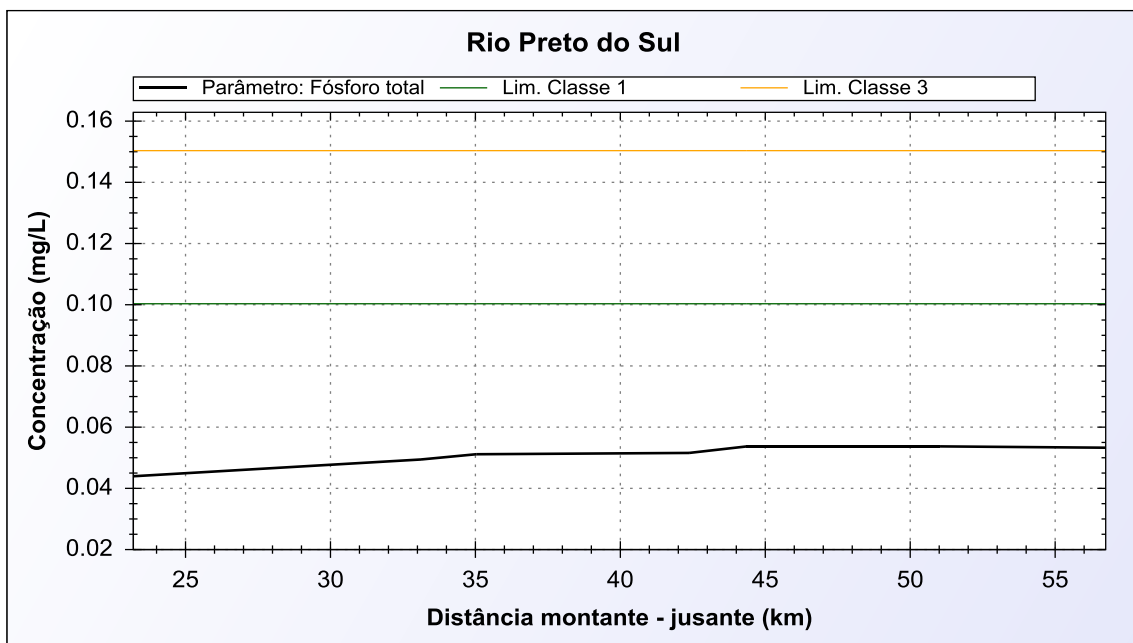
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 28 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Preto do Sul.



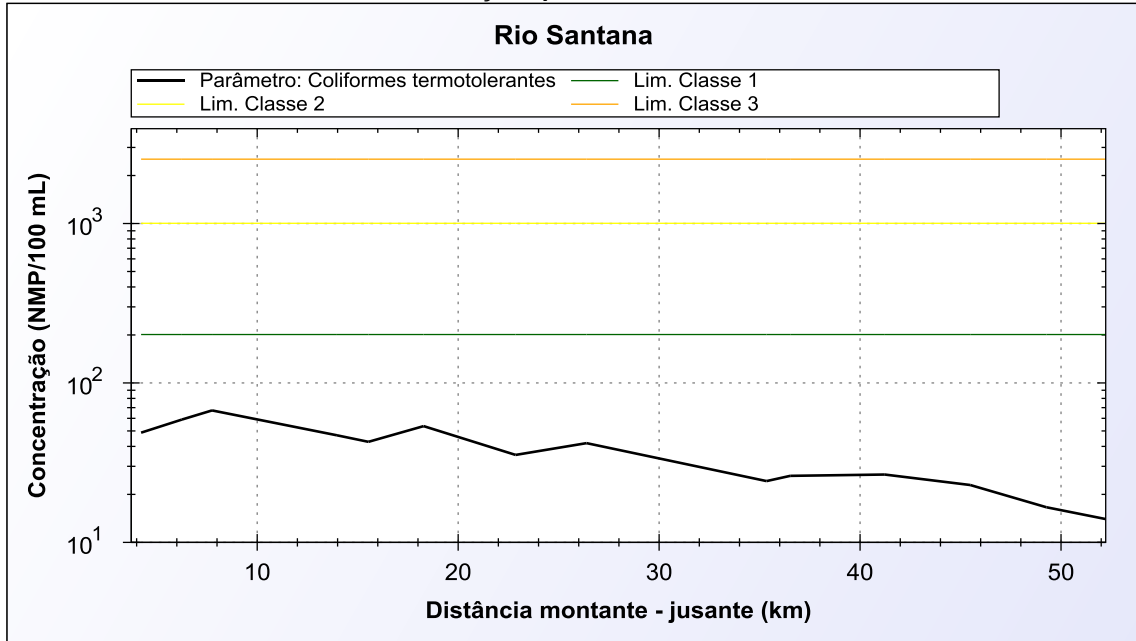
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 29 - Perfil de concentração do parâmetro fósforo total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Preto do Sul.



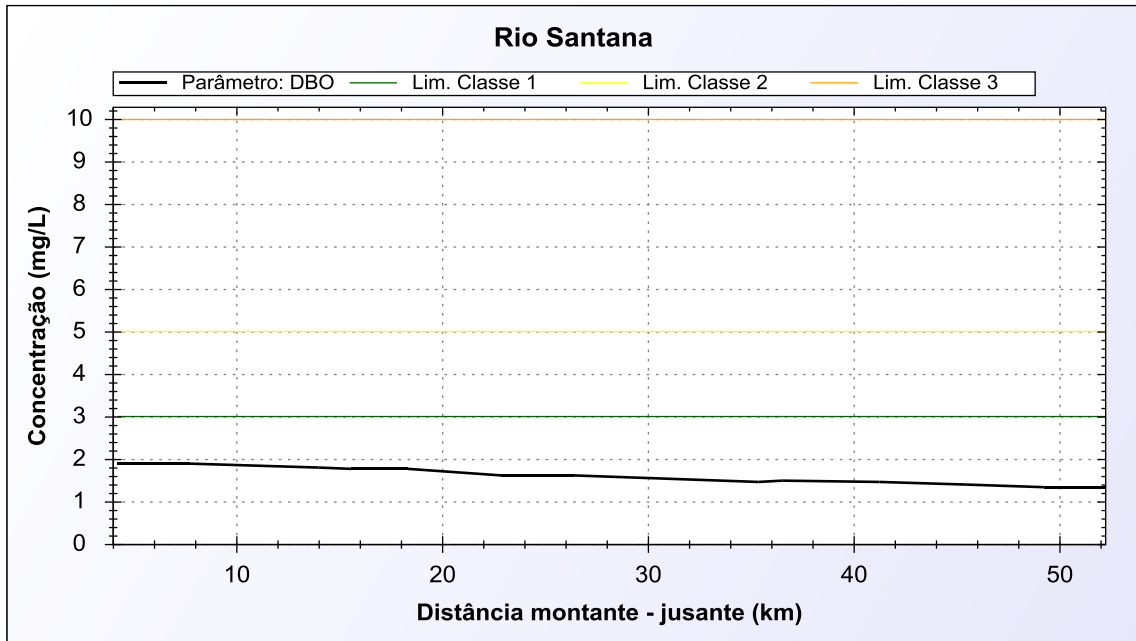
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 30 - Perfil de concentração do parâmetro coliformes termotolerantes e no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Santana.



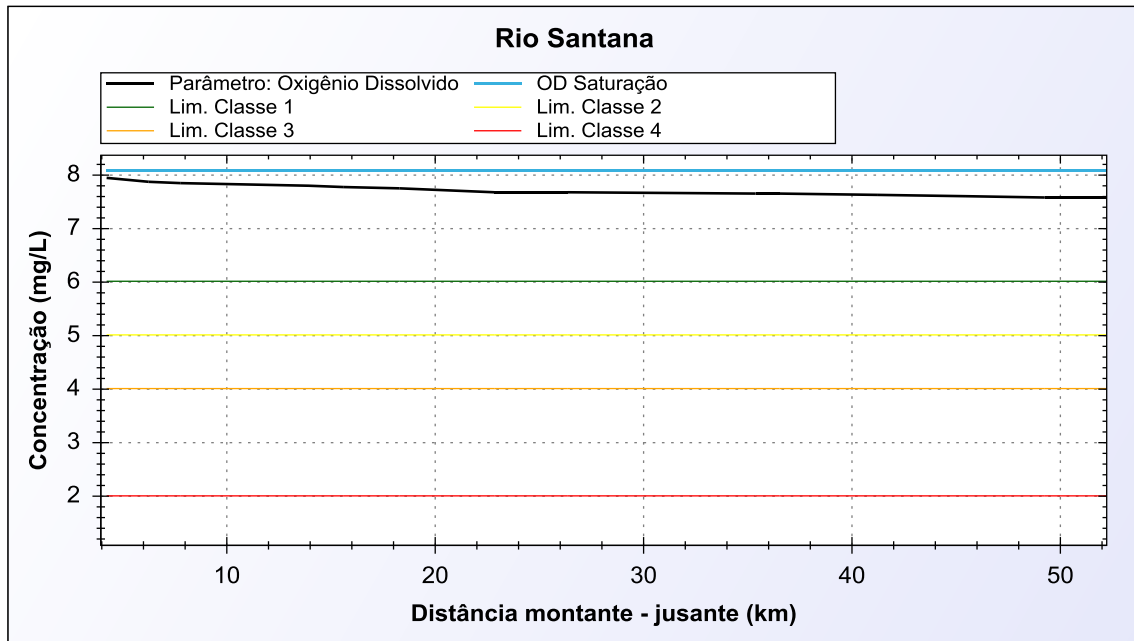
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 31 - Perfil de concentração do parâmetro DBO no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Santana.



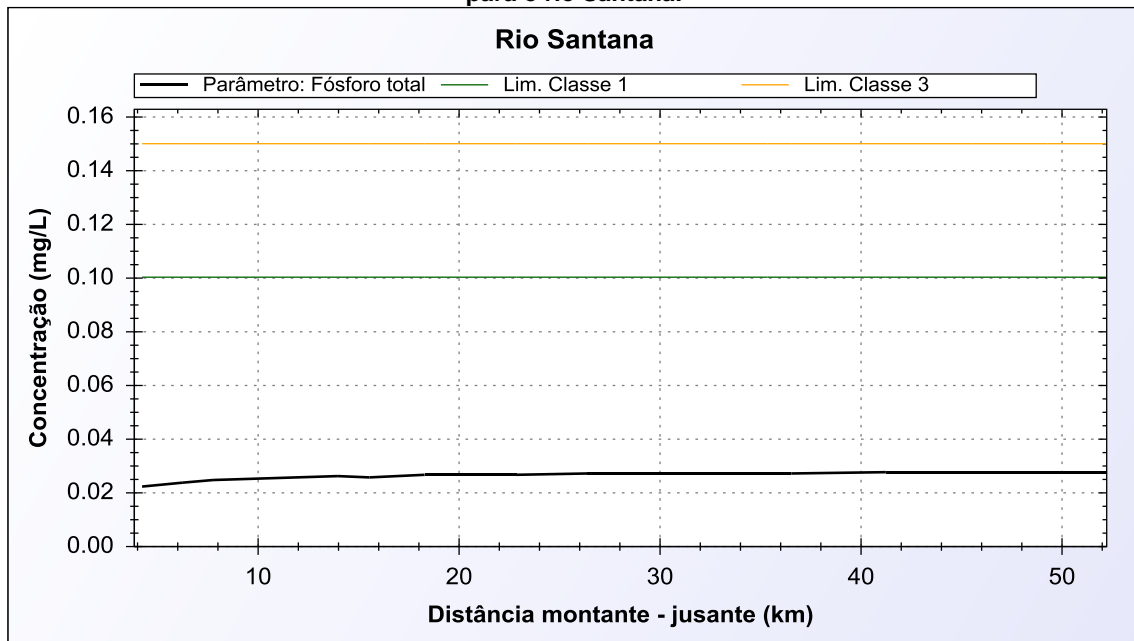
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 32 - Perfil de concentração do parâmetro OD no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Santana.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

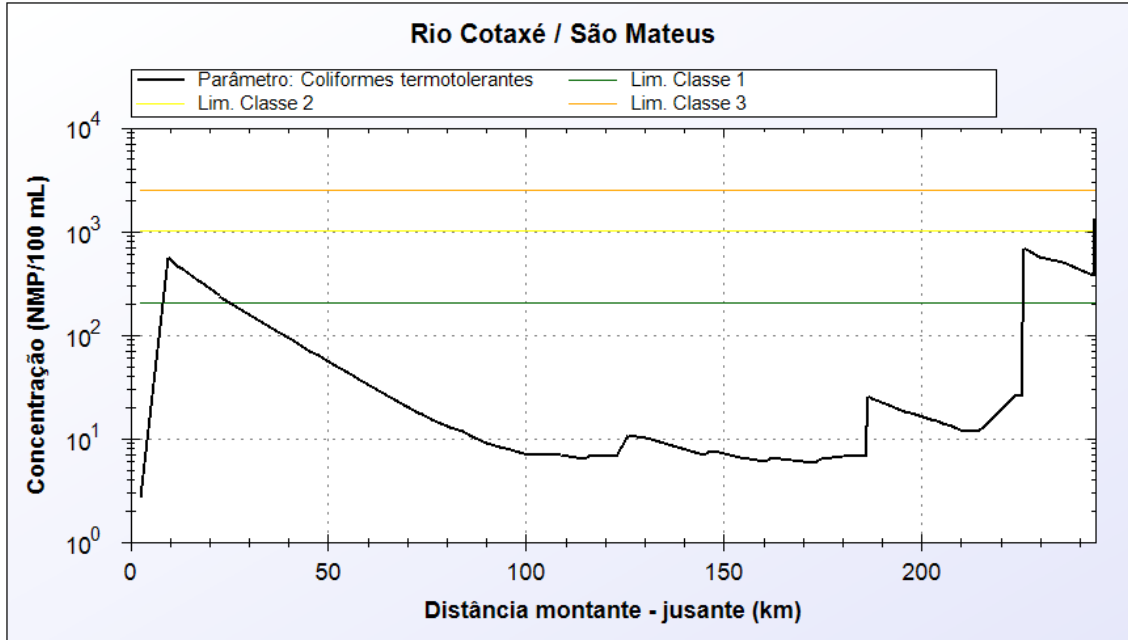
Figura A. 33 - Perfil de concentração do parâmetro fósforo total no cenário de 2037 sem intervenções para o rio Santana.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

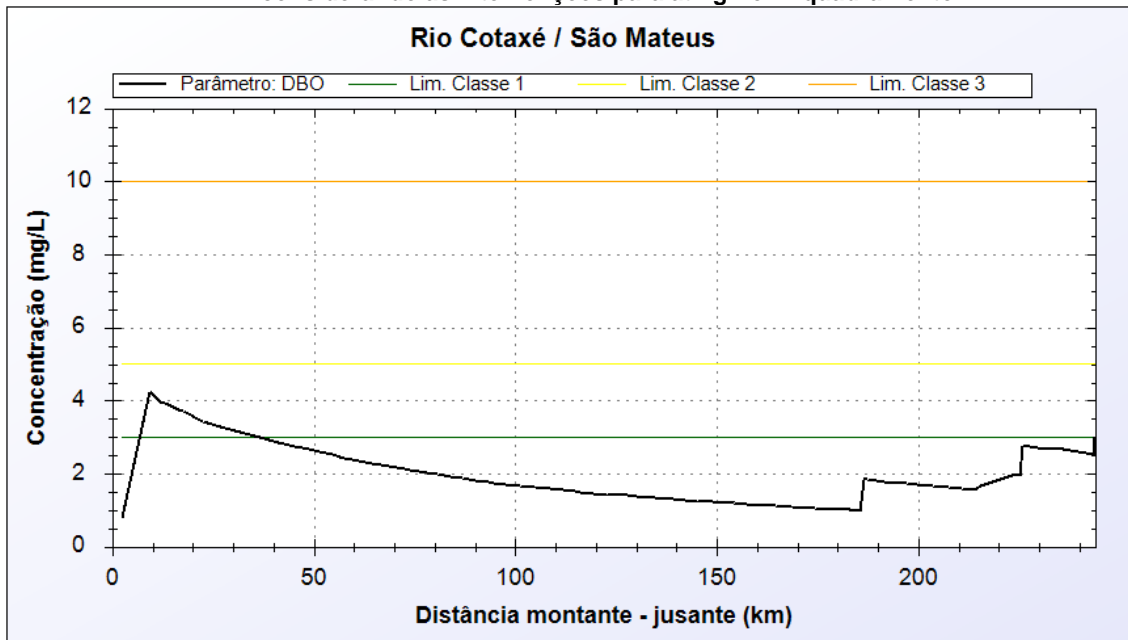
## ANEXO C - PERFIS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS NA VAZÃO Q90 NO CENÁRIO DE 2037 COM INTERVENÇÕES PARA ATINGIR O ENQUADRAMENTO.

Figura A. 34 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Cotaxé no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



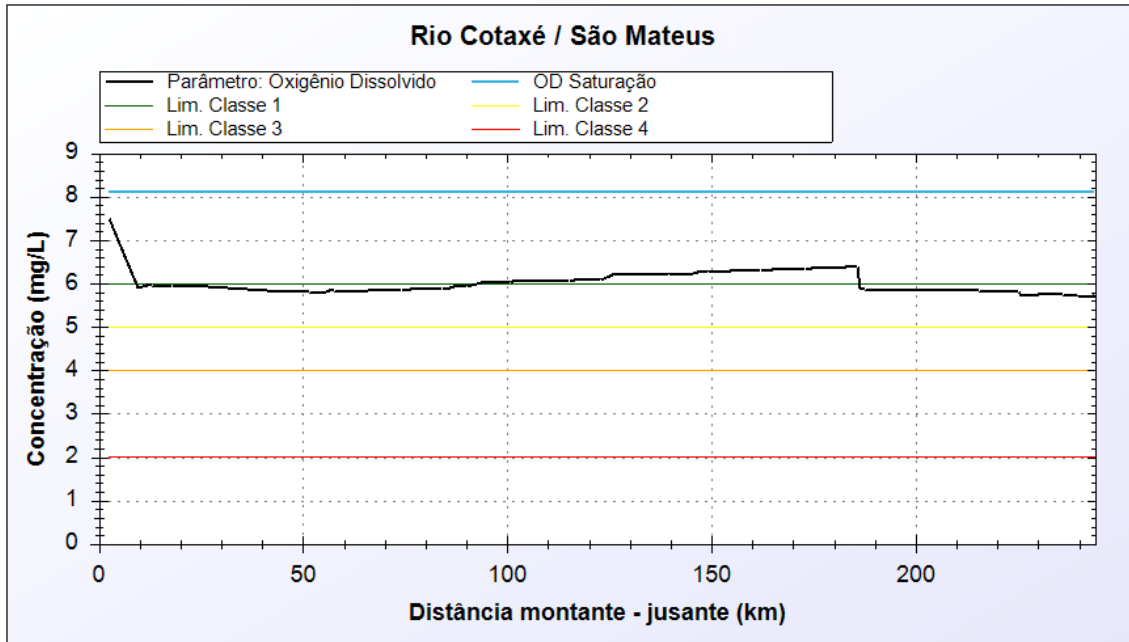
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 35 - Perfil de concentração de DBO no rio Cotaxé no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



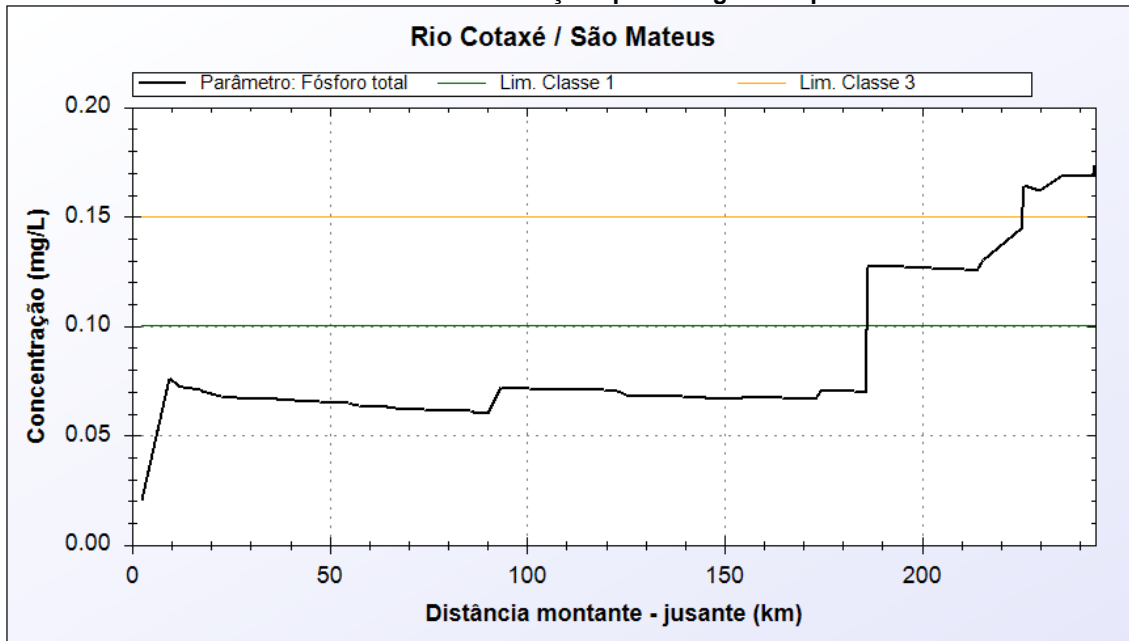
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 36 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Cotaxé no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



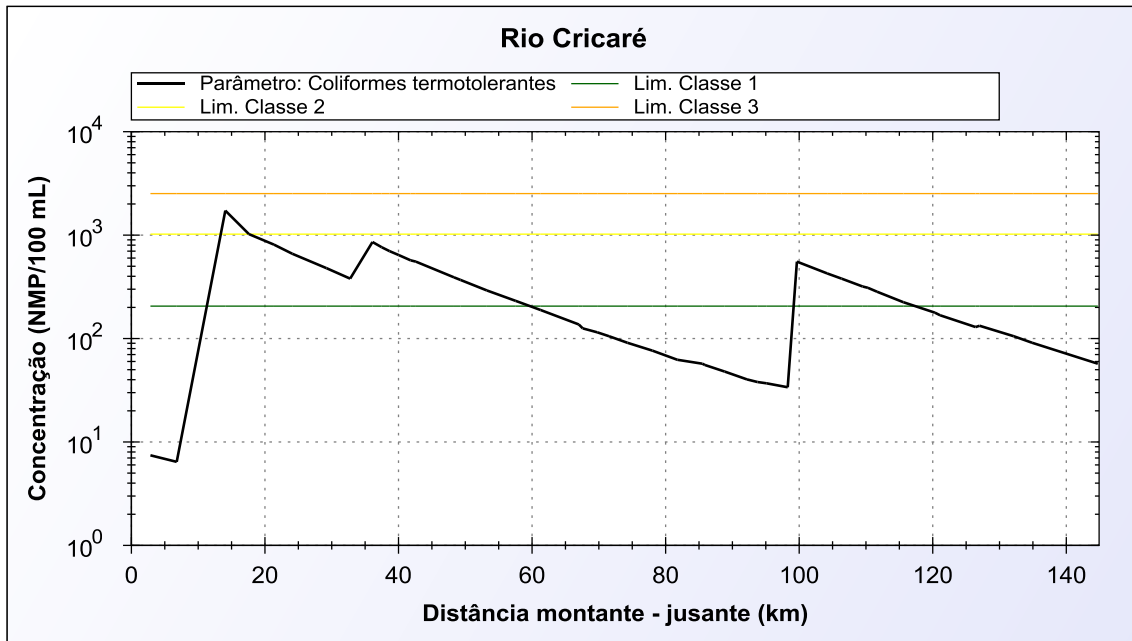
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 37 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Cotaxé no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



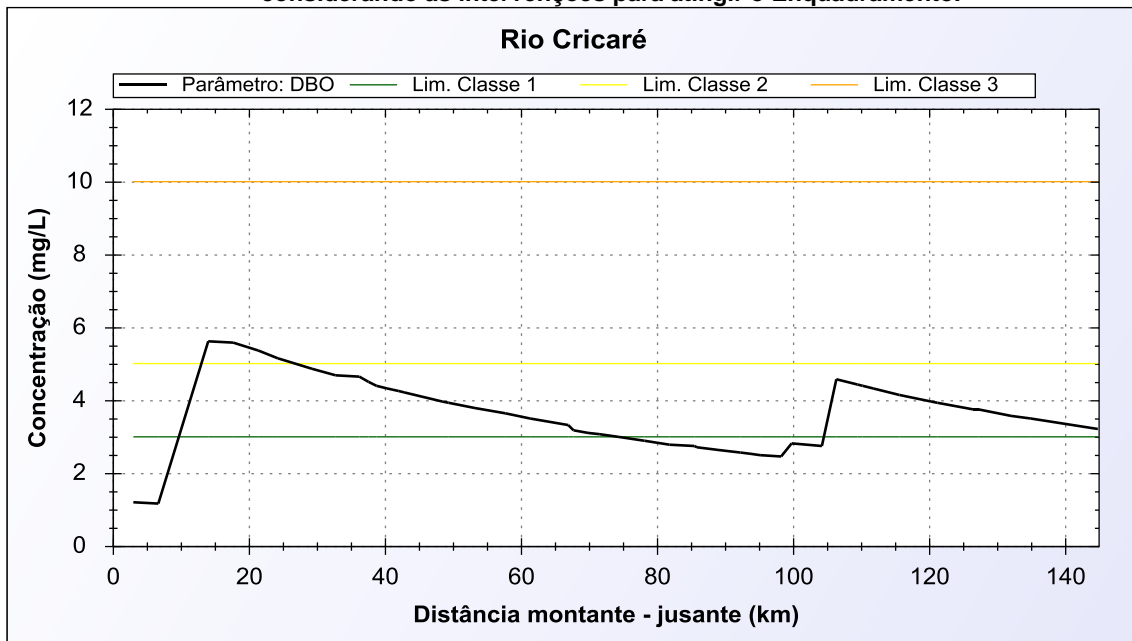
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 38 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Cricaré no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



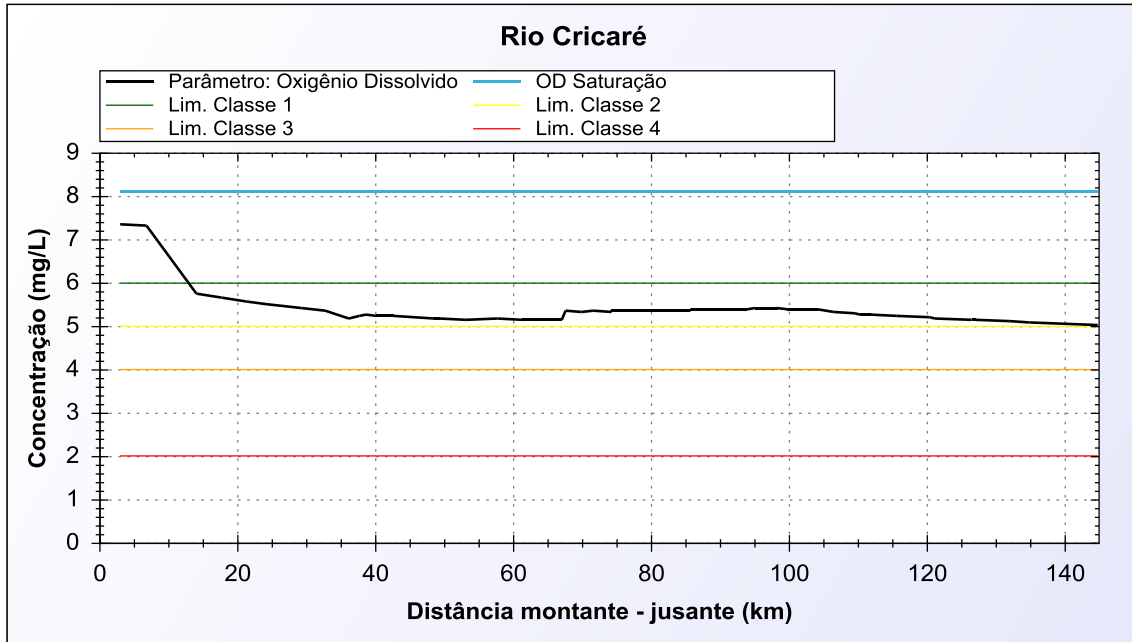
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 39 - Perfil de concentração de DBO no rio Cricaré no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



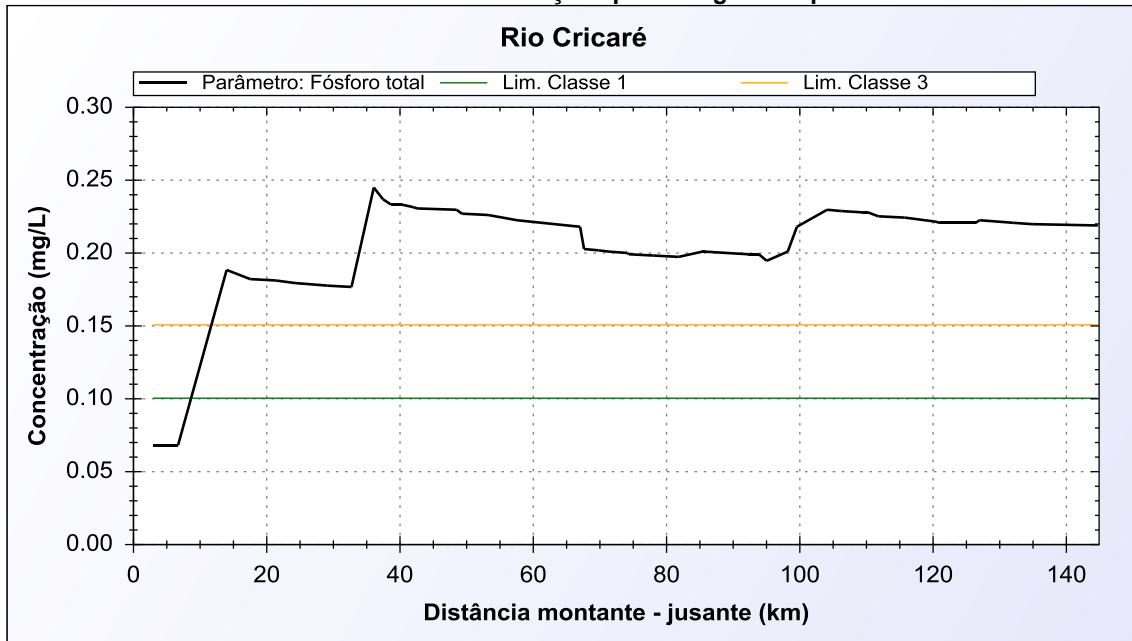
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 40 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Cricaré no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



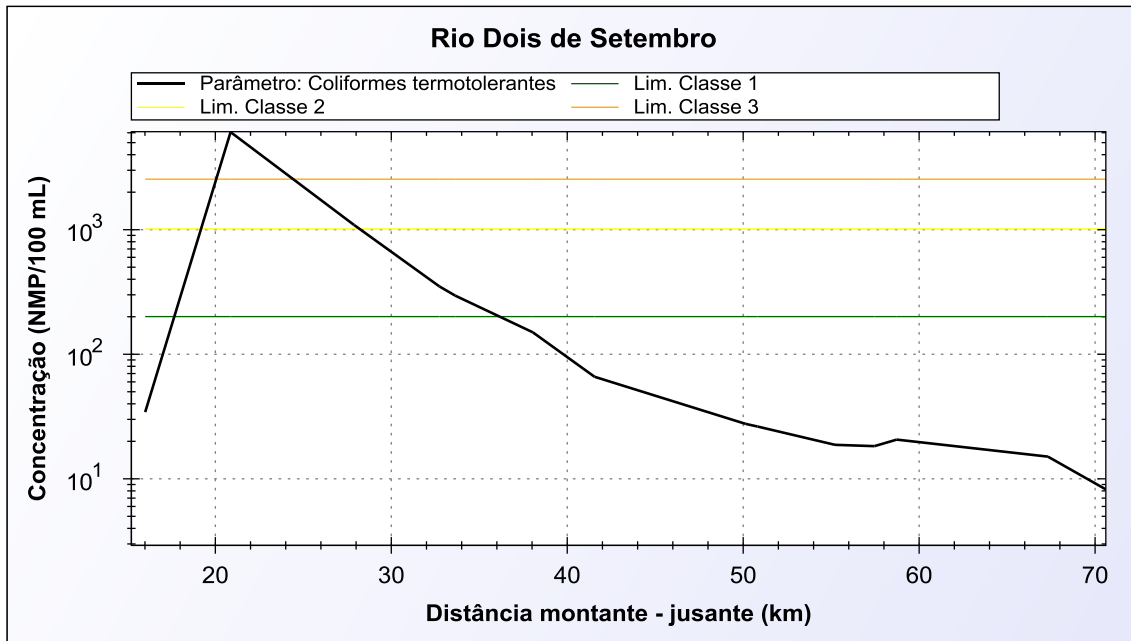
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 41 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Cricaré no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



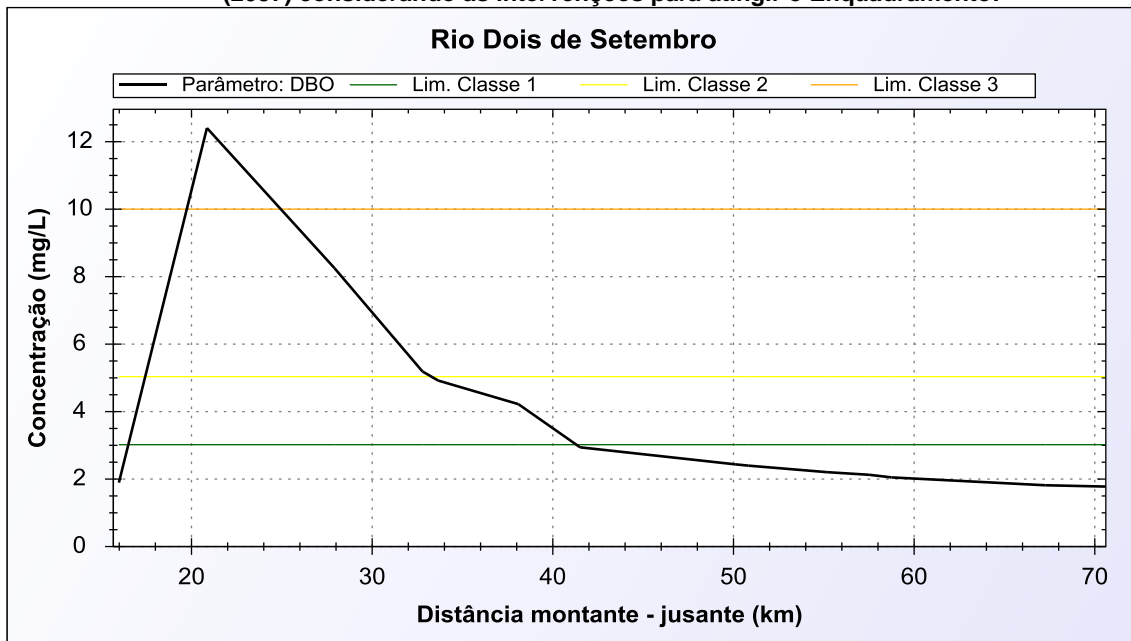
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 42 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Dois de Setembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



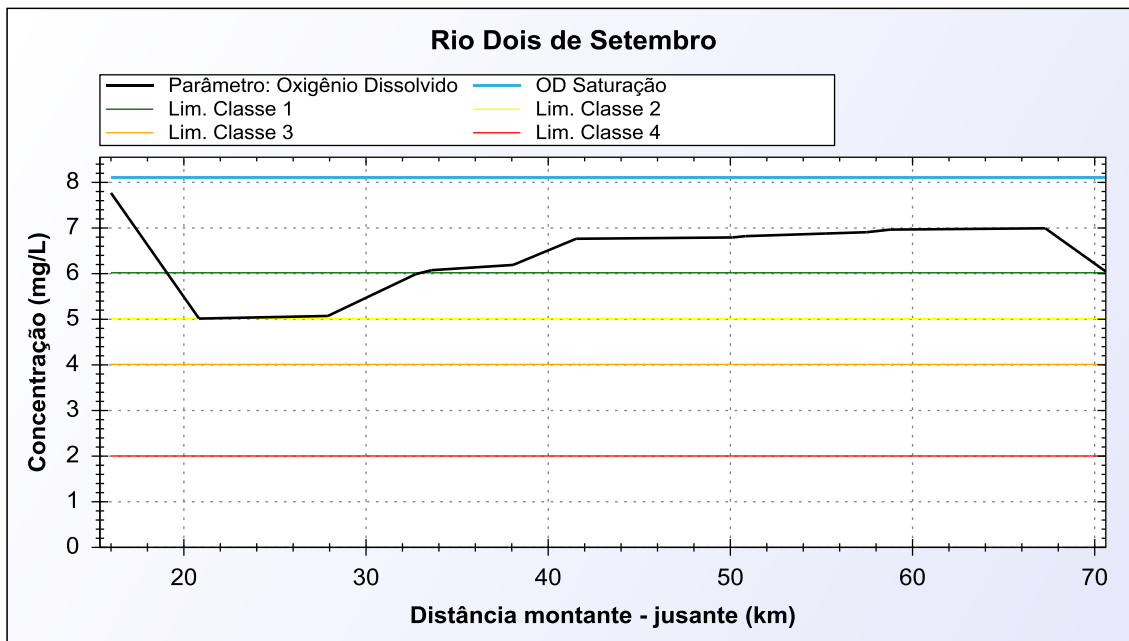
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 43 - Perfil de concentração de DBO no rio Dois de Setembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



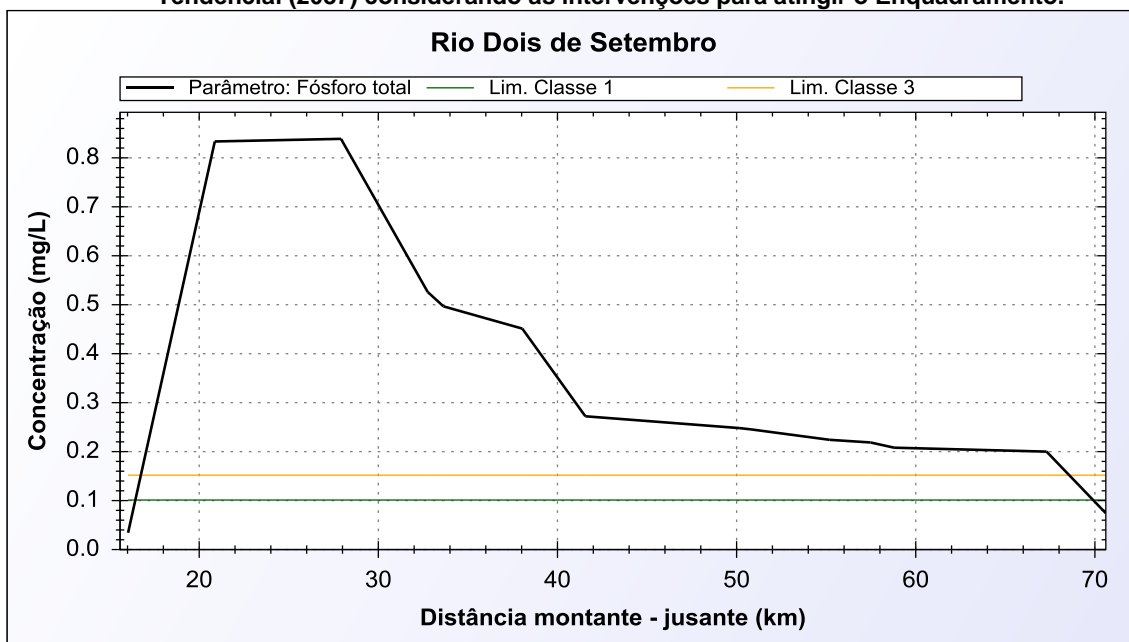
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 44 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Dois de Setembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



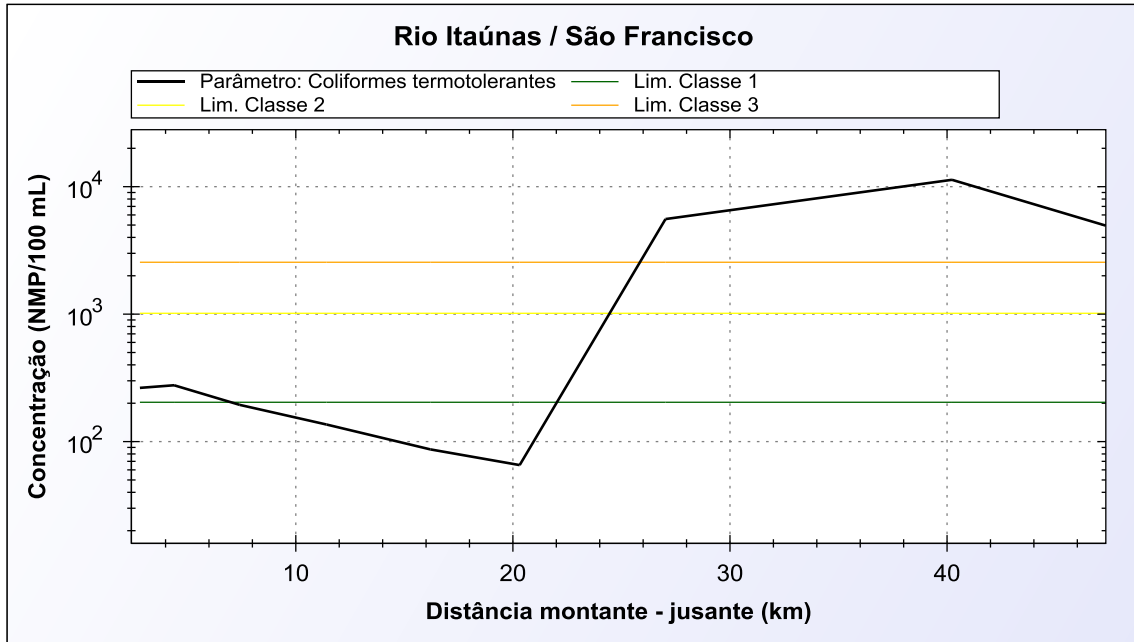
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 45 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Dois de Setembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



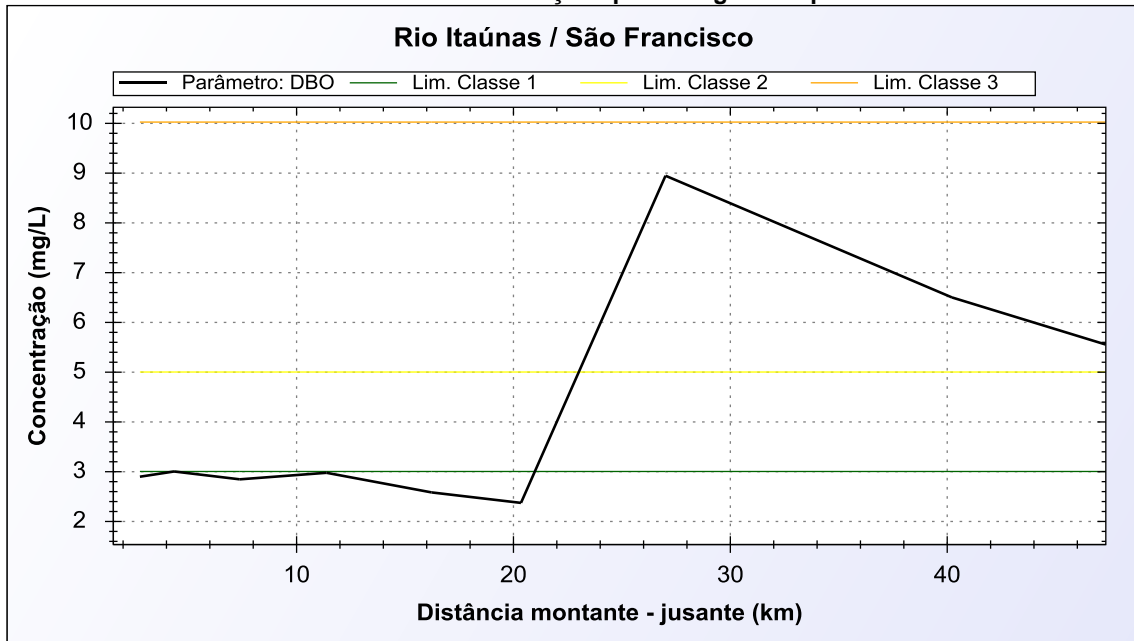
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 46 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Itaúnas no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



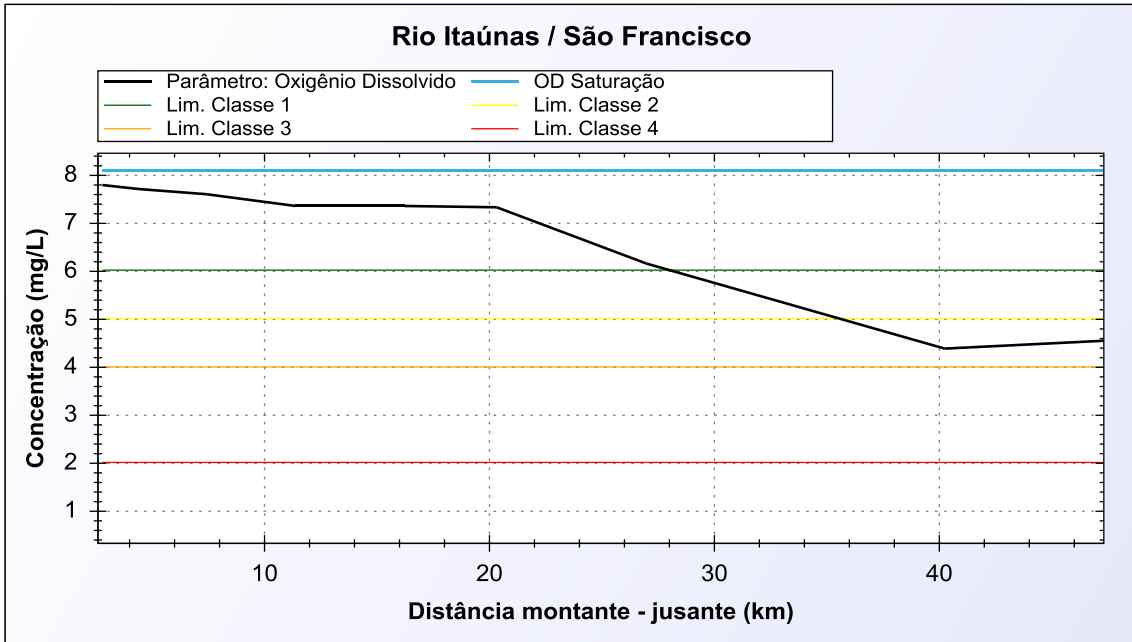
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 47 - Perfil de concentração de DBO no rio Itaúnas no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



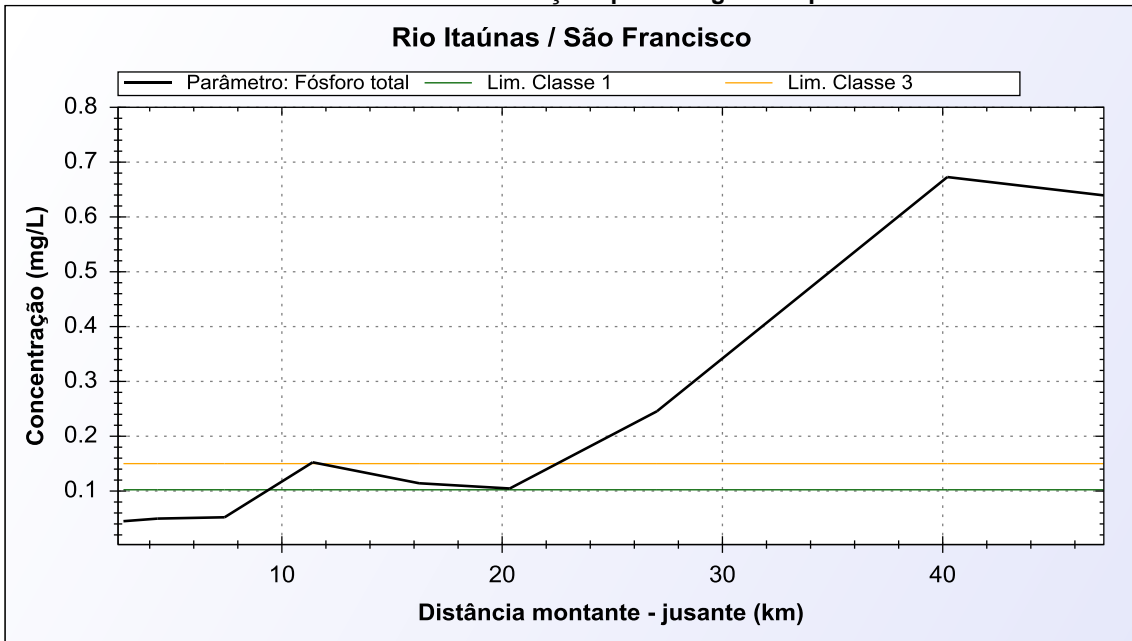
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 48 - Perfil de concentração de Oxigênio no rio Itaúnas no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



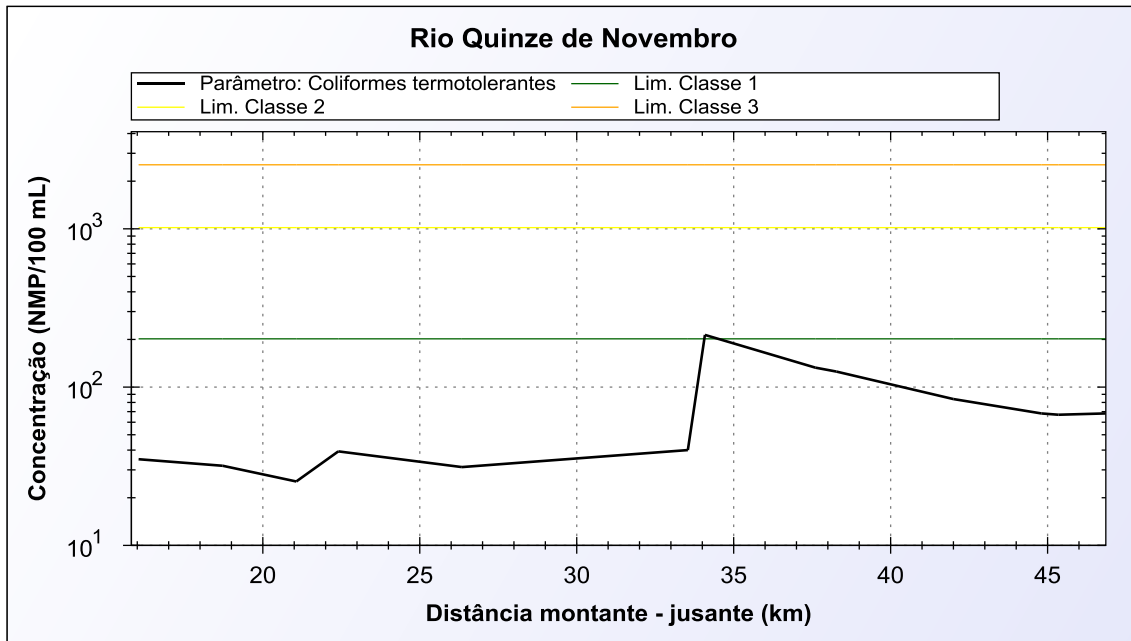
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 49 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Itaúnas no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



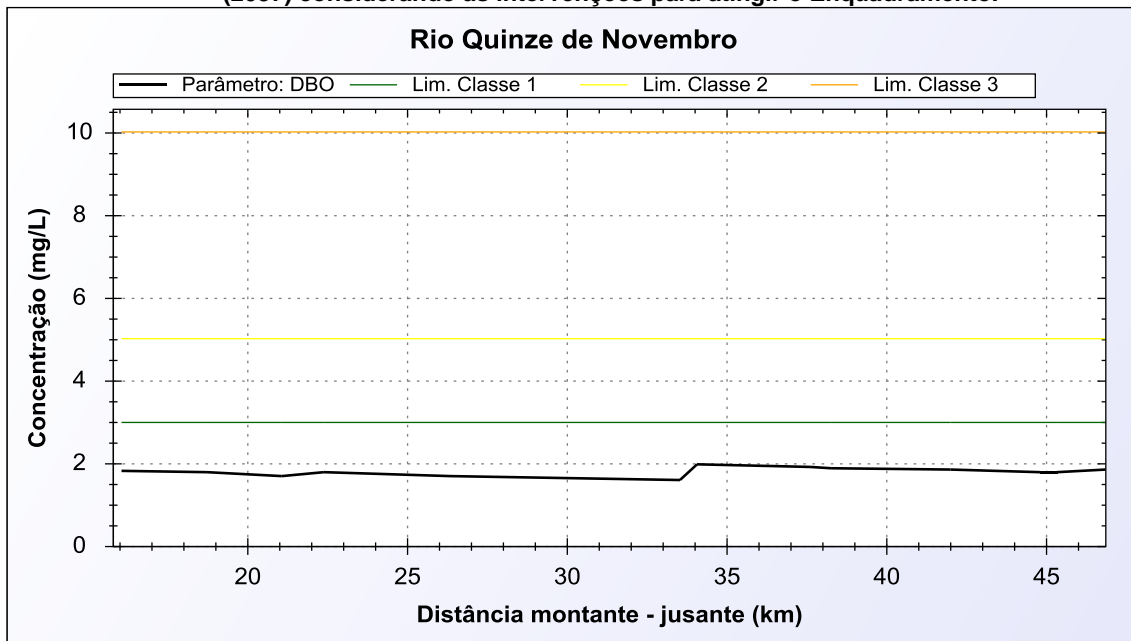
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 50 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Quinze de Novembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



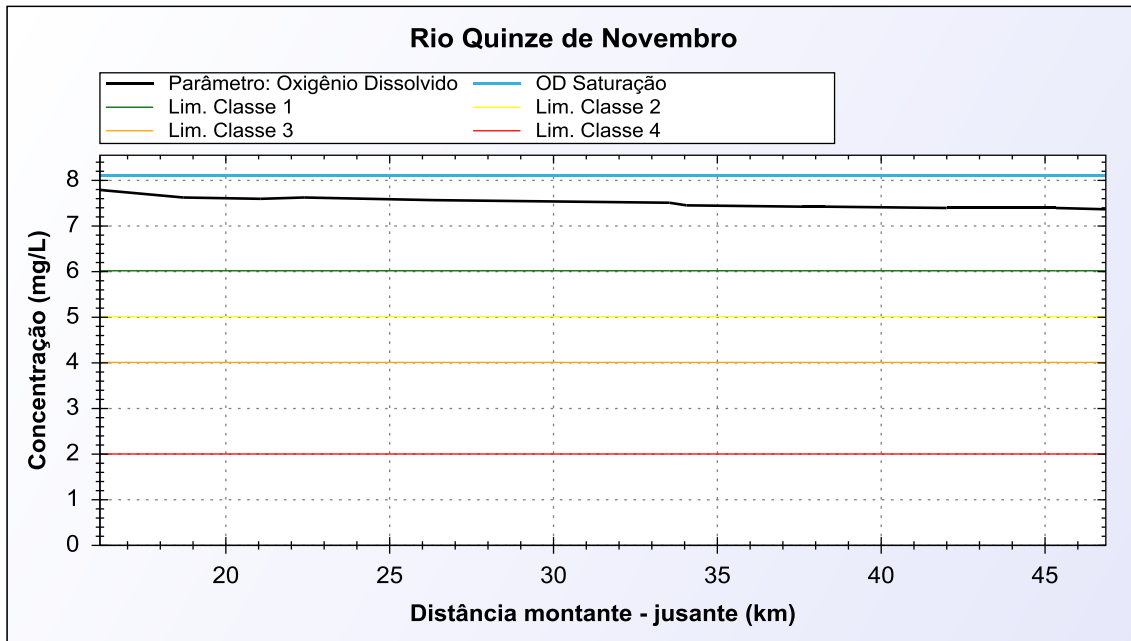
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 51 - Perfil de concentração de DBO no rio Quinze de Novembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



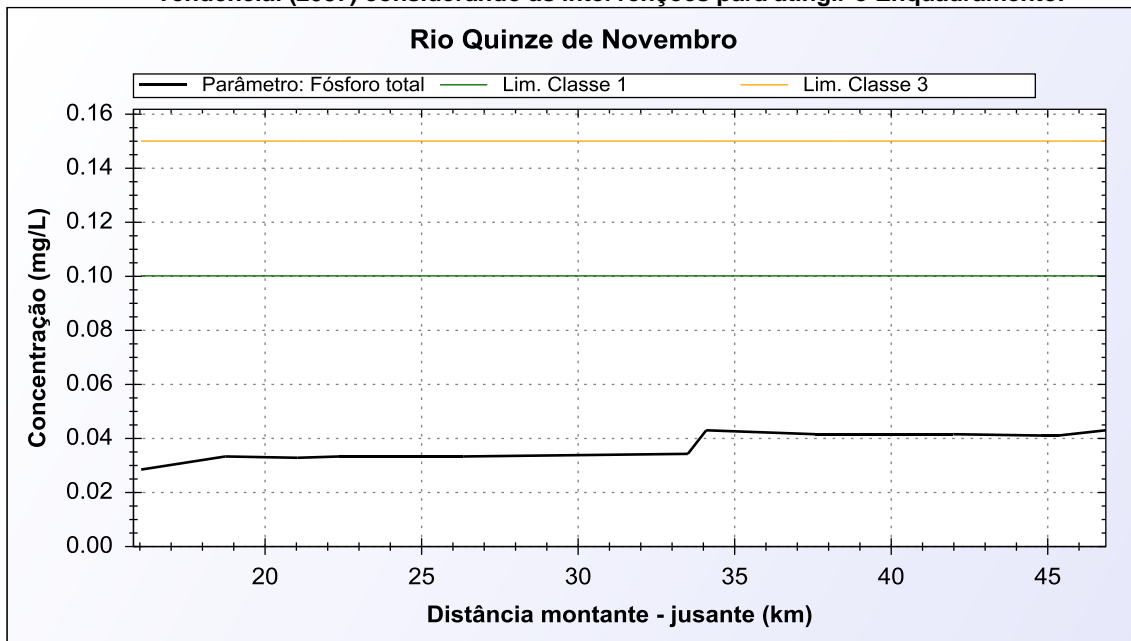
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 52 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Quinze de Novembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



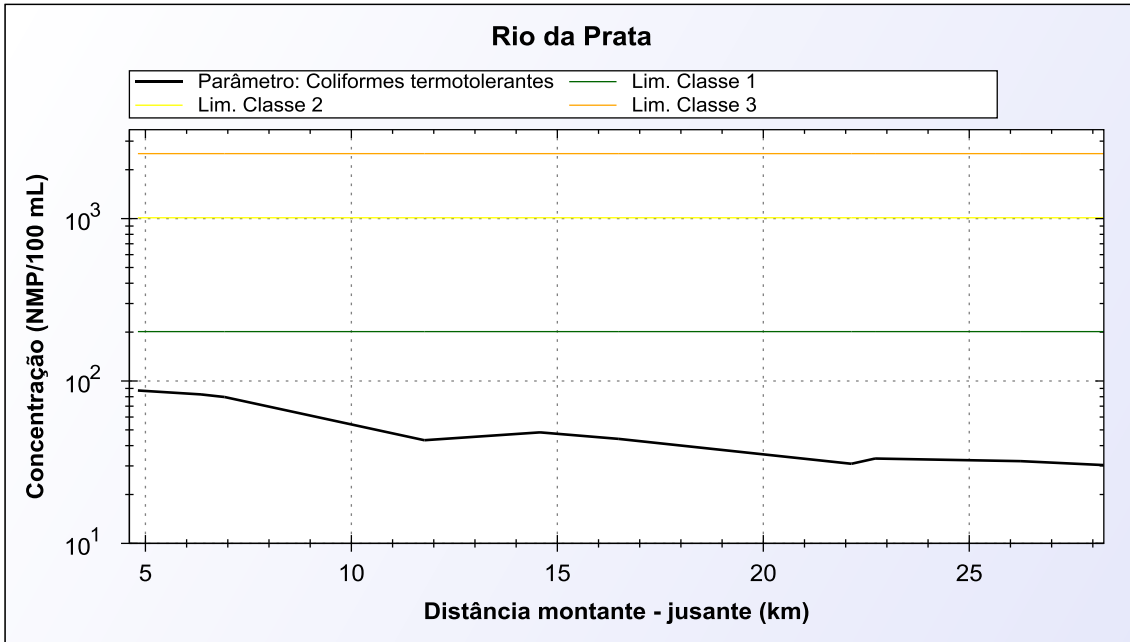
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 53 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Quinze de Novembro no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



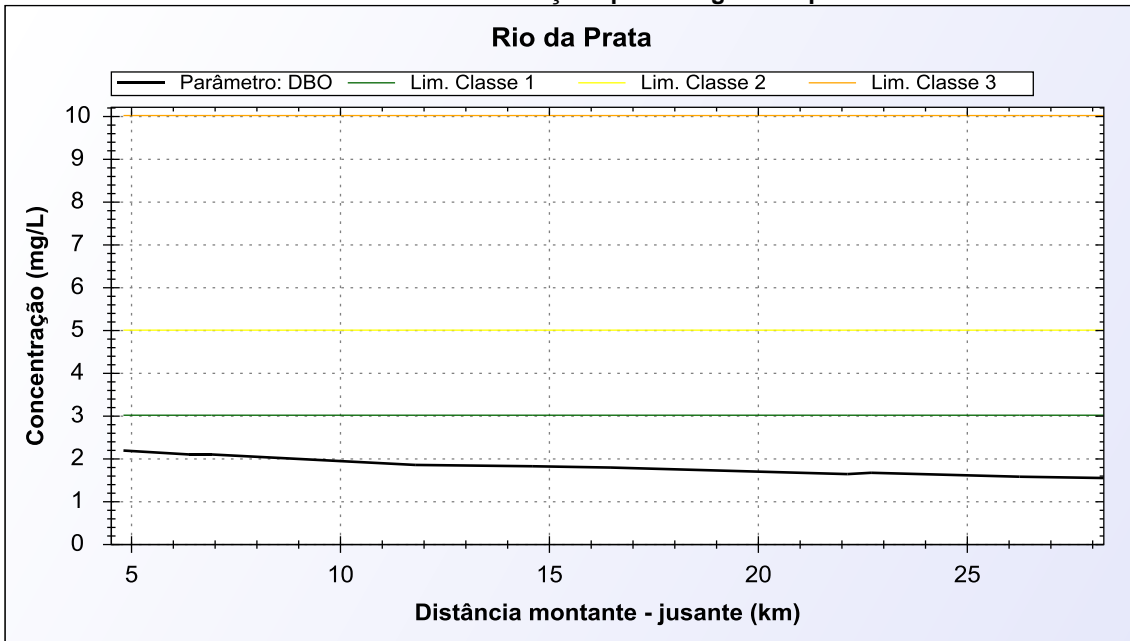
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 54 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio da Prata no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



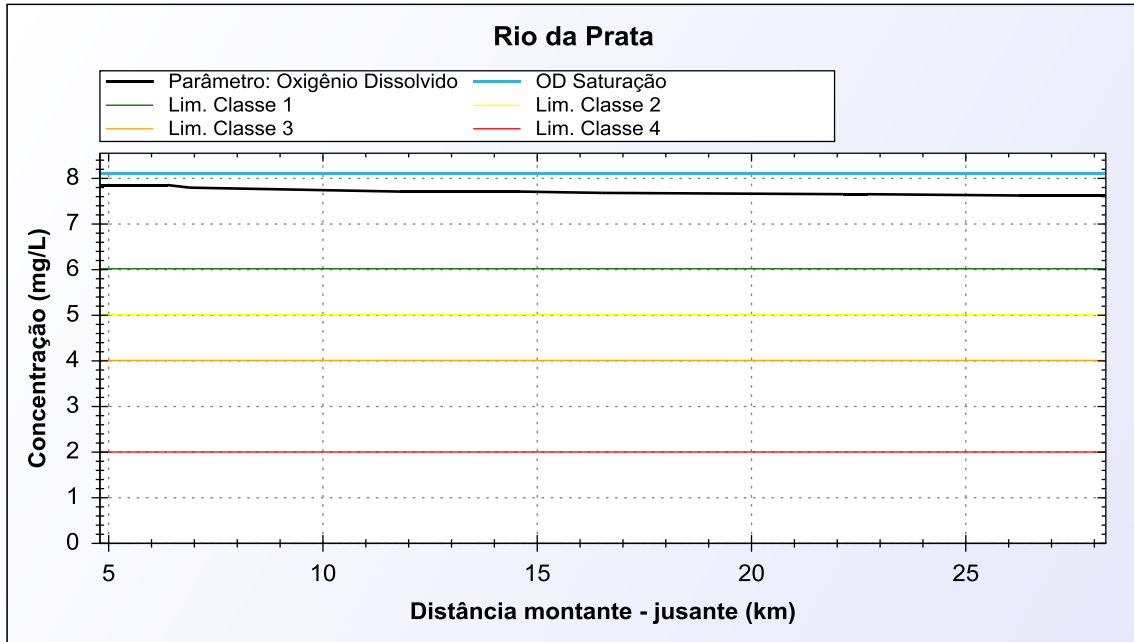
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 55 - Perfil de concentração de DBO no rio da Prata no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



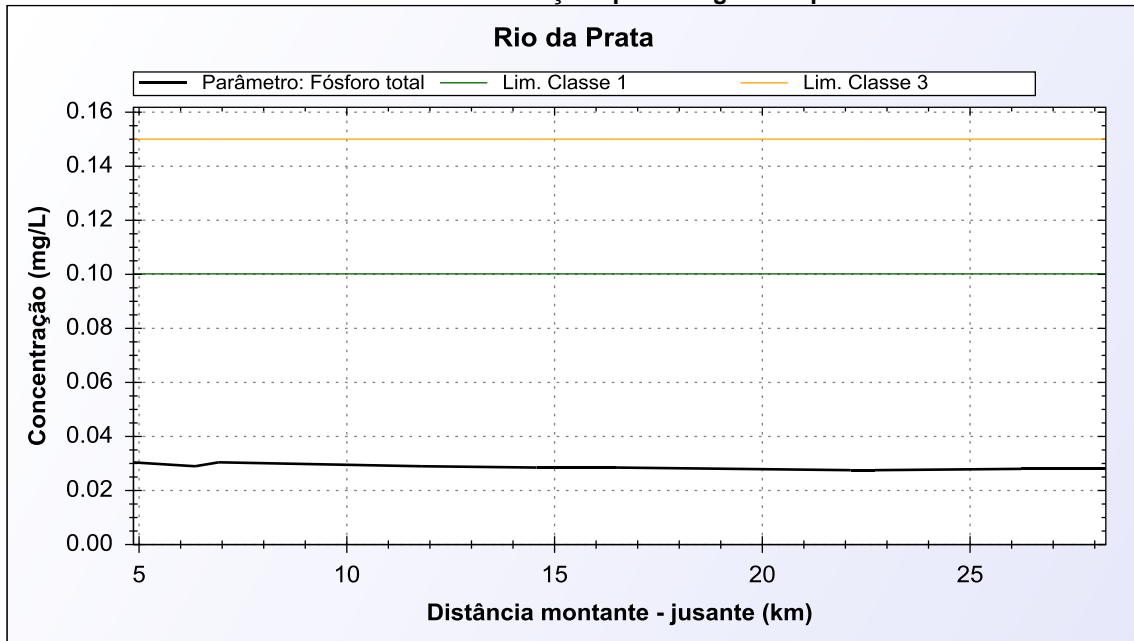
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 56 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio da Prata no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



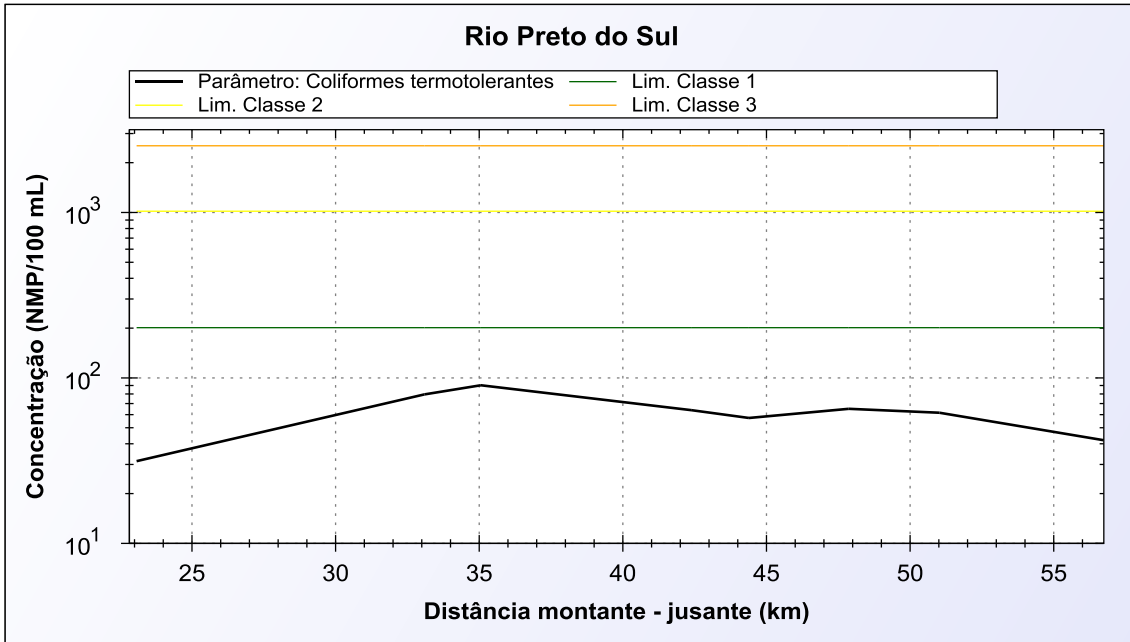
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 57 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio da Prata no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



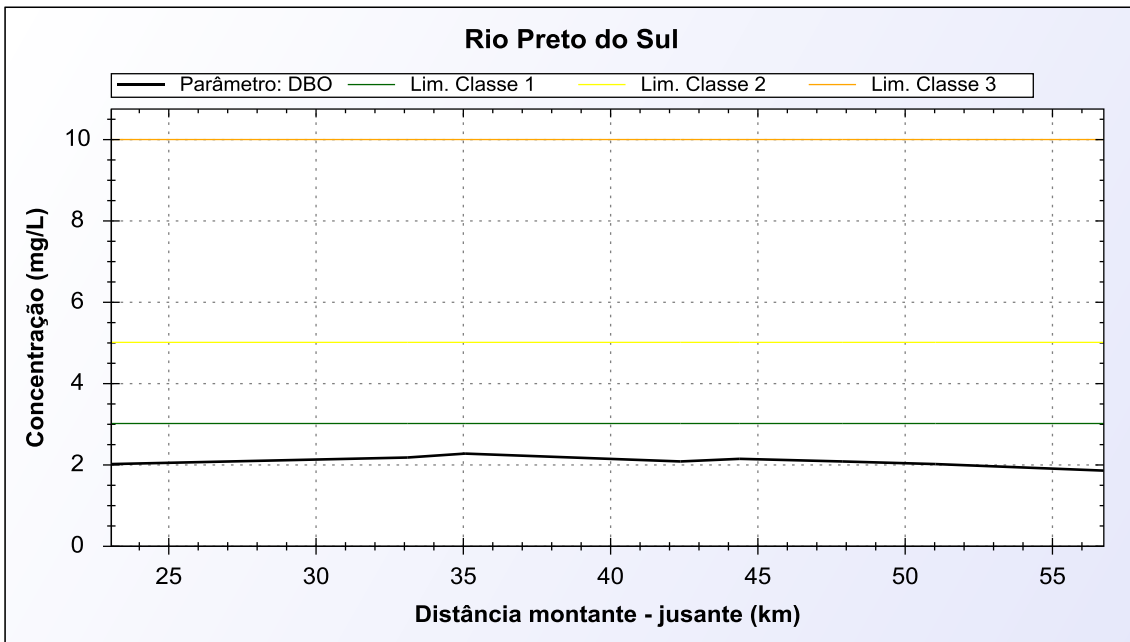
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 58 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Preto do Sul no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



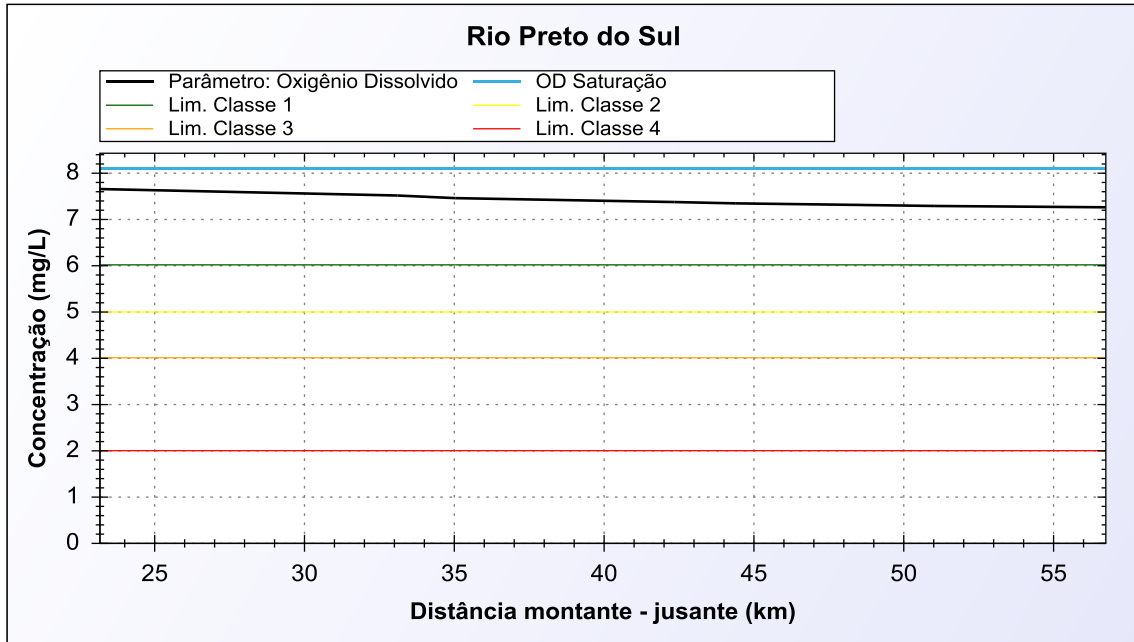
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 59 - Perfil de concentração de DBO no rio Preto do Sul no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



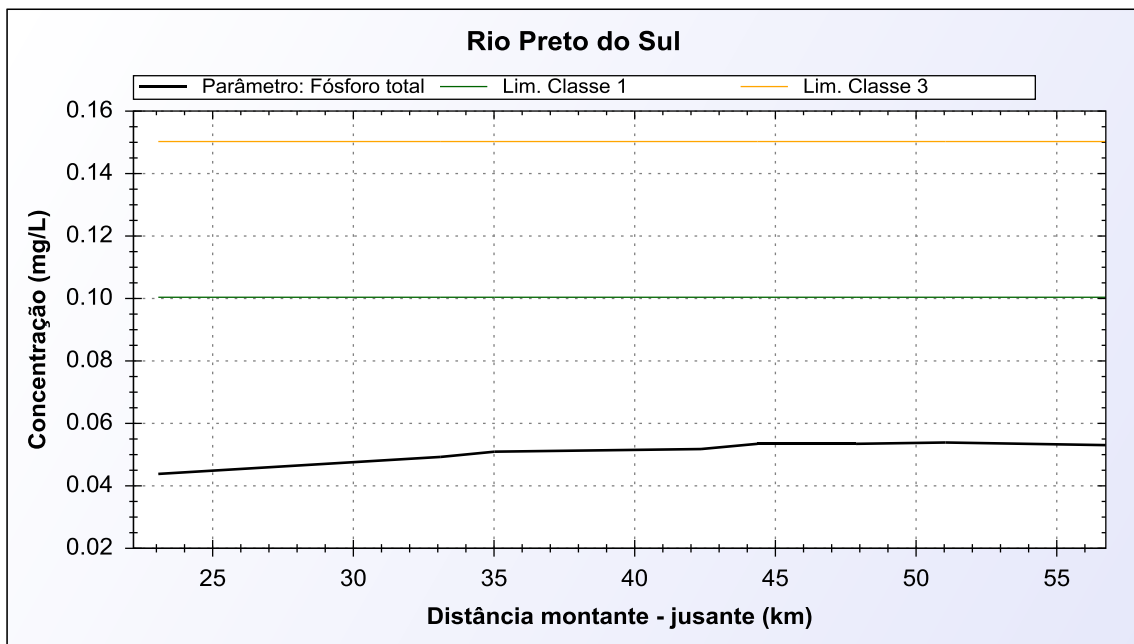
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 60 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Preto do Sul no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



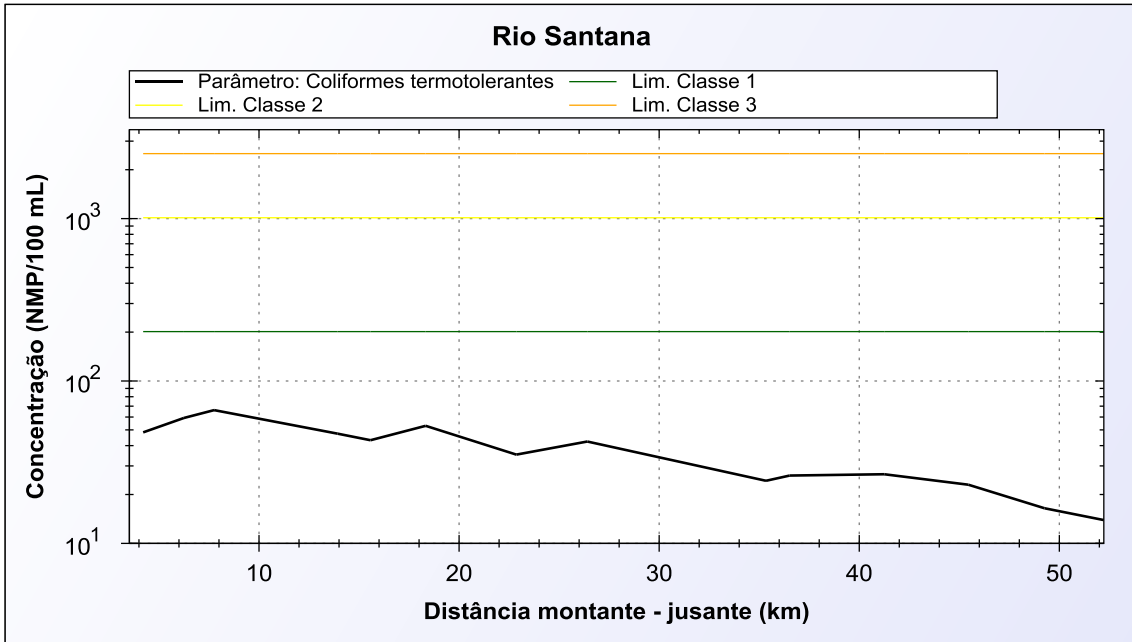
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 61 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Preto do Sul no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



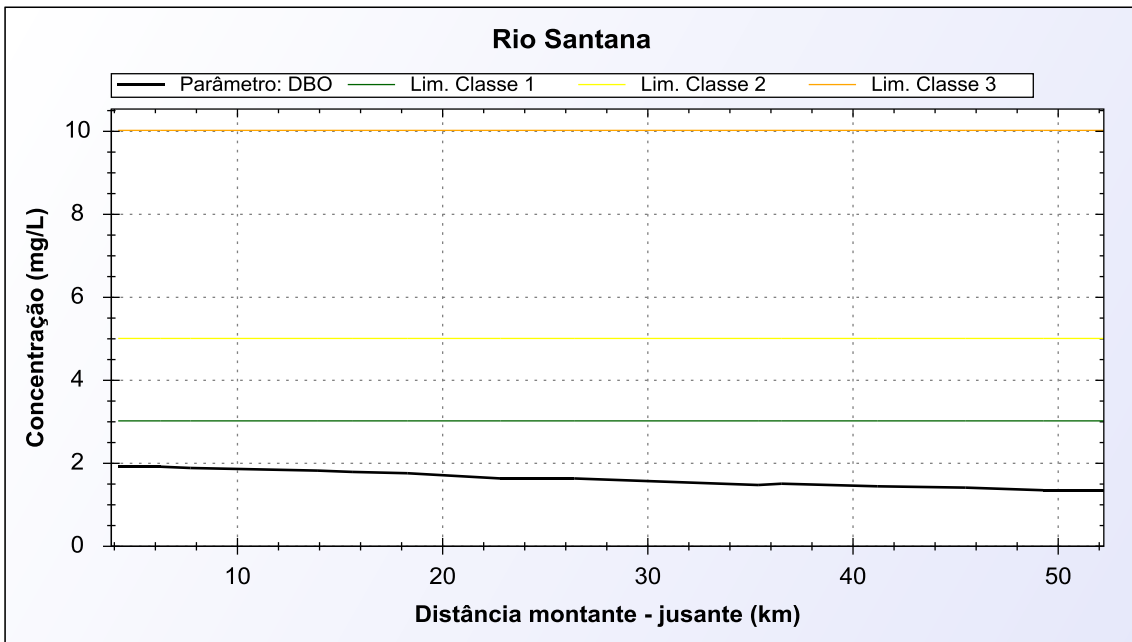
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 62 - Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Santana no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



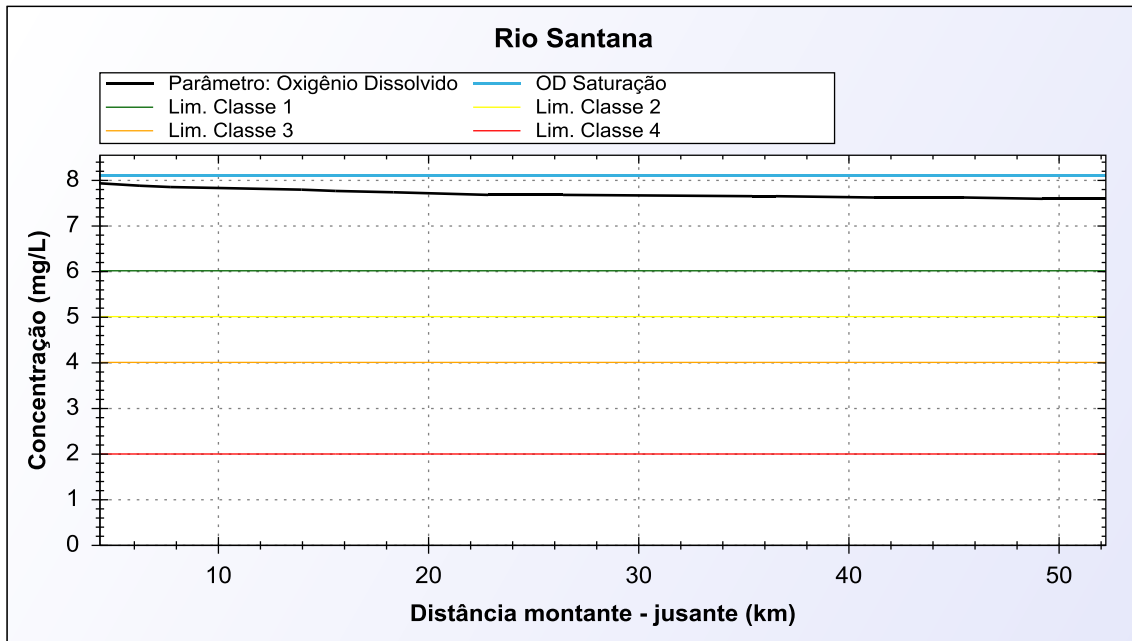
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 63 - Perfil de concentração de DBO no rio Santana no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



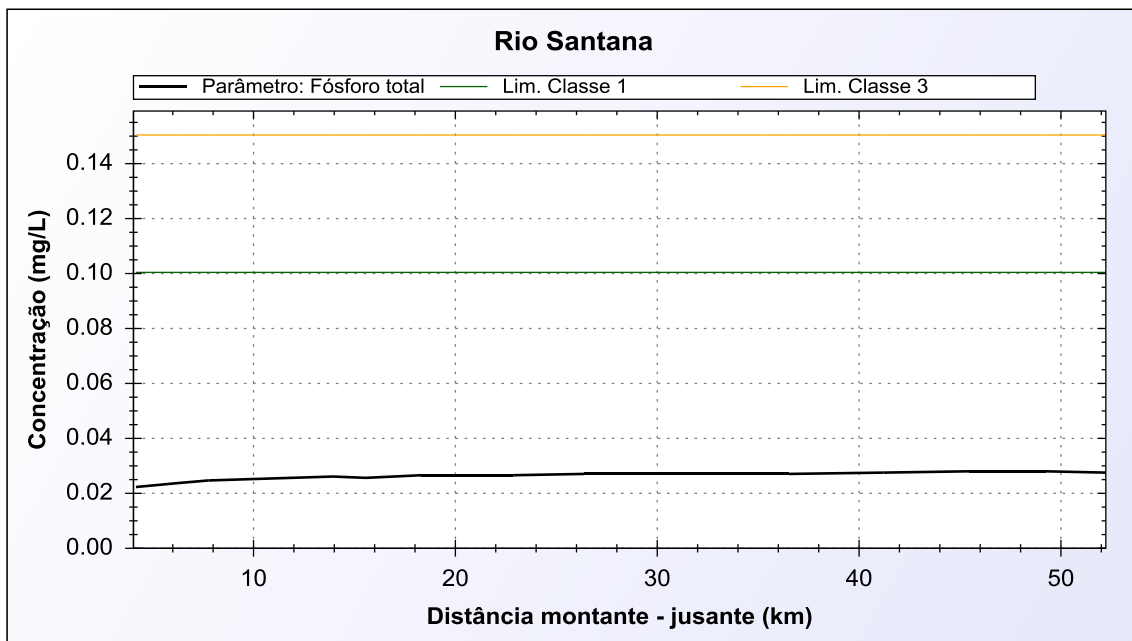
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 64 - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Santana no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A. 65 - Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Santana no Cenário Futuro Tendencial (2037) considerando as intervenções para atingir o Enquadramento.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.