



DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO E PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO

RELATÓRIO DA ETAPA B ENQUADRAMENTO



Foz natural do rio Novo (Piúma/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 Novo. 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 – Graduanda em Geografia

Pedro Henrique Zanoni Filho – Graduando em Economia

LISTA DE SIGLAS

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos

ANA – Agência Nacional de Águas

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

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

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PRH – Plano de Recursos Hídricos

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

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

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 Novo.....	16
Quadro 3.1 – Descrição dos trechos propostos para Enquadramento na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.....	19
Quadro 5.1 - Padrões Estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005.	33
Quadro 5.2 - Projeções futuras para as captações de água superficiais para abastecimento público na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	34
Quadro 5.3 - Captação Industrial na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	34
Quadro 5.4 - Contribuição per capita dos parâmetros considerados na modelagem.....	36
Quadro 5.5 - Cargas unitárias adotadas para os tipos de uso do solo das bacias (kg/km ² /dia).....	37
Quadro 6.1 - Características das ETEs existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.....	44
Quadro 6.2 - Concentrações dos principais parâmetros lançados pelas ETEs da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.....	44
Quadro 6.3 - Dados de lançamento das sedes e localidades da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	45
Quadro 6.4 - Concentrações dos principais parâmetros lançados nas sedes e localidades da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	45
Quadro 7.1 – Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	52
Quadro 8.1 - Metas Progressivas e horizontes temporais de Enquadramento.	55
Quadro 8.2 - Metas progressivas representadas por classes de qualidade na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.....	56
Quadro 8.3 - Vazões e concentrações lançadas pelas ETEs nos cenários intermediários e de Enquadramento.	57
Quadro 8.4 - Lançamentos brutos remanescentes nas sedes municipais e localidades.	58
Quadro 9.1 - Intervenções em Esgotamento sanitário para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo para alcance das metas de Enquadramento.....	61
Quadro 9.2 - Intervenções sugeridas no Sistema de Tratamento de Esgotos.....	62
Quadro 10.1 - Sistema de coleta de esgotos sanitários (preço por habitante).	64

Quadro 10.2 - Custos referentes aos incrementos no índice de cobertura da rede de coleta de esgotos.....	64
Quadro 10.3 - Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgoto e os custos relativos à sua implantação.	65
Quadro 10.4 - Custos estimados das Estações de Tratamento de Esgotos.....	65
Quadro 10.5 - Síntese dos custos estimados para Esgotamento Sanitário em Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta.....	67

LIST A DE FIGURAS

Figura 1.1 - Classes de enquadramento e sua relação com a qualidade da água e seus usos.....	13
Figura 1.2 - Classes de Enquadramento das águas doces e usos respectivos.	13
Figura 1.3 - Classes de Enquadramento das águas salobras e usos respectivos.	14
Figura 1.4 - Classes de Enquadramento das águas salinas e usos respectivos.	14
Figura 2.1 - Fluxograma da metodologia empregada na elaboração da Proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	17
Figura 3.1 - Cachoeira do Caiado, localizada no Rio Novo – trecho 1.	23
Figura 3.2 - Rio Novo - Trecho 3, na sede do município de Vargem Alta.	23
Figura 3.3 - Rio Novo - trecho 8, próximo à interseção do rio e a Rodovia BR-101.....	24
Figura 3.4 - Córrego Pau D’Alho - trecho 11, na sede do município de Rio Novo do Sul.	24
Figura 3.5 - Ribeirão São Francisco - trecho 14, próximo à interseção do ribeirão e a Rodovia BR-101.	25
Figura 3.6 - Rio Itapoama - trecho 16, no ponto de amostragem da qualidade da água RN05.	25
Figura 3.7 - Rio Novo - trecho 17 à margem da rodovia BR-101, na divisa entre os municípios de Iconha de Rio Novo do Sul.....	26
Figura 3.8 - Rio Iconha - trecho 21, na comunidade Duas Barras, município de Iconha.	26
Figura 3.9 – Rio Iconha no trecho 25, na sede do município de Iconha.	27
Figura 3.10 - Lagoa Guanandy, trecho 28.....	27
Figura 4.1 - Exemplo de análise das etiquetas de usos por trecho de rio.....	29
Figura 4.2 - Pré-Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	30
Figura 5.1 - Estações amostrais de qualidade da água da AGERH e da Rede Complementar utilizadas na calibração do modelo matemático.	39
Figura 6.1 - Classes de qualidade no cenário atual (2017) na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	48
Figura 6.2 - Classes de qualidade no cenário futuro tendencial (20 anos) na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	50
Figura 7.1- Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo.	53

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	2
1 INTRODUÇÃO	11
2 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO.....	15
3 DEFINIÇÃO DOS TRECHOS PARA O ENQUADRAMENTO	18
3.1 TRECHOS PARA ENQUADRAMENTO.....	18
4 PRÉ-ENQUADRAMENTO.....	28
5 MODELAGEM DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	31
5.1 DADOS DE ENTRADA PARA O MODELO	32
5.1.1 Parâmetros Ambientais simulados	32
5.1.2 Captações	33
5.1.3 Lançamentos de Cargas Pontuais	34
5.1.4 Lançamentos de Carga Difusa.....	37
5.2 CALIBRAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS GERADOS	37
5.3 DETERMINAÇÃO DA CLASSE GERAL DO TRECHO.....	40
6 CENÁRIOS DE ENQUADRAMENTO.....	41
6.1 PROJEÇÃO DAS CARGAS DE POLUENTES: EFLUENTES DE ORIGEM DOMÉSTICA E ANIMAL	43
6.2 PROJEÇÃO DAS CARGAS DE POLUENTES: LANÇAMENTOS INDUSTRIAIS ..	46
6.3 RESULTADO DO CENÁRIO ATUAL POR MEIO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO	46
6.4 RESULTADOS DO CENÁRIO FUTURO TENDENCIAL POR MEIO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO	49
7 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO.....	51
8 METAS INTERMEDIÁRIAS DE ENQUADRAMENTO.....	55
9 PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO	60

9.1	INTERVENÇÕES DE MELHORIA NO ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA ALCANCE DE META DE ENQUADRAMENTO	60
9.1.1	Lançamentos Pontuais	60
9.1.2	Carga Difusa	63
10	CUSTOS PARA A EFETIVAÇÃO DO PROGRAMA DE ENQUADRAMENTO	64
10.1	INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO	66
11	REFERENCIAS	69
	ANEXO A	72
	ANEXO B	73
	ANEXO C	79

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

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		Mandatário 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		Mandatário 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

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 Novo. 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 Novo.

O processo de Enquadramento foi realizado no âmbito de toda a Bacia Hidrográfica do Rio Novo, 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 Novo estão apresentadas no Quadro 2.1.

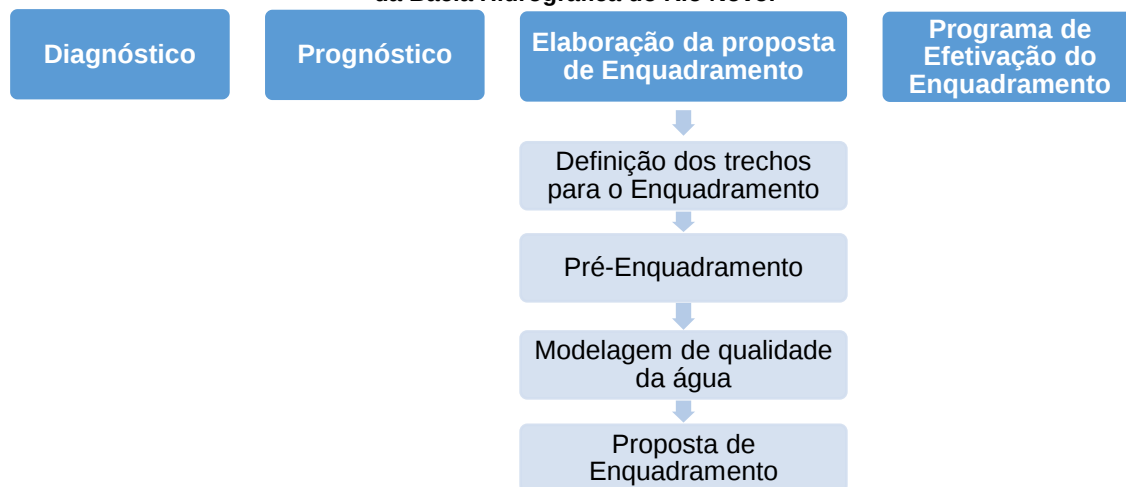
Quadro 2.1 - Resumo das oficinas realizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Oficina	Pauta da Oficina	Objetivos	Local/Data
Oficina de Contextualização e Atividades Preliminares	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.	11/04/17 em Piúma
Oficina Intermediária	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.	15/08/17 em Vargem Alta
Oficina Final	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.	20/12/17 em Iconha
Oficina de Manifestação de Vontades	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.	03/04/18 em Piúma
Oficina de Enquadramento e Plano de Ações	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.	13/08/18 em Rio Novo do Sul
Oficina Final do Plano de Ações	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.	31/10/18 em Iconha

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 Novo.



Fonte: Elaborado 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 Novo.

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 Novo. 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 Novo, 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 Novo foram definidos 15 corpos d'água a serem enquadrados, os quais foram segmentados em 28 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 Novo.

Trecho/ (UP)	Corpo hídrico	Coordenadas		Descrição do início e término	Principais usos do solo no entorno do trecho	Critério de segmentação	Extensão (km)
1 (ARN)	Rio Novo	Início	X - 300779 Y - 7717953	Das nascentes do rio Novo até a confluência com o córrego Vargem Grande	Mata nativa, pastagem, macega e silvicultura	Interferência de um tributário sobre o rio principal.	10,4
		Fim	X - 295322 Y - 7714167				
2 (ARN)	Rio Novo	Início	X - 295322 Y - 7714167	Da confluência com o córrego Vargem Grande até a montante da mancha urbana da cidade de Vargem Alta	Pastagem, mata nativa e silvicultura	Mancha urbana	5,6
		Fim	X - 291402 Y - 7713252				
3 (ARN)	Rio Novo	Início	X - 291402 Y - 7713252	Da montante da mancha urbana da cidade de Vargem Alta até a montante da mancha urbana do distrito de Jaciguá	Pastagem, área edificada, cultivo agrícola (café) e mata nativa	Mancha urbana	8,1
		Fim	X - 290118 Y - 7709417				
4 (ARN)	Rio Novo	Início	X - 290118 Y - 7709417	Da montante da mancha urbana do distrito de Jaciguá até a confluência com o córrego Boa Esperança	Pastagem, cultivo agrícola (café) e mata nativa	Interferência de um tributário sobre o rio principal.	10,0
		Fim	X - 289942 Y - 7704289				
5 (ARN)	Córrego Boa Esperança	Início	X - 292671 Y - 7707027	Das nascentes do córrego Boa Esperança até a confluência com o rio Novo	Mata nativa, cultivo agrícola (café) e pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal e importância regional	6,0
		Fim	X - 289942 Y - 7704289				
6 (ARN)	Rio Novo	Início	X - 289942 Y - 7704289	Da confluência do rio Novo com o córrego Boa Esperança até a confluência com o ribeirão Concórdia	Pastagem e cultivo agrícola (café)	Interferência de um tributário sobre o rio principal	5,1
		Fim	X - 292431 Y - 7701092				
7 (ARN)	Ribeirão Concórdia	Início	X - 296228 Y - 7710739	Das nascentes do ribeirão Concórdia até a confluência com o rio Novo	Pastagem, cultivo agrícola (café) e mata nativa	Interferência de um tributário sobre o rio principal e importância regional	13,2
		Fim	X - 292427 Y - 7701066				
8 (MRN)	Rio Novo	Início	X - 292427 Y - 7701066	Da confluência do rio Novo com o ribeirão Concórdia até a confluência com o córrego Pau D'Alho	Pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal	20,5
		Fim	X - 297417 Y - 7689294				

Trecho/ (UP)	Corpo hídrico	Coordenadas		Descrição do início e término	Principais usos do solo no entorno do trecho	Critério de segmentação	Extensão (km)
9 (MRN)	Córrego São Caetano	Início	X - 302185 Y - 7696045	Das nascentes do córrego São Caetano até a confluência com o córrego São Vicente de Baixo	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água, mancha urbana e importância regional	6,2
		Fim	X - 298699 Y - 7691830				
10 (MRN)	Córrego São Vicente de Baixo	Início	X - 297929 Y - 7695043	Das nascentes do córrego São Vicente de Baixo até a confluência com o córrego São Caetano	Pastagem e mata nativa	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água, mancha urbana e importância regional	4,9
		Fim	X - 298699 Y - 7691830				
11 (MRN)	Córrego Pau d'alho	Início	X - 298699 Y - 7691830	Da confluência dos córregos São Vicente de Baixo e São Caetano até a confluência com o rio Novo	Pastagem e área edificada	Interferência de um tributário sobre o rio principal	3,8
		Fim	X - 297417 Y - 7689294				
12 (MRN)	Rio Novo	Início	X - 297417 Y - 7689294	Da confluência do rio Novo com o córrego Pau D'Alho até o limite entre as UPs Médio Rio Novo e Baixo Rio Novo	Pastagem	Unidade de planejamento	0,8
		Fim	X - 298204 Y - 7689064				
13 (BRN)	Rio Novo	Início	X - 298204 Y - 7689064	Do limite entre as UPs Médio Rio Novo e Baixo Rio Novo até a confluência com o ribeirão São Francisco	Pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal	9,8
		Fim	X - 307717 Y - 7689304				
14 (BRN)	Ribeirão São Francisco	Início	X - 306112 Y - 7695162	Das nascentes do ribeirão São Francisco até a confluência com o rio Novo	Pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal e importância regional	9,7
		Fim	X - 307717 Y - 7689304				
15 (BRN)	Rio Novo	Início	X - 307717 Y - 7689304	Da confluência do rio Novo com o ribeirão São Francisco até a confluência com o rio Iconha	Pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal	10,5
		Fim	X - 315747 Y - 7693987				
16 (BRI)	Rio Itapoama	Início	X - 297104 Y - 7701226	Das nascentes do rio Itapoama até a estação de monitoramento de qualidade da água RN05 (Rede Complementar)	Pastagem e cultivo agrícola (café)	Ponto de amostragem da qualidade da água	16,6
		Fim	X - 308578 Y - 7697353				

Trecho/ (UP)	Corpo hídrico	Coordenadas		Descrição do início e término	Principais usos do solo no entorno do trecho	Critério de segmentação	Extensão (km)
17 (BRI)	Rio Itapoama	Início	X - 308578 Y - 7697353	Da estação de monitoramento de qualidade da água RN05 (Rede Complementar) até a confluência com o rio Iconha	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	5,5
		Fim	X - 312895 Y - 7696754				
18 (ARI)	Ribeirão Inhaúma	Início	X - 298847 Y - 7703232	Das nascentes do ribeirão Inhaúma até a confluência com os ribeirões Monte Alegre e São Pedro	Pastagem e cultivo agrícola (café).	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	7,4
		Fim	X - 304026 Y - 7706643				
19 (ARI)	Ribeirão Monte Alegre	Início	X - 300233 Y - 7708918	Da confluência com o córrego Rodeio até a confluência com os ribeirões Inhaúma e São Pedro	Pastagem e cultivo agrícola (café)	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	4,9
		Fim	X - 304026 Y - 7706643				
20 (ARI)	Ribeirão São Pedro	Início	X - 303733 Y - 7712793	Das nascentes do ribeirão São Pedro até a confluência com os ribeirões Inhaúma e Monte Alegre	Pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	7,3
		Fim	X - 304026 Y - 7706643				
21 (ARI)	Rio Iconha	Início	X - 304026 Y - 7706643	Da confluência dos ribeirões Inhaúma, Monte Alegre e São Pedro até a confluência do rio Iconha com o ribeirão Campinho	Cultivos agrícolas (café e banana) e pastagem	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água	4,7
		Fim	X - 307490 Y - 7704552				
22 (ARI)	Ribeirão Campinho	Início	X - 305227 Y - 7712474	Das nascentes do ribeirão Campinho até a confluência com o rio Iconha	Pastagem e cultivos agrícolas (banana e café)	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água e importância regional	10,1
		Fim	X - 307490 Y - 7704552				
23 (ARI)	Rio Iconha	Início	X - 307490 Y - 7704552	Da confluência do rio Iconha com o ribeirão Campinho até o limite entre as UPs Alto Rio Iconha e Baixo Rio Iconha	Cultivo agrícola (café) e pastagem	Unidade de planejamento e mancha urbana	3,1
		Fim	X - 309109 Y - 7702785				
24 (ARI)	Córrego Pedra Lisa	Início	X - 309807 Y - 7710687	Das nascentes do córrego Pedra Lisa até a confluência com o rio Iconha	Pastagem e cultivo agrícola (banana)	Interferência de um tributário sobre outro corpo d'água e importância regional	8,5
		Fim	X - 308147 Y - 7704285				
25 (BRI)	Rio Iconha	Início	X - 309109 Y - 7702785	Do limite entre as UPs Alto Rio Iconha e Baixo Rio Iconha até a confluência com	Pastagem, cultivo agrícola (café) e área edificada	Interferência de um tributário sobre outro	9,0

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 - 312895 Y - 7696754	o rio Itapoama		corpo d'água e mancha urbana	
26 (BRI)	Rio Iconha	Início	X - 312895 Y - 7696754	Da confluência do rio Iconha com o rio Itapoama até a confluência com o rio Novo	Pastagem	Interferência de um tributário sobre o rio principal	4,0
		Fim	X - 315747 Y - 7693987				
27 (BRN)	Rio Iconha	Início	X - 315747 Y - 7693987	Da confluência do rio Iconha com o rio Novo até a foz do rio Iconha	Área edificada e pastagem	[1]	7,5
		Fim	X 321224 Y - 7694147				
28 (BRN)	Lagoa Guanandy	Centr o da lagoa	X - 310329 Y - 7684099	Toda a lagoa Guanandy	Restinga	Unidade de conservação e importância regional	12 [2]

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Legenda: ARN – Alto Rio Novo; MRN – Médio Rio Novo; BRN – Baixo Rio Novo; ARI – Alto Rio Iconha; BRI – Baixo Rio Iconha.

[1] Foz da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

[2] 12 km de perímetro e cerca de 70 hectares de lâmina d'água.

A seguir, são apresentadas fotografias (Figura 3.1 a Figura 3.10) que ilustram alguns dos trechos enquadrados na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Figura 3.1 - Cachoeira do Caiado, localizada no Rio Novo – trecho 1.



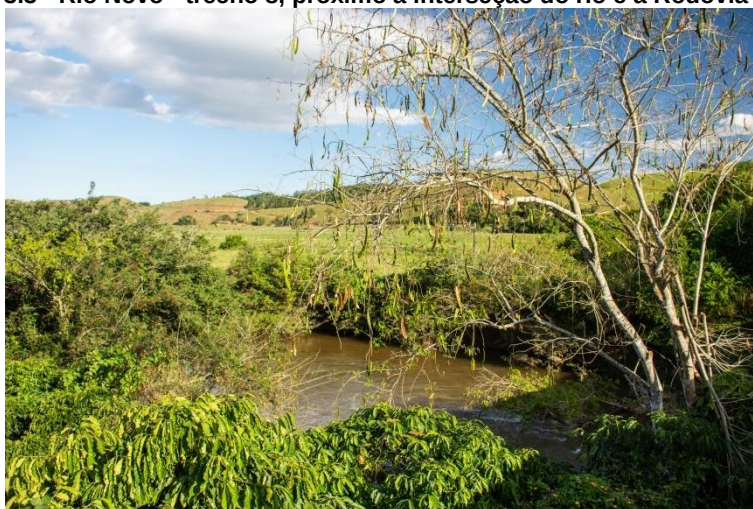
Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.2 - Rio Novo - Trecho 3, na sede do município de Vargem Alta.



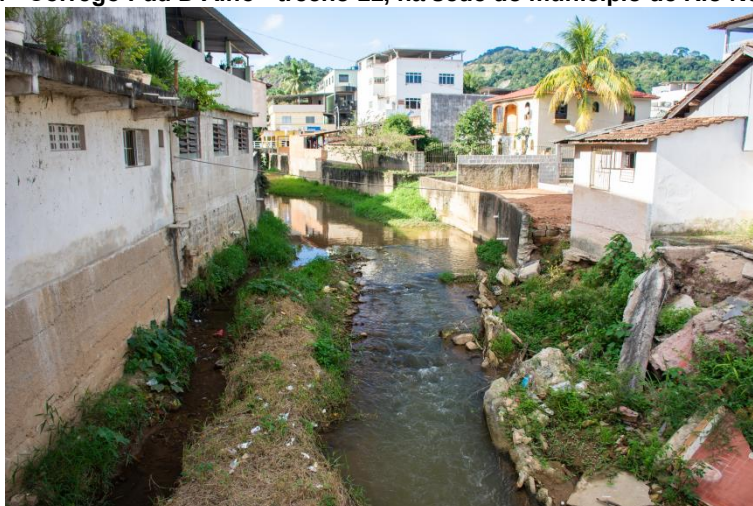
Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.3 - Rio Novo - trecho 8, próximo à interseção do rio e a Rodovia BR-101.



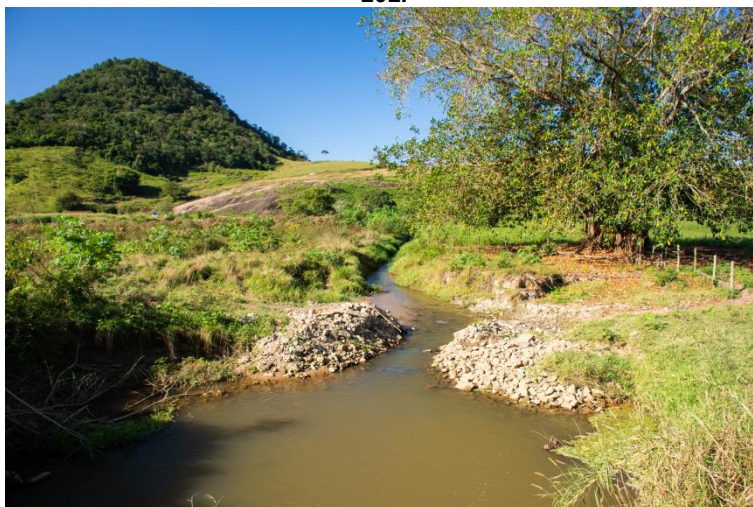
Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.4 - Córrego Pau D'Alho - trecho 11, na sede do município de Rio Novo do Sul.



Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.5 - Ribeirão São Francisco - trecho 14, próximo à interseção do ribeirão e a Rodovia BR-101.



Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.6 - Rio Itapoama - trecho 16, no ponto de amostragem da qualidade da água RN05.



Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.7 - Rio Novo - trecho 17 à margem da rodovia BR-101, na divisa entre os municípios de Iconha de Rio Novo do Sul.



Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.8 - Rio Iconha - trecho 21, na comunidade Duas Barras, município de Iconha.



Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.9 – Rio Iconha no trecho 25, na sede do município de Iconha.



Fonte: Acervo da equipe.

Figura 3.10 - Lagoa Guanandy, trecho 28.



Fonte: Acervo da equipe.

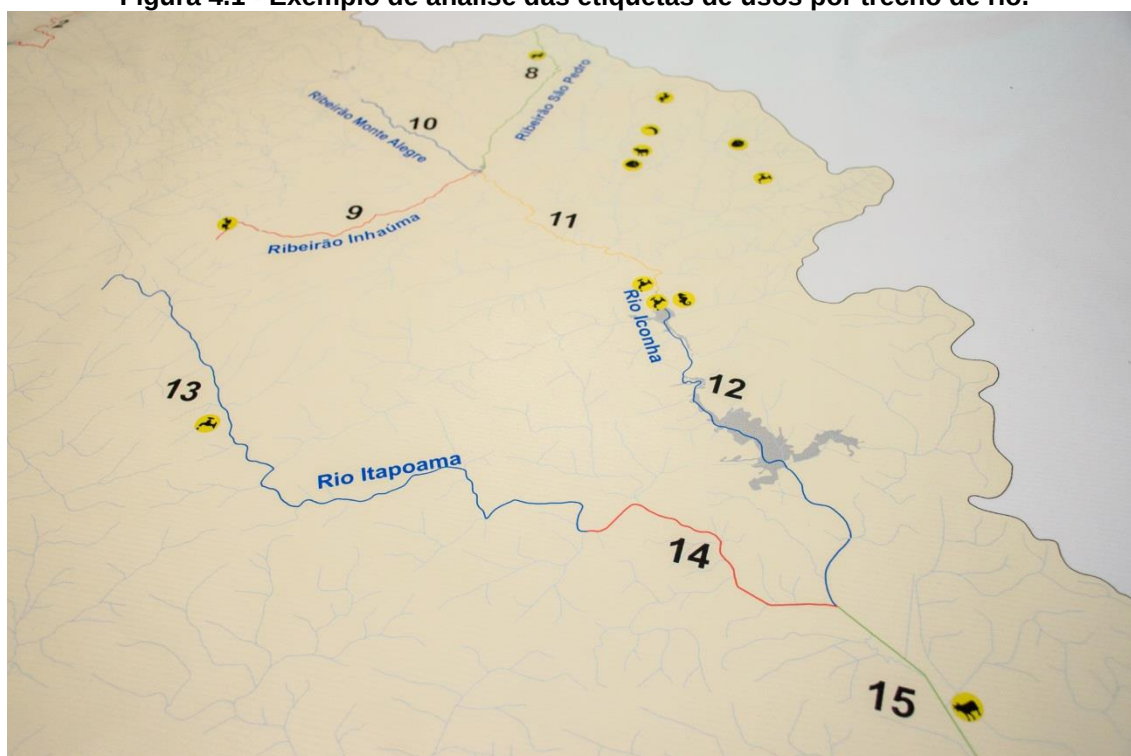
4 PRÉ-ENQUADRAMENTO

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.



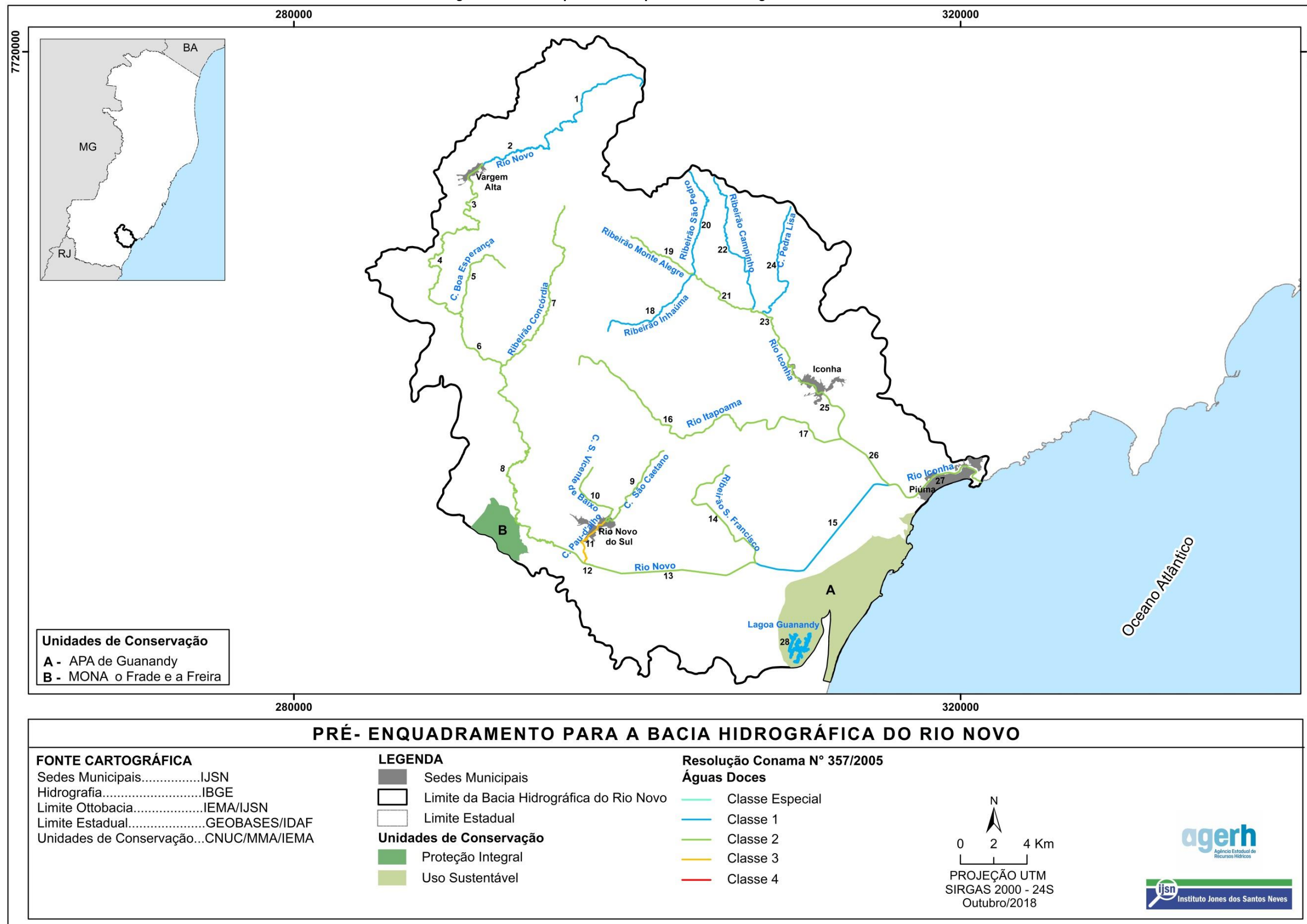
Fonte: Acervo da equipe.

A Figura 4.2 apresenta o resultado do Pré-Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Novo, 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 Etapa B - Oficina de Manifestação de Vontades da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

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



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 N° 91/2008 estabelece que devem ser definidos com base nos usos pretendidos 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, de forma a conduzir a soluções com menor custo e auxiliar na comunicação e no entendimento pelos atores envolvidos e pela população em geral.

De acordo von Sperling (2018), 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.

No Quadro 5.1 está apresentada a concentração desses parâmetros, de acordo com a classe de Enquadramento de águas doces, preconizados pela Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Quadro 5.1 - Padrões Estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005.

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 lótico (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.

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 Novo.

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

fornechos no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Ao todo foram identificadas sete captações distintas na bacia direcionadas ao abastecimento público, apresentadas no Quadro 5.2.

Quadro 5.2 - Projeções futuras para as captações de água superficiais para abastecimento público na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Município	Nome do curso d'água	Coordenadas UTM		Captação (m³/s)			
		X	Y	Atual	2021	2029	2037
Rio Novo do Sul	Córrego São Caetano	300230	7693261	0,01780	0,01782	0,01785	0,01786
Rio Novo do Sul	Córrego São Vicente de Baixo	298148	7693237	0,01780	0,01782	0,01785	0,01786
Iconha	Córrego Solidão	310537	7702239	0,00417	0,00423	0,00434	0,00439
Iconha	Nascente	304200	7709918	0,00016	0,00016	0,00017	0,00017
Vargem Alta	Nascente do Morro Branco	290588	7715291	0,00800	0,00815	0,00837	0,00847
Piúma	Rio Iconha	315829	7694548	0,16700	0,17250	0,18110	0,18488
Iconha	Rio Iconha	311603	7700037	0,03009	0,03058	0,03135	0,03169

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Em relação às informações de captação de água industrial utilizadas, estas são apresentadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Captação Industrial na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Indústria	Captação (m³/s)			
	2017	2021	2029	2037
Marmoraria Santo Antônio LTDA	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005

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 Novo.

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 Novo e foram atualizadas com os processos de outorga de lançamento disponibilizados pela AGERH. No entanto, para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo, 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 5.4 estão apresentados os valores utilizados de contribuição per capita das características quantitativas físico-químicas e biológicas típicas de esgoto sanitário predominantemente doméstico.

Quadro 5.4 - 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 ⁹

Fonte: von Sperling (2007)

Os valores apresentados no Quadro 5.4 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 5.5 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 5.5 - Cargas unitárias adotadas para os tipos de uso do solo das bacias (kg/km²/dia).

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

^[1] NMP/km²/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.

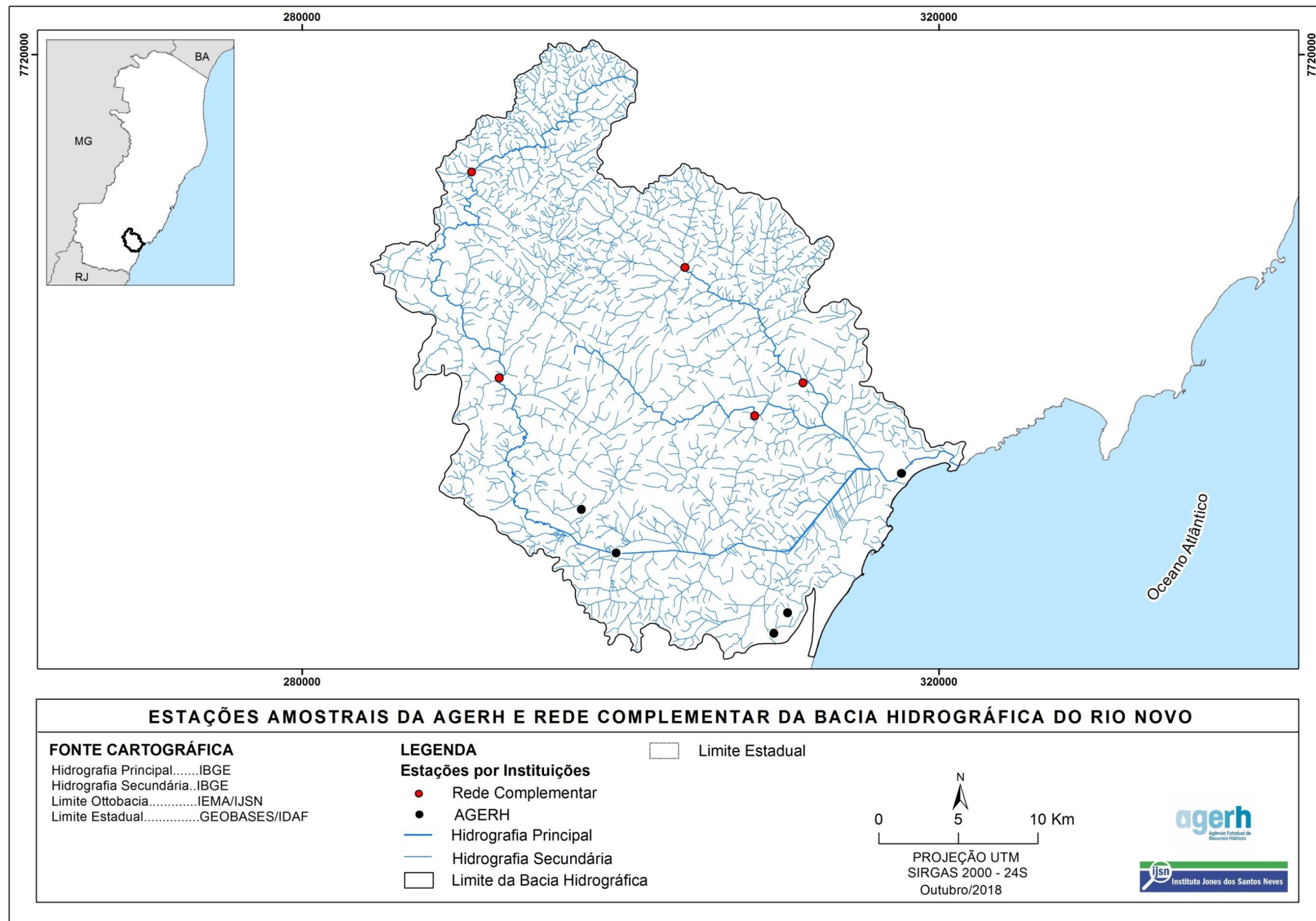
A calibração do modelo foi realizada com base nos dados experimentais das estações de monitoramento da AGERH e da Rede Complementar. Das estações da AGERH foram retiradas para cada parâmetro, o valor máximo de concentração, percentil 75, mediana, percentil 25 e mínimos. A calibração do modelo teve por 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 Novo possui 5 estações de amostragem da Rede Complementar, 5 estações de monitoramento mantidas pela AGERH e 6 pela ANA, totalizando 16 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 Novo.

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 Novo, 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 quatro 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 irrigação e à indústria, bem como 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 Novo, bem como os planos, programas e projetos existentes para as bacias. 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 neste Plano, 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 Novo 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 Novo.

Município	ETE	População do Município ^[1]				Localidade atendida	Eficiência DBO (%)	Vazão tratada (m³/s)			
		Atual	2021	2029	2037			Atual	2021	2029	2037
Iconha	ETE Bom Destino	12.980	13.192	13.523	13.669	Bom Destino, Crubixá	86,5	0,00101	0,00102	0,00105	0,00106
	ETE Duas Barras	12.980	13.192	13.523	13.669	Duas Barras	82,5	0,0005	0,00051	0,00052	0,00053
	ETE Esplanada	12.980	13.192	13.523	13.669	Esplanada	82,5	0,00023	0,00023	0,00024	0,00024
	ETE Ilha de Santo Inácio	12.980	13.192	13.523	13.669	Ilha de Santo Inácio	85,5	0,00138	0,00141	0,00144	0,00146
	ETE Ilha do Coco	12.980	13.192	13.523	13.669	Jardim da Ilha, Ilha do Coco	83,5	0,00201	0,00205	0,0021	0,00212
	ETE Monte Belo	12.980	13.192	13.523	13.669	Monte Belo	82,5	0,00033	0,00033	0,00034	0,00034
	ETE Novo Horizonte	12.980	13.192	13.523	13.669	Novo Horizonte, Bairro Santa Luzia	87,5	0,00176	0,00179	0,00183	0,00185
	ETE Vale do Sol	12.980	13.192	13.523	13.669	Vale do Sol	84,5	0,00083	0,00084	0,00086	0,00087
Piúma	ETE Piúma/Iriri	19.537	20.180	21.187	21.629	Sede	84	0,03041	0,03141	0,03298	0,03367
Rio Novo do Sul	ETE Borsoi	11.361	11.374	11.394	11.402	Loteamento Borsoi	67,5	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
	ETE São Domingos	11.361	11.374	11.394	11.402	Bairro São Domingos	67,5	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
	ETE São José	11.361	11.374	11.394	11.402	Bairro São José	67,5	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007

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 Novo.

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

Município	ETE	Concentrações de Lançamento (mg/L)								
		DBO	OD	Colif. (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Iconha	ETE Bom Destino	62,59	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Duas Barras	81,13	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Esplanada	81,13	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Ilha de Santo Inácio	67,22	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Ilha do Coco	76,49	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Monte Belo	81,13	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Novo Horizonte	57,95	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
	ETE Vale do Sol	71,86	0,00	8.585	1,55	3,61	18,03	23,18	0,00	0,00
Piúma	ETE Piúma/Iriri	37,44	0,00	4.333	0,78	1,82	9,10	11,70	0,00	0,00

Município	ETE	Concentrações de Lançamento (mg/L)								
		DBO	OD	Colif. (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Rio Novo do Sul	ETE Borsoi	123,73	0,00	7.050	1,27	2,96	14,81	19,04	0,00	0,00
	ETE São Domingos	123,73	0,00	7.050	1,27	2,96	14,81	19,04	0,00	0,00
	ETE São José	123,73	0,00	7.050	1,27	2,96	14,81	19,04	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.

Quadro 6.3 - Dados de lançamento das sedes e localidades da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Município	População ^[1]				Vazão Lançada (m³/s)			
	Atual	2021	2029	2037	Atual	2021	2029	2037
Iconha	12.980	13.192	13.523	13.669	0,00945	0,00960	0,00984	0,00995
Piúma	19.537	20.180	21.187	21.629	0,02178	0,02250	0,02362	0,02411
Rio Novo Do Sul	11.361	11.374	11.394	11.402	0,01852	0,01855	0,01858	0,01859
Vargem Alta - Sede	7.667	7.806	8.023	8.119	0,00685	0,00697	0,00717	0,00725
Vargem Alta - Jaciguá e Boa Esperança	5.158	5.252	5.398	5.463	0,00461	0,00469	0,00482	0,00488

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 Novo.

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

Município/Localidade	Concentrações de Lançamento do Efluente Bruto (mg/L)								
	DBO	OD	Colif. (NMP/100ml)	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Iconha	463,60	0,00	858.516	2,58	6,01	30,05	38,63	0,00	0,00
Piúma	233,97	0,00	433.276	1,30	3,03	15,16	19,50	0,00	0,00
Rio Novo Do Sul	380,71	0,00	705.020	2,12	4,94	24,68	31,73	0,00	0,00
Vargem Alta - Sede	699,48	0,00	1.295.337	3,89	9,07	45,34	58,29	0,00	0,00
Vargem Alta - Jaciguá e Boa Esperança	699,48	0,00	1.295.337	3,89	9,07	45,34	58,29	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

Em relação aos lançamentos industriais, foi aplicada uma taxa de crescimento de 3,6% ao ano sobre cada ponto de lançamento industrial. As informações de lançamento de efluentes industriais utilizadas estão disponíveis no Relatório Técnico da Etapa A (REA) - Diagnóstico e Prognóstico das condições de uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Novo e foram atualizadas com os processos de outorga de lançamento disponibilizados pela AGERH.

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 Novo são os trechos 3, 4, 6, 8, 12, 13, 15 no rio Novo, o trecho 11 referente ao córrego Pau D'alho e os trechos 25, 26 e 27 no rio Iconha.

Em relação ao rio Novo, os trechos 3, 4, 6 e 8 encontram-se na parte alta da bacia, localizados a jusante da sede municipal de Vargem Alta ou de alguma de suas localidades. As classes menos restritivas encontradas nos trechos em questão podem ser justificadas pela quantidade de carga doméstica proveniente da mancha urbana. Dentre os trechos citados, apenas o último possui qualidade equivalente à classe 3, os demais encontram-se com características de classe 4. Na parte baixa do rio Novo, encontram-se os trechos 12, 13 e 15 e as classes menos restritivas encontradas estão relacionadas aos lançamentos provenientes do município de Rio Novo do Sul.

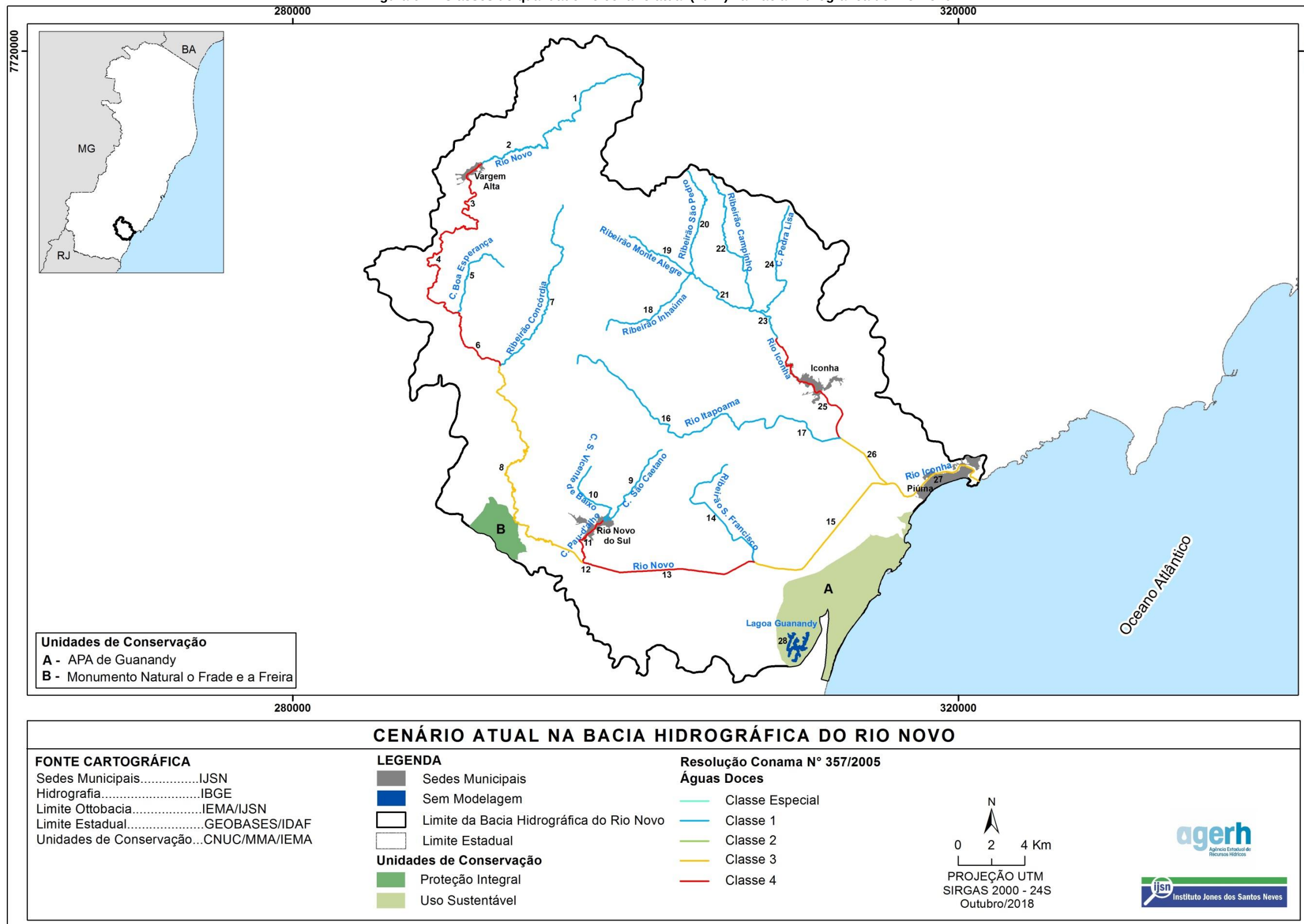
Em relação ao rio Iconha, as classes de qualidade menos restritivas encontradas nos trechos 25 e 26 podem ser associadas aos lançamentos de efluentes originários da sede municipal de Iconha. Já no trecho 27, a classe de qualidade encontrada está relacionada aos lançamentos de todas as sedes municipais e localidades a montante.

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: 2, 5, 7, 9, 10, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24, apresentaram características de rios classe 1.

Figura 6.1 - Classes de qualidade no cenário atual (2017) na Bacia Hidrográfica do Rio Novo.



Fonte: Elaborada 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 Nº 357/2005, conforme os valores calculados pelo modelo na vazão Q_{90} no cenário futuro tendencial (2037).

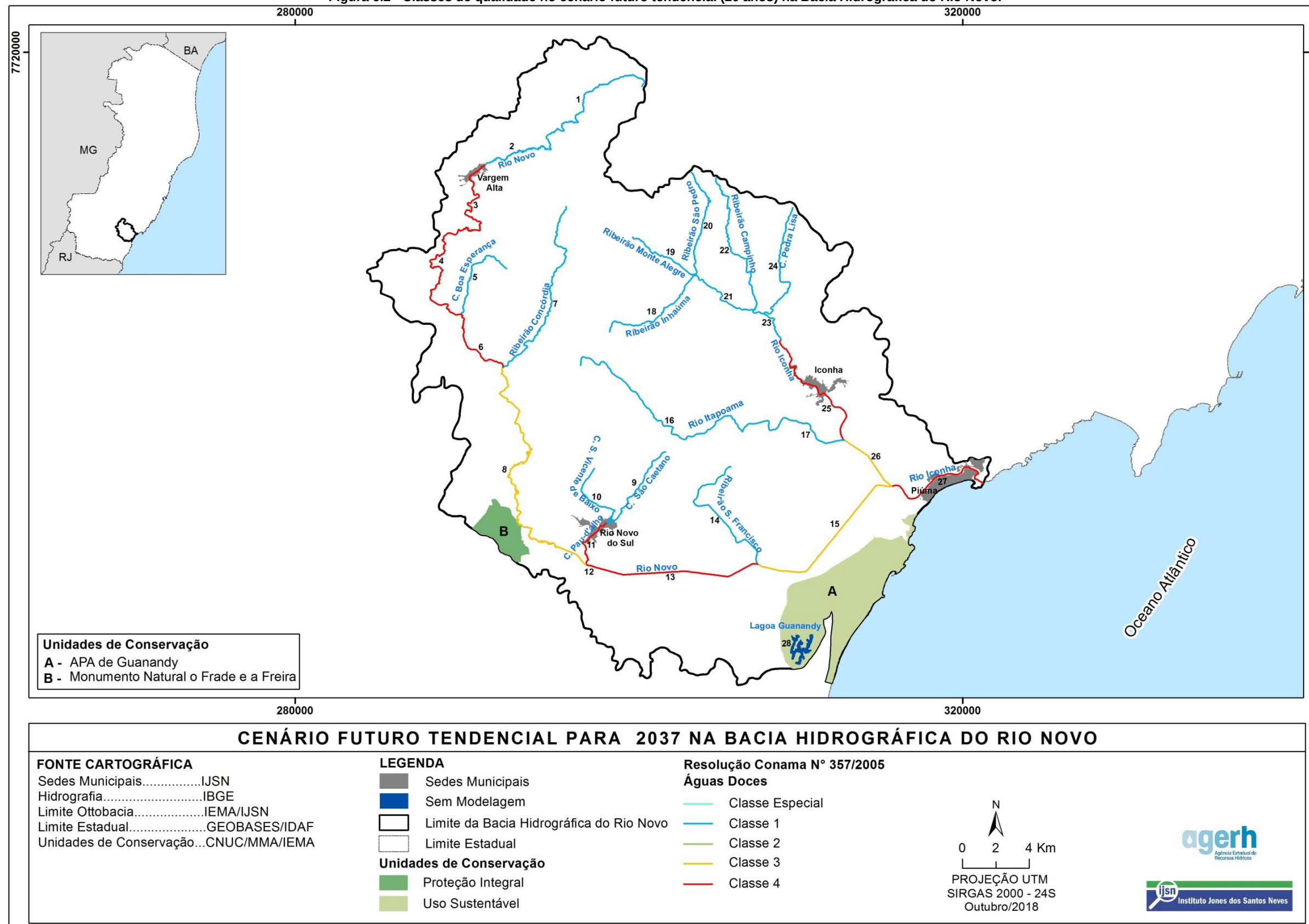
Na comparação entre o cenário atual e o tendencial verifica-se a piora da qualidade do rio Iconha em função do crescimento populacional dos municípios de Iconha e Piúma, junto à foz. Os demais trechos não tiveram sua classificação alterada, o que pode ser justificado pelo fato de que determinados trechos são mais influenciados pelas cargas difusas, não contabilizadas no cenário de Q_{90} . Além disso, pode-se justificar a manutenção das classes do cenário atual no cenário tendencial pela ausência de informações de projetos futuros de melhorias ligados a outros lançamentos que não do esgotamento sanitário.

A maior parte da bacia não apresenta problemas de prognóstico de qualidade da água para efeitos de enquadramento quando se considera as cargas domésticas como fonte de cargas poluidoras. Pode-se notar 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 Novo.



Fonte: Elaborada pela equipe técnica.

7 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO

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 28 trechos de rio na Bacia Hidrográfica do Rio Novo, a qual foi apresentada, discutida amplamente e acordada na Oficina de Enquadramento e Plano de Ações, realizada no dia 13/08/2018. Maiores detalhes da oficina supracitada estão disponíveis no Relatório das Etapas B e C - Oficinas de Enquadramento e Plano de Ações.

Dos 28 trechos trabalhados nessa proposta de enquadramento, 11 são classificados como classe 1, 13 como classe 2, 03 como classe 3 e 01 como classe 4.

A Proposta de Enquadramento obtida na Oficina de Enquadramento e Plano de Ações da Bacia Hidrográfica do Rio Novo 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 Novo.

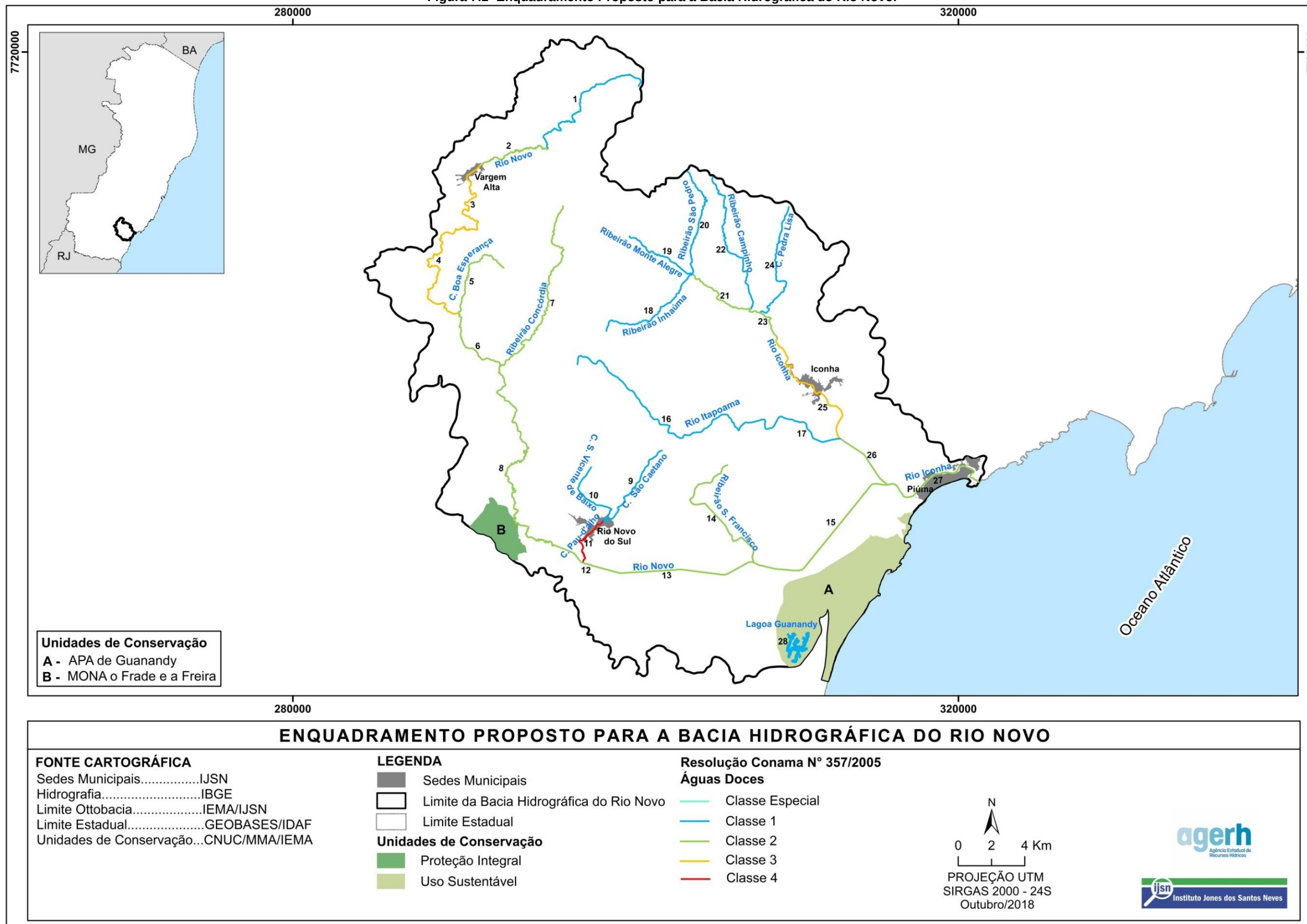
Os perfis de concentração para os parâmetros ambientais simulados no cenário futuro tendencial (2037), considerando intervenções para alcance do Enquadramento estão apresentados no Anexo C.

Quadro 7.1 – Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Trecho	Nome do corpo hídrico	Enquadramento Proposto
1	Rio Novo	1
2	Rio Novo	2
3	Rio Novo	3
4	Rio Novo	3
5	Córrego Boa Esperança	2
6	Rio Novo	2
7	Ribeirão Concórdia	2
8	Rio Novo	2
9	Córrego São Caetano	1
10	Córrego São Vicente de Baixo	1
11	Córrego Pau-d'alho	4
12	Rio Novo	2
13	Rio Novo	2
14	Ribeirão São Francisco	2
15	Rio Novo	2
16	Rio Itapoama	1
17	Rio Itapoama	1
18	Ribeirão Inhaúma	1
19	Ribeirão Monte Alegre	1
20	Ribeirão São Pedro	1
21	Rio Iconha	2
22	Ribeirão Campinho	1
23	Rio Iconha	2
24	Córrego Pedra Lisa	1
25	Rio Iconha	3
26	Rio Iconha	2
27	Rio Iconha	2
28	Lagoa Guanandy	1

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura 7.1- Enquadramento Proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo.



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, encaminhados 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.

Cabe destacar que o modelo matemático utilizado avalia o decaimento de parâmetros ambientais em ambientes lóticos, e, portanto, somente o trecho 28, o qual se refere à lagoa Guanandy, não foi contemplado na modelagem. Utilizou-se para este corpo hídrico, o resultado do Pré-enquadramento e o monitoramento da qualidade de água da lagoa (duas estações da AGERH e duas estações da ANA) para a análise sobre o Enquadramento.

Dos rios analisados, somente o Córrego Pau-d'alho, a jusante da sede municipal de Rio Novo do Sul, foi Enquadrado em classe 4, visto a inviabilidade de se alcançar a meta de Pré-enquadramento com as intervenções de esgotamento sanitário simuladas. Assim sendo, considera-se que devem ser feitos estudos no sentido de se encontrar outro corpo receptor para os efluentes sanitários do município de Rio Novo do Sul, ou considerar outros tipos de disposição final dos efluentes, como o reuso.

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 Novo. 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 Novo.

Metas Progressivas							
Município	Trecho	4 anos		12 anos		20 anos	
		Classe	População atendida (rede de coleta)	Classe	População atendida (rede de coleta)	Classe de enquadramento	População atendida (rede de coleta)
Vargem Alta	1	1	0	1	6818	1	12903
	2	1		1		2	
	3	4		3		3	
	4	4		4		3	
	5	1		1		2	
	6	4		3		2	
	7 ^[1]	1		1		2	
	8 ^[1]	3		3		2	
Rio Novo do Sul	9	1	0	1	9193	1	10832
	10	1		1		1	
	11 ^[1]	4		4		4	
	12 ^[1]	4		3		2	
	13 ^[1]	4		3		2	
	14 ^[1]	1		1		2	
	16 ^[1]	1		1		1	
Iconha	17 ^[1]	1	6068	1	11630	1	12986
	18	1		1		1	
	19	1		1		1	
	20	1		1		1	
	21	1		1		2	
	22	1		1		1	
	23	1		1		2	
	24	1		1		1	
	25	4		3		3	
Piúma	15 ^[1]	3	11759	2	16583	2	20677
	26 ^[1]	3		3		2	
	27	3		2		2	
Lagoa Guanandy	28						

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 enquadramento	Concentrações do Lançamento em 2037 (mg/L)								
		2029	2037		DBO	OD	Coliformes ^[2]	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Iconha	ETE Bom Destino	0,0020	0,0022	1.623	62,6	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Duas Barras	0,0010	0,0011	812	81,1	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Esplanada	0,0004	0,0005	365	81,1	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Ilha de Santo Inácio	0,0027	0,0030	2.232	67,2	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Ilha do Coco	0,0039	0,0044	3.246	76,5	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Monte Belo	0,0006	0,0007	528	81,1	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Novo Horizonte	0,0034	0,0038	2.841	57,9	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
	ETE Vale do Sol	0,0016	0,0018	1.339	71,9	0,0	8.585	1,5	3,6	18,0	23,2	0,0	0,0
Piúma	ETE Piúma/Iriri	0,0443	0,0552	20.677	37,4	0,0	4.333	0,8	1,8	9,1	11,7	0,0	0,0
Rio Novo do Sul	ETE Borsoi	0,0033	0,0039	2.395	19,0	0,0	705	0,8	2,0	12,3	15,9	0,0	0,0
	ETE São Domingos	0,0033	0,0039	2.395	19,0	0,0	705	0,8	2,0	12,3	15,9	0,0	0,0
	ETE São José	0,0084	0,0099	6.041	19,0	0,0	705	0,8	2,0	12,3	15,9	0,0	0,0
Vargem Alta	ETE Vargem Alta ^[1]	0,0000	0,0069	7.713	139,9	0,0	12.953	2,3	5,4	27,2	35,0	0,0	0,0
Vargem Alta - Jaciguá /Boa Esperança	ETE - Jaciguá/Boa Esperança ^[1]	0,0000	0,0046	5.190	139,9	0,0	12.953	2,3	5,4	27,2	35,0	0,0	0,0

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

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

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

^[2] NMP/100ml.

Quadro 8.4 - Lançamentos brutos remanescentes nas sedes municipais e localidades.

Município	População		Vazão Bruta Lançada (m³/s)		Concentrações do Lançamento do Efluente Bruto (mg/L)								
	2029	2037	2029	2037	DBO	OD	Coli ^[1]	P. org.	P. inorg.	N. org.	Amônia	Nitrito	Nitrato
Iconha	13.523	13.669	0,00255	0,00092	463,60	0,00	858516	2,58	6,01	30,05	38,63	0,00	0,00
Piúma	21.187	21.629	0,01230	0,00289	233,97	0,00	433276	1,30	3,03	15,16	19,50	0,00	0,00
Rio Novo do Sul	11.394	11.402	0,00361	0,00094	380,71	0,00	705020	2,12	4,94	24,68	31,73	0,00	0,00
Vargem Alta - sede	8.023	8.119	0,00717	0,00036	699,48	0,00	1295337	3,89	9,07	45,34	58,29	0,00	0,00
Vargem Alta - Jaciguá e Boa Esperança	5.398	5.463	0,00482	0,00024	699,48	0,00	1295337	3,89	9,07	45,34	58,29	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

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

^[1] NMP/100ml.

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 sugeridos 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.

No Quadro 9.1 é apresentado o resumo das intervenções de esgotamento sanitário sugeridas por este Plano para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo, após as simulações com o modelo matemático de qualidade de água.

Quadro 9.1 - Intervenções em Esgotamento sanitário para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo para alcance das metas de Enquadramento.

Município	Estações de Tratamento de Efluentes	Eficiência para o alcance do Enquadramento (%)			Índice de coleta e Tratamento (%)	
		DBO	Fósforo	Coliforme	Atual ^[2]	Enq./20 Anos ^[3]
Vargem Alta	ETE Vargem Alta ^[1]	95	60	99,99	0	95
	ETE Jaciguá Boa Esperança ^[1]	80	40	99,9		
Rio Novo do Sul	ETE Borsoi	95	60	99,99	0	95
	ETE São Domingos	95	60	99,99		
	ETE São José	95	60	99,99		
Iconha	ETE Bom Destino	86,5	40	99,9	46	95
	ETE Duas Barras	82,5	40	99,9		
	ETE Esplanada	82,5	40	99,9		
	ETE Ilha de Santo Inácio	85,5	40	99,9		
	ETE Ilha do Coco	83,5	40	99,9		
	ETE Monte Belo	82,5	40	99,9		
	ETE Novo Horizonte	87,5	40	99,9		
	ETE Vale do Sol	84,5	40	99,9		
Piúma	ETE Piúma/Iriri	84	40	99,9	58	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 Novo, considerando os municípios que possuem trechos a serem enquadrados, dois destes ainda não possuem coleta e tratamento de esgoto, gerando uma significativa carga remanescente de DBO e um grande motivo de preocupação. Os municípios de Vargem Alta e Rio Novo do Sul lançam os efluentes brutos no rio Novo e no córrego Pau d'álho, respectivamente, sendo o principal motivo de degradação da qualidade da água da bacia. O município de Piúma apresenta a maior taxa de coleta e tratamento, 58% e encontra-se acima da média do Estado (46%), de acordo com o Atlas Esgoto – Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017).

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

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
Vargem Alta	SAAE- Serviço Autônomo de Água e Esgoto	ETE Vargem Alta	[3]	Lodo Ativado Convencional +Filtração Terciária ^[1]
		ETE Jaciguá Boa Esperança	[3]	Lagoa facultativa + infiltração lenta ^[1]
				Tanque Séptico + infiltração ^[1]
				Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação ^[1]
Rio Novo do Sul	Companhia Espírito-Santense de Saneamento	ETE Borsoi	Reator UASB	Infiltração lenta ^[2]
		ETE São Domingos		
		ETE São José		
Iconha	SAAE-Serviço Autônomo de Água e Esgoto	ETE Bom Destino	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	[4]
		ETE Duas Barras		
		ETE Esplanada		
		ETE Ilha de Santo Inácio		
		ETE Ilha do Coco		
		ETE Monte Belo		
		ETE Novo Horizonte		
		ETE Vale do Sol		
Piúma	Companhia Espírito-Santense de Saneamento	ETE Piúma/Iriri	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	[4]

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 complementação ao sistema de tratamento de efluente existente.

^[3] Ausência de sistema de tratamento de efluente no município.

^[4] Manutenção do sistema de tratamento de efluente existente;

Para a adequação das ETEs sugeridas, a fim de alcançar a meta de Enquadramento, são apresentadas duas opções de sistema de tratamento de esgoto, que deverão ser estudadas e definidas 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: 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, 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). As ações para controle da poluição difusa devem ser consideradas no Relatório Etapa C (REC) - Plano de Ações.

10 CUSTOS PARA A EFETIVAÇÃO DO PROGRAMA 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) ^[1]				
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).

^[1] 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 Novo.

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 da população tratada (habitantes) ^[1]	Total (R\$)
Vargem Alta – Sede	0,95	7.713	9.379.685,84
Vargem Alta - Jaciguá e Boa Esperança	0,95	5.190	6.311.272,79
Rio Novo do Sul	0,95	10.832	13.172.456,95
Iconha	0,95	6.698	8.145.072,78
Piúma	0,95	8.003	9.731.959,90

Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

^[1] 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 Facultativa+ Lagoa de Maturação	80 – 85	> 50	03 – 05	200 – 370
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 Novo, 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	Orçamentação (R\$)
Vargem Alta	ETE Vargem Alta	[3]	Lodo Ativado Convencional + Filtração Terciária [1]	7.313	3.290.850,00
			Lagoa facultativa + infiltração lenta [1]		2.632.680,00
	ETE Jaciguá Boa Esperança	[3]	Tanque Séptico + infiltração [1]	5.190	1.297.500,00
			Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa+ Lagoa de maturação [1]		1.920.300,00
Rio Novo do Sul	ETE Borsoi	Reator UASB	Infiltração lenta [2]	2.395	479.000,00
	ETE São Domingos			2.395	479.000,00
	ETE São José			6.041	1.208.200,00
Iconha	ETE Bom Destino	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	[4]	1.623	[5]
	ETE Duas Barras			812	[5]
	ETE Esplanada			365	[5]
	ETE Ilha de Santo Inácio			2.232	[5]
	ETE Ilha do Coco			3.246	[5]
	ETE Monte Belo			528	[5]
	ETE Novo Horizonte			2.841	[5]
	ETE Vale do Sol			1.339	[5]
Piúma	ETE Piúma/Iriri	Lagoa anaeróbia + lagoa	[4]	20.677	[5]

Município	Estações de Tratamento de Efluentes	Tipo de Tratamento Existente	Tipo de Tratamento Sugerido	População	Orçamentação (R\$)
		facultativa			

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 existente.

[3] Ausência de sistema de tratamento de efluente no município.

[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.

No município de Vargem Alta, é necessário o investimento em sistemas de tratamento mais eficientes, com maior percentual de remoção de carga orgânica, como o Lodo Ativado Convencional em conjunto com Filtração Terciária ou Lagoa Facultativa em conjunto com Infiltração Lenta, devido à necessidade de atingir a meta de qualidade proposta. No entanto, outros sistemas de tratamento, como Tanque Séptico em conjunto com Infiltração ou Lagoa Anaeróbia seguido de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação podem ser considerados, pois também podem atender à necessidade do município.

Ademais, no município de Rio Novo do Sul há a necessidade de complementar o sistema de tratamento existente, sendo sugerido 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 em questão, assunto tratado no Relatório Etapa C (REC) - Plano de Ações.

10.1 INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO

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.

Dentre os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Novo, os PMSBs de três deles 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), sendo eles: Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta. Os demais municípios da bacia, Iconha e Itapemirim, também possuem os PMSB concluídos.

Os PMSBs de Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta, 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 supracitados.

O Quadro 10.5 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 Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta.

Quadro 10.5 - Síntese dos custos estimados para Esgotamento Sanitário em Piúma, Rio Novo do Sul e Vargem Alta.

Município	Esgotamento Sanitário			
	Área urbana		Área rural	
	Custos Estimados (R\$)	Ano Limite	Custos Estimados (R\$)	Ano Limite
Piúma	15.866.857,20	2038	245.000,00	2038
Rio Novo do Sul	6.555.000,00	2038	255.000,00	2024
Vargem Alta	2.020.000,00	2038	3.250.000,00	[1]

Fonte: PMSB de Piúma (2018); PMSB de Rio Novo do Sul (2018); PMSB de Vargem Alta, (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.

Em relação ao PMSB de Iconha, o mesmo contempla um horizonte de 20 anos (2014 a 2033) e prevê dezesseis projetos, destacando-se o projeto “Peixe Vivo”, cujo objetivo é proteger os mananciais de Iconha da poluição causada pelo uso abusivo de agrotóxicos e lançamento de poluentes nos corpos d’água. Este projeto abrange a área de esgotamento sanitário necessária para atingir as metas de qualidade de água dos corpos de água do município e possui um orçamento previsto de R\$ 4.228.500,00. Além disso, segundo os indicadores para monitoramento e avaliação do Plano de Saneamento Básico de Iconha, no ano de 2033, 100% dos domicílios estarão ligados à rede coletora de esgoto e 100% do esgoto coletado será tratado, em domicílios urbanos.

Já o PMSB do Município de Itapemirim, prevê universalizar o atendimento com esgotamento sanitário e tratamento dos esgotos em 100%. O período considerado está relacionado com um horizonte de planejamento de 20 anos, nesse caso entre 2016 e 2035. O montante dos

investimentos previstos para o sistema de esgotamento sanitário é da ordem de R\$ 245,8 milhões.

11 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). **Diagnóstico e prognóstico das condições de uso da água na bacia hidrográfica do Rio Novo. Relatório Etapa A.** Vitória, 2018. Disponível em: https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Rio%20Novo/REA_DiagnosticoPrognostico_CBH%20RioNovo.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/porta/ANA/todos-os-documentos-do-porta/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.

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. 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. Acesso em 24 de janeiro de 2019.

Brites, A. P. Z.; Przybysz, L. C. B. ; Marin, M. C. F. C.; Yazaki, L. F. O.; Fernandes, C. V. S.; Porto, M. F. A. (2007). **Utilização das Funções de Custos para Análise de Medidas de Despoluição Hídrica.** In XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo – SP.

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. 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**. 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

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.

ITAPEMIRIM. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Itapemirim: 2017. 214 p. Disponível em <http://www3.itapemirim.es.leg.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/C2002017.html>. 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.

PIÚMA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Piúma: 2018. 162 p. Disponível em <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/piu/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-PIU-01.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

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. **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. 2007. (FINEP/ CT-HIDRO). Projeto concluído.

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.

RIO NOVO DO SUL. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Rio Novo do Sul: 2018. 164 p. Disponível em <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/rns/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-RNS-03.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

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

VARGEM ALTA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Vargem Alta: 2018. 164 p. Disponível <http://saneamentomunicipal.com/dpd-ftp/val/Produto%20K%20-%20PMSB/2018-ES-PMSB-VAL-01.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.

ANEXO A - PARÂMETROS E SEUS RESPECTIVOS VALORES CALIBRADOS UTILIZADOS NA MODELAGEM

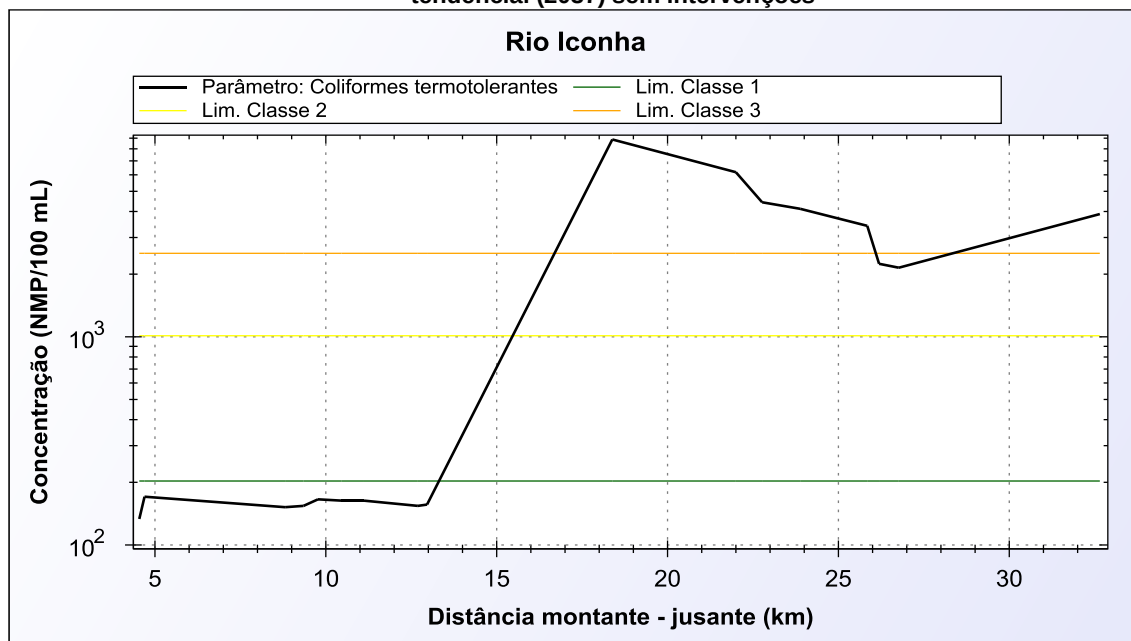
Quadro A 1 - Parâmetros e valores calibrados para a Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Parâmetro	Descrição	Valor Calibrado
Kd (deep)	Coeficiente de decomposição DBO	0,5
Kd (shallow)	Coeficiente de decomposição DBO	0,85
Vsmo (m/d)	Velocidade de sedimentação da matéria orgânica	0,25
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	0,02
Vspi (m/d)	Velocidade sedimentação fósforo inorgânico	0,02
Koa	Taxa conversão de 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.

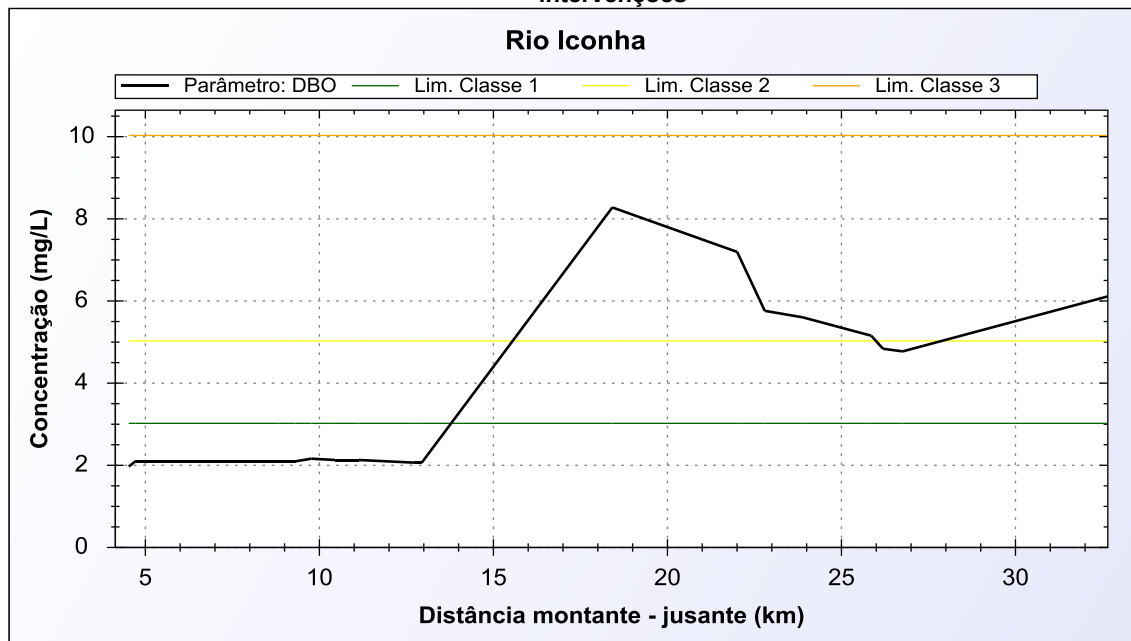
ANEXO B - PERFIS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO, NA VAZÃO Q_{90} , NO CENÁRIO FUTURO TENDENCIAL (2037) SEM INTERVENÇÕES.

Figura A- 1- Perfil de Concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Iconha no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções



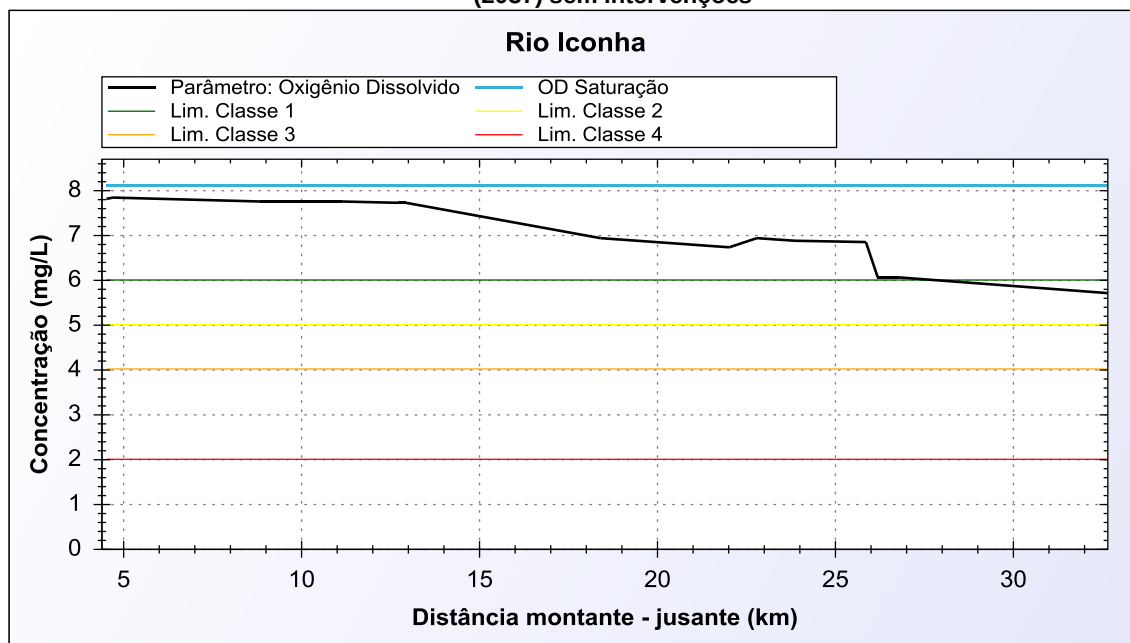
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 2- Perfil de Concentração de DBO no rio Iconha no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções



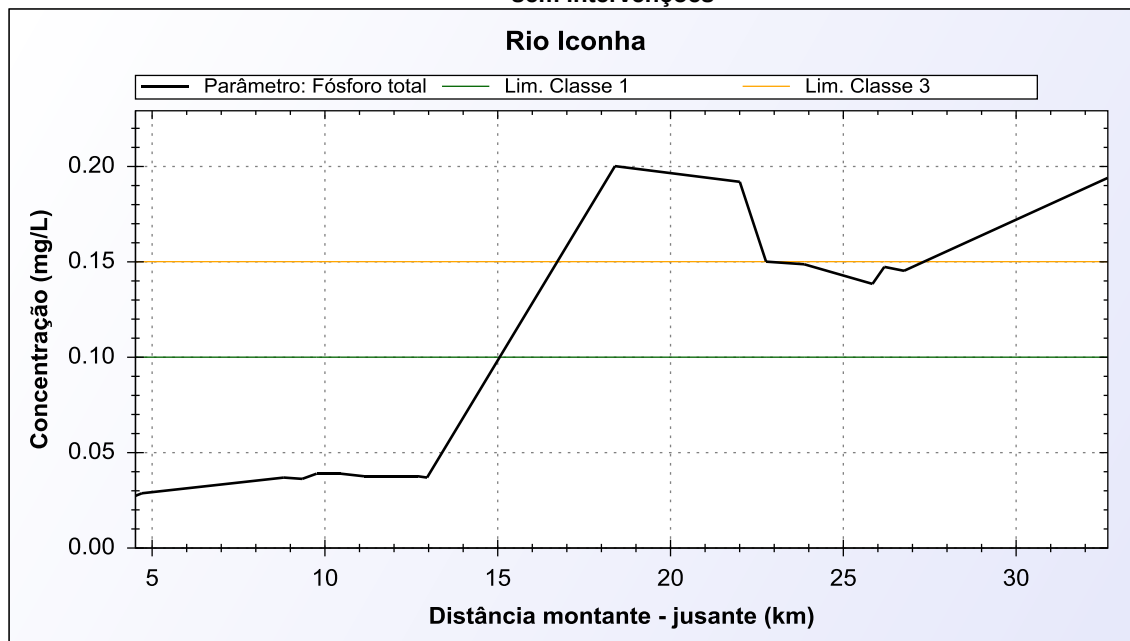
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 3- Perfil de Concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Iconha no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções



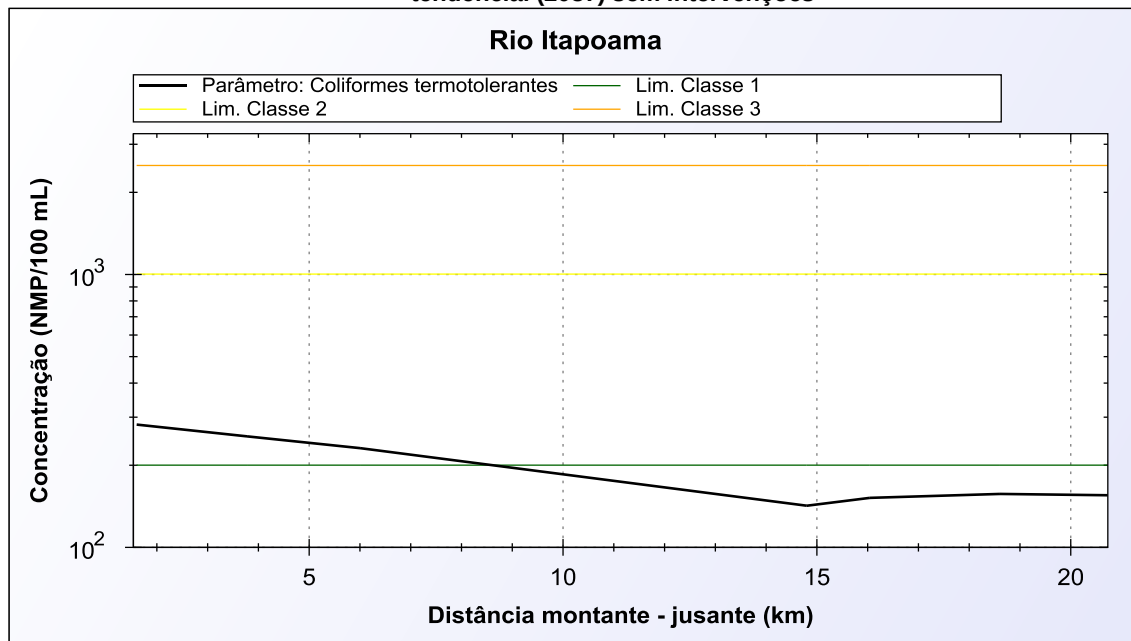
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 4- Perfil de Concentração de Fósforo Total no rio Iconha no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções



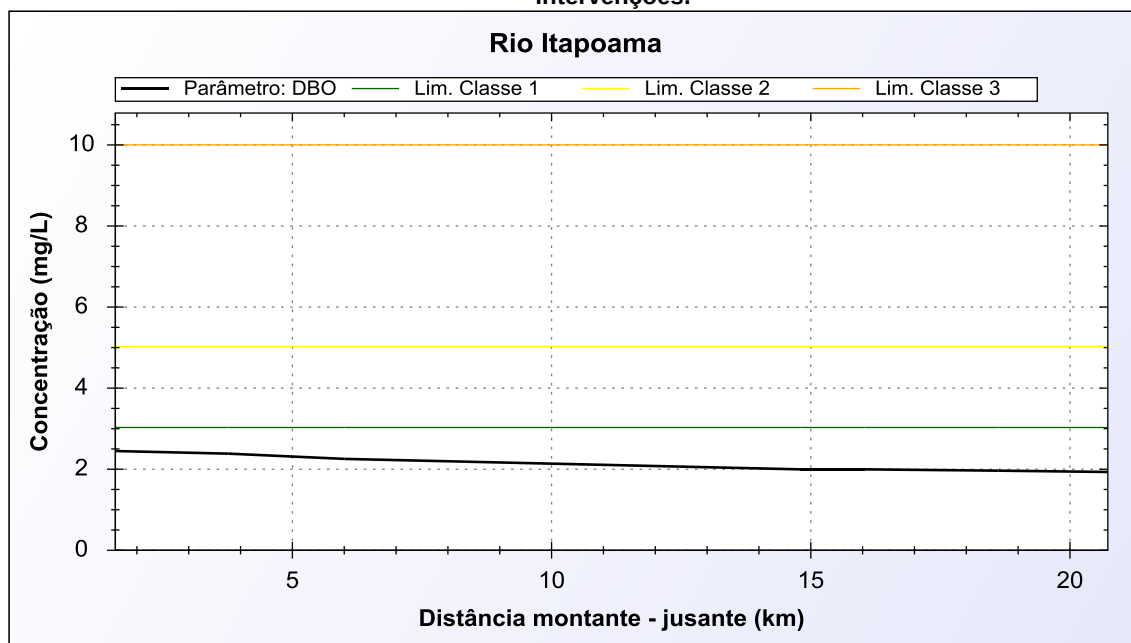
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 5- Perfil de Concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Itapoama no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 6- Perfil de Concentração de DBO no rio Itapoama no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 7- Perfil de Concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Itapoama no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções.

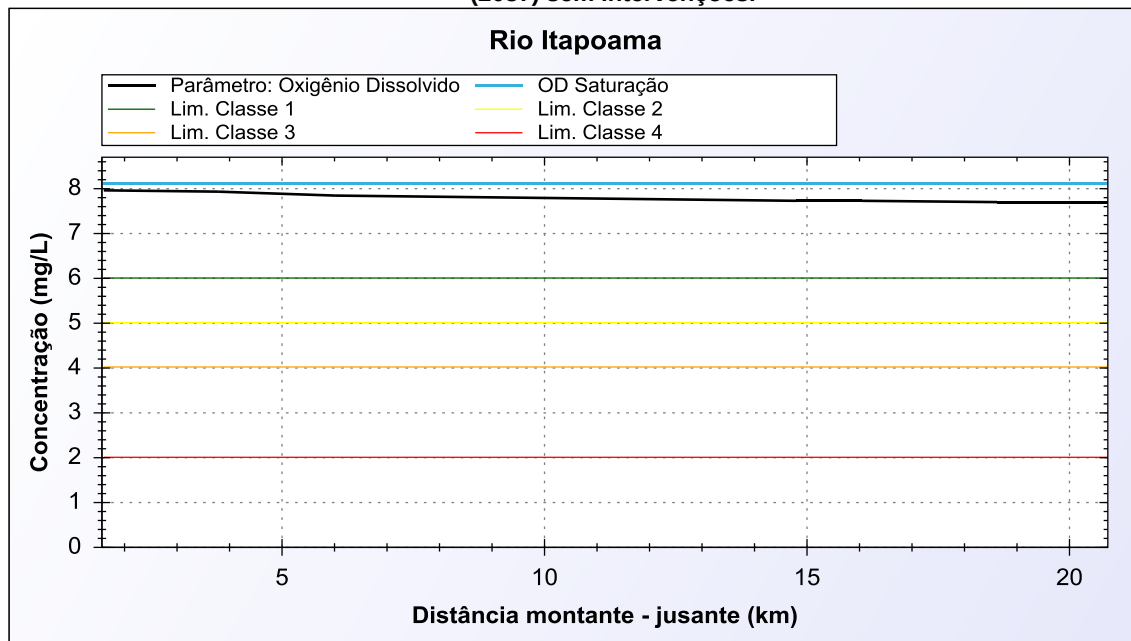


Figura A- 8- Perfil de Concentração de Fósforo Total no rio Itapoama no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções.

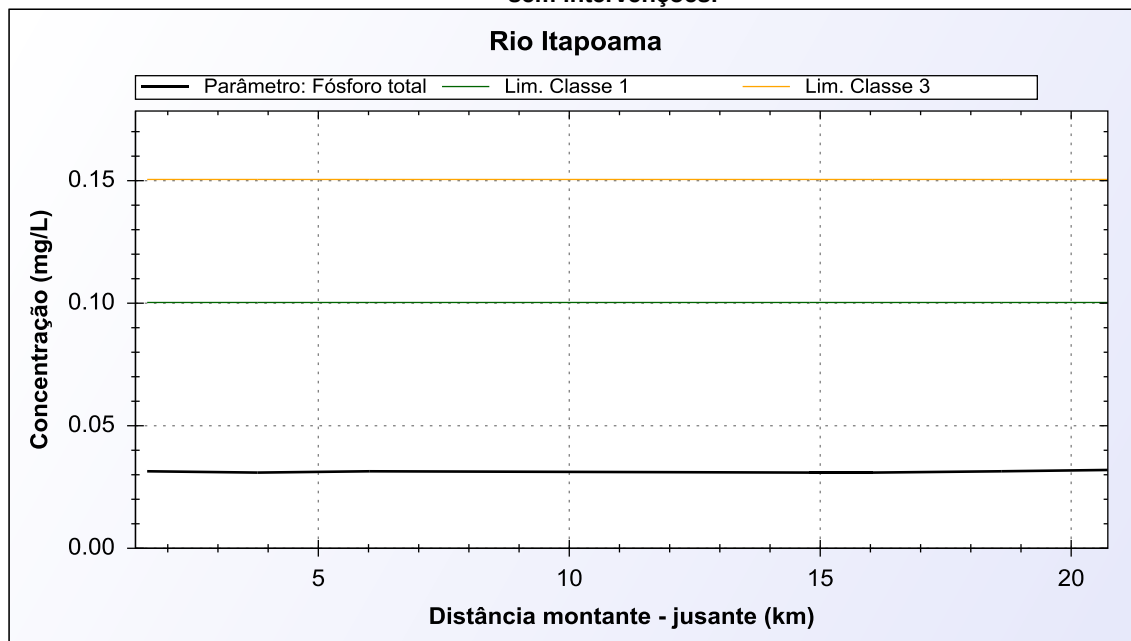
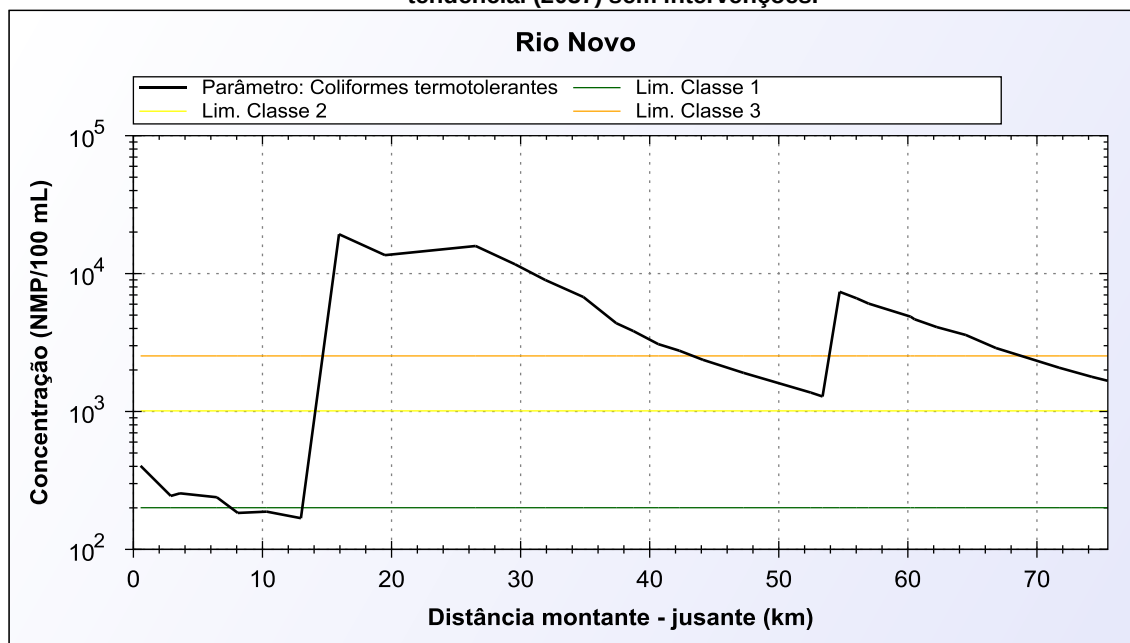
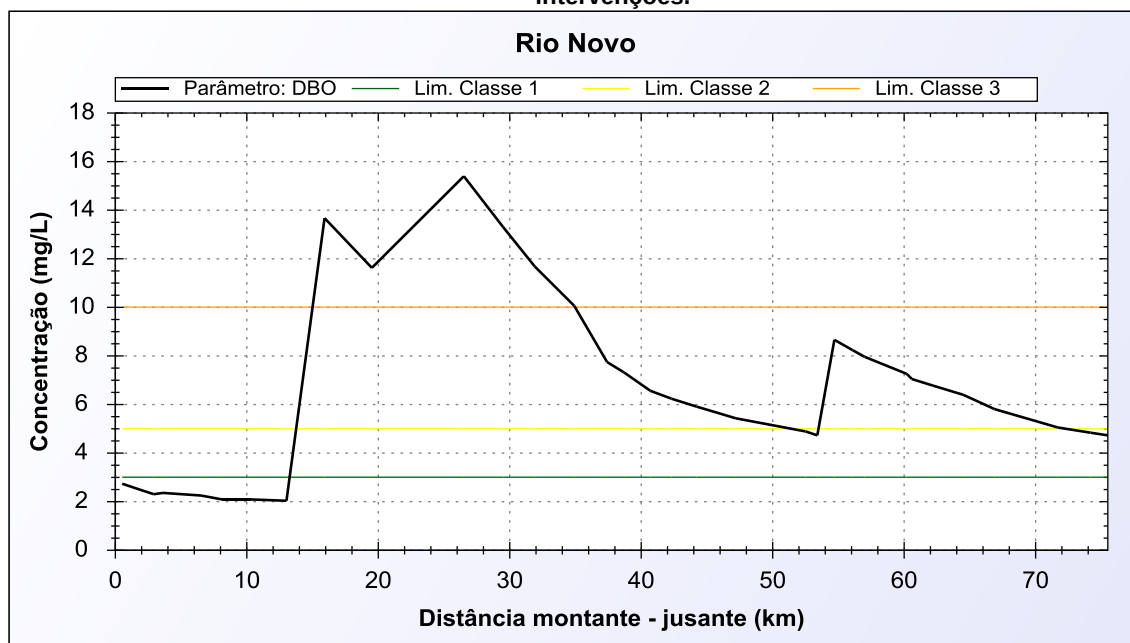


Figura A- 9- Perfil de Concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Novo no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções.



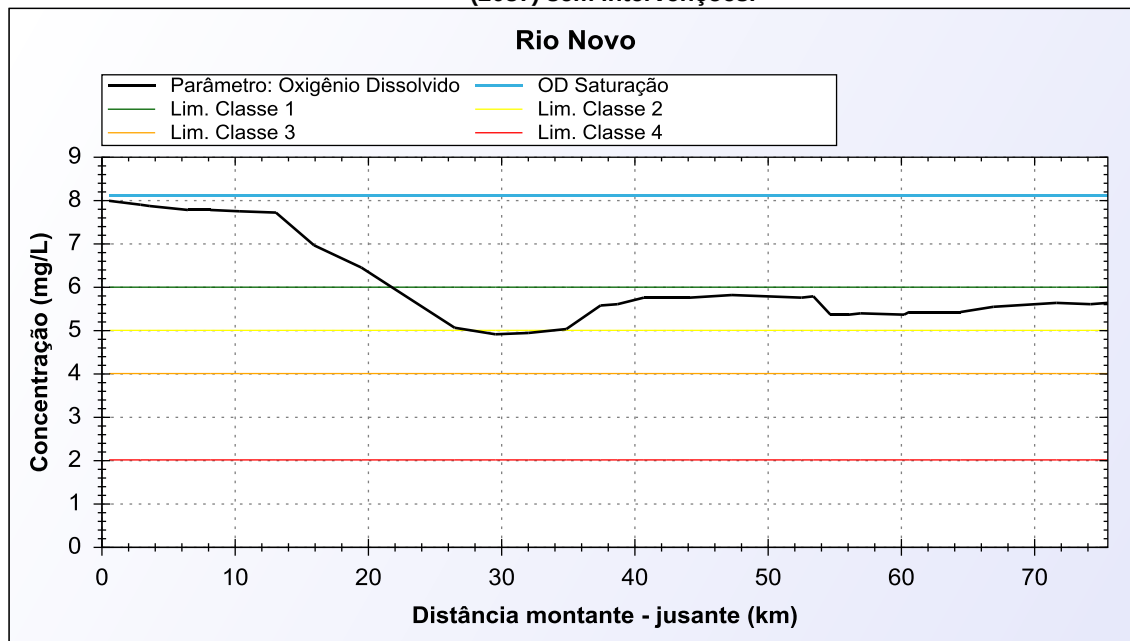
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 10- Perfil de Concentração de DBO no rio Novo no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 11- Perfil de Concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Novo no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

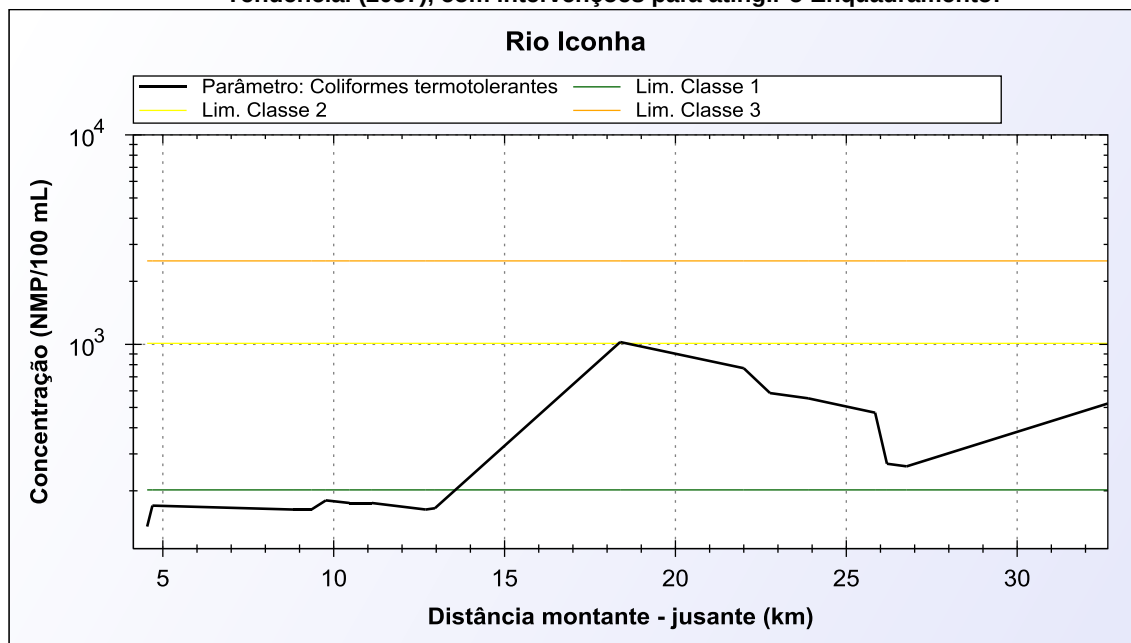
Figura A- 12- Perfil de Concentração de Fósforo Total no rio Novo no cenário futuro tendencial (2037) sem intervenções



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

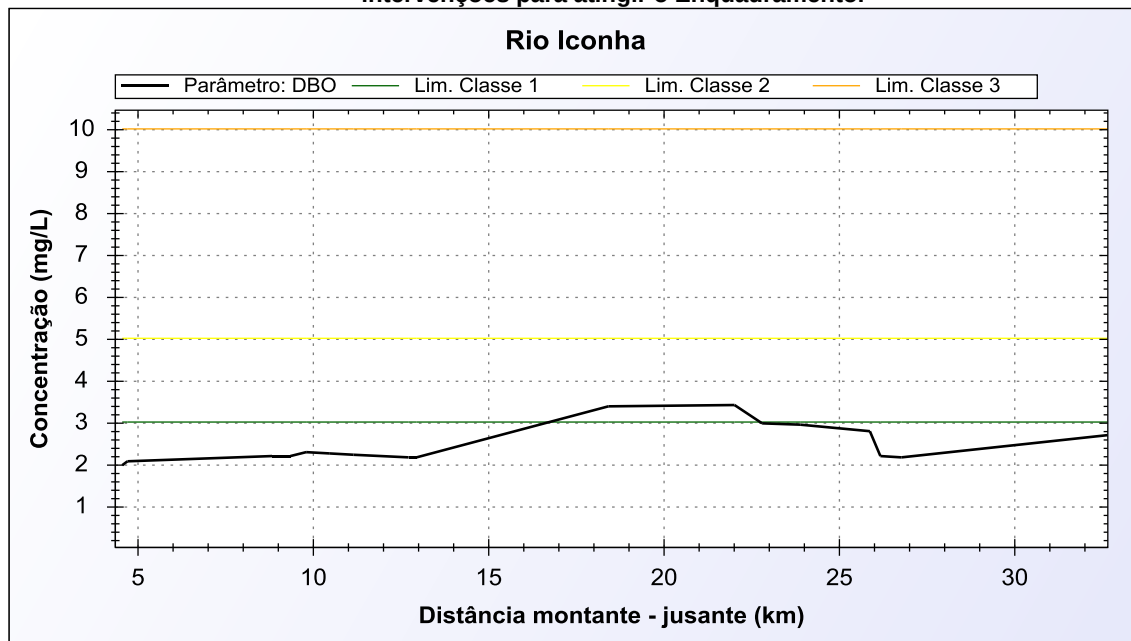
ANEXO C - PERFIS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A BACIA DO RIO NOVO APÓS AS INTERVENÇÕES NO CENÁRIO FUTURO TENDENCIAL (2037) NA VAZÃO DE REFERÊNCIA Q₉₀.

Figura A- 13- Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Iconha no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



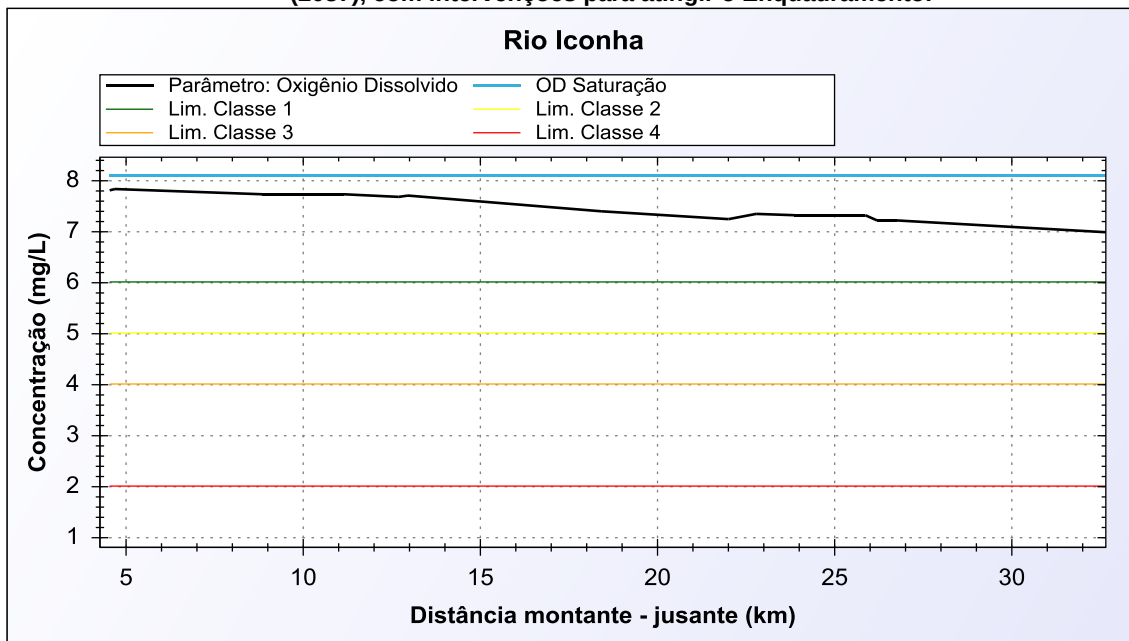
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 14- Perfil de concentração de DBO no rio Iconha no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



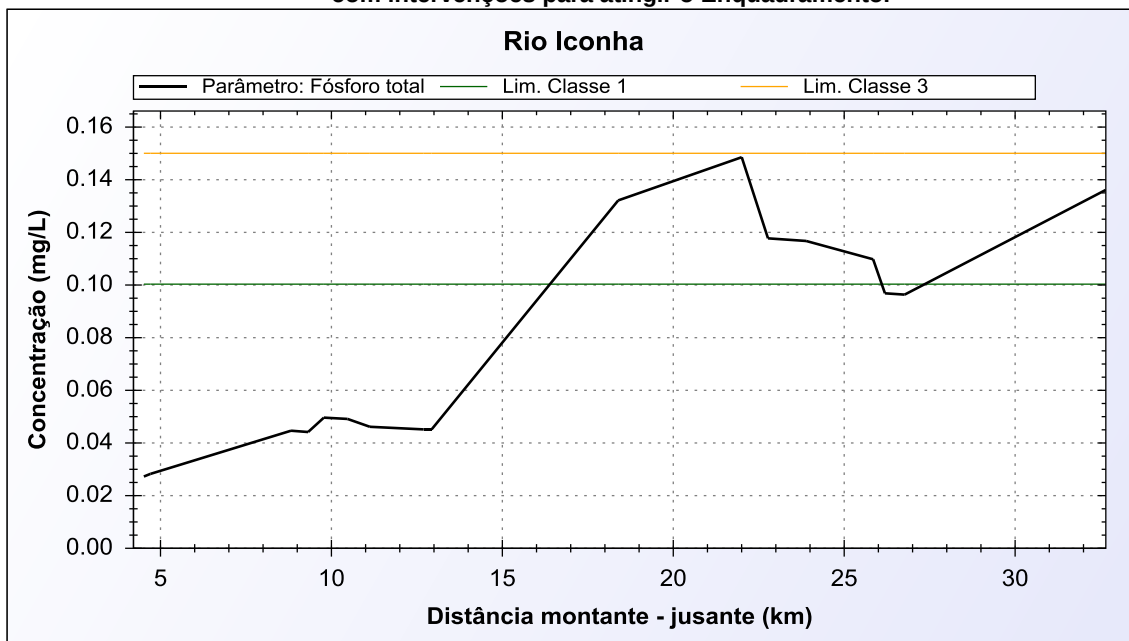
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 15- Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Iconha no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



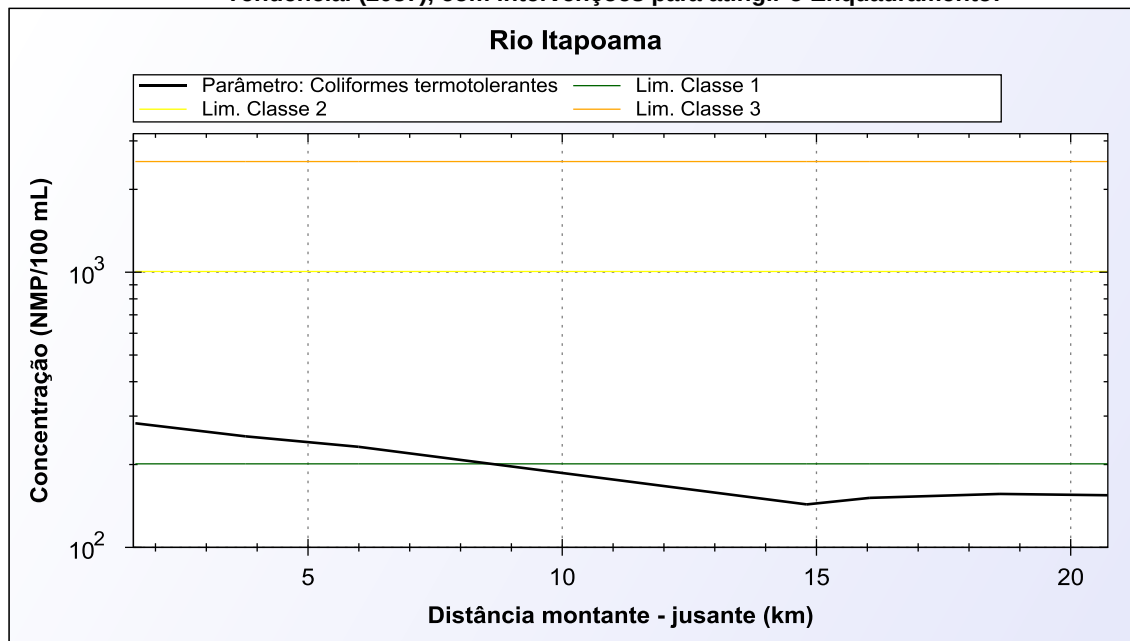
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 16- Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Iconha no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



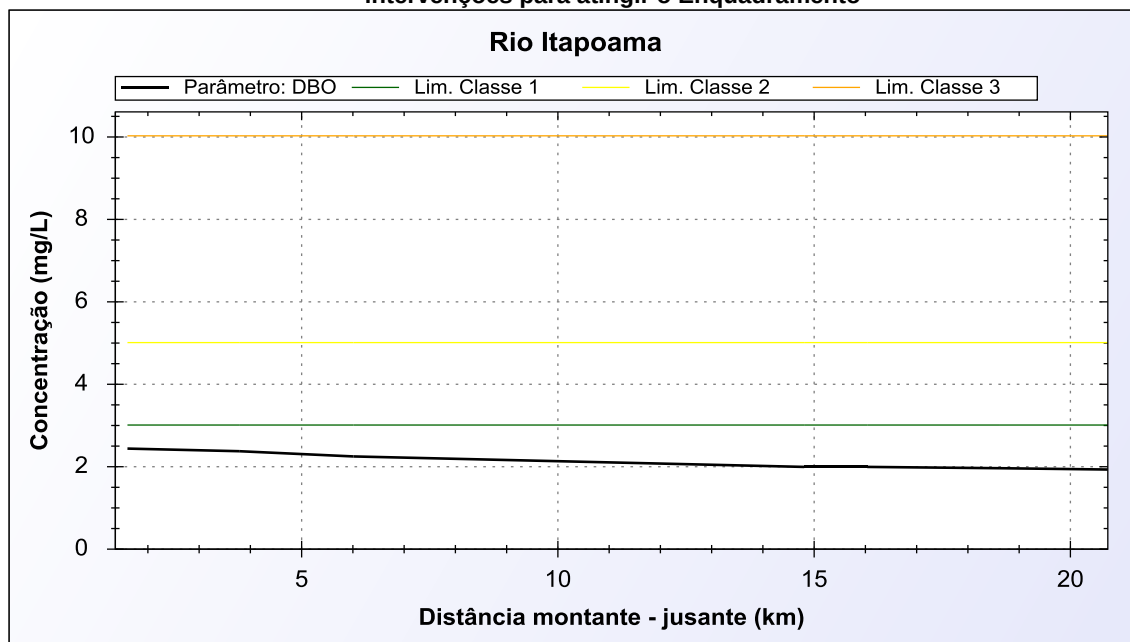
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 17- Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Itapoama no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



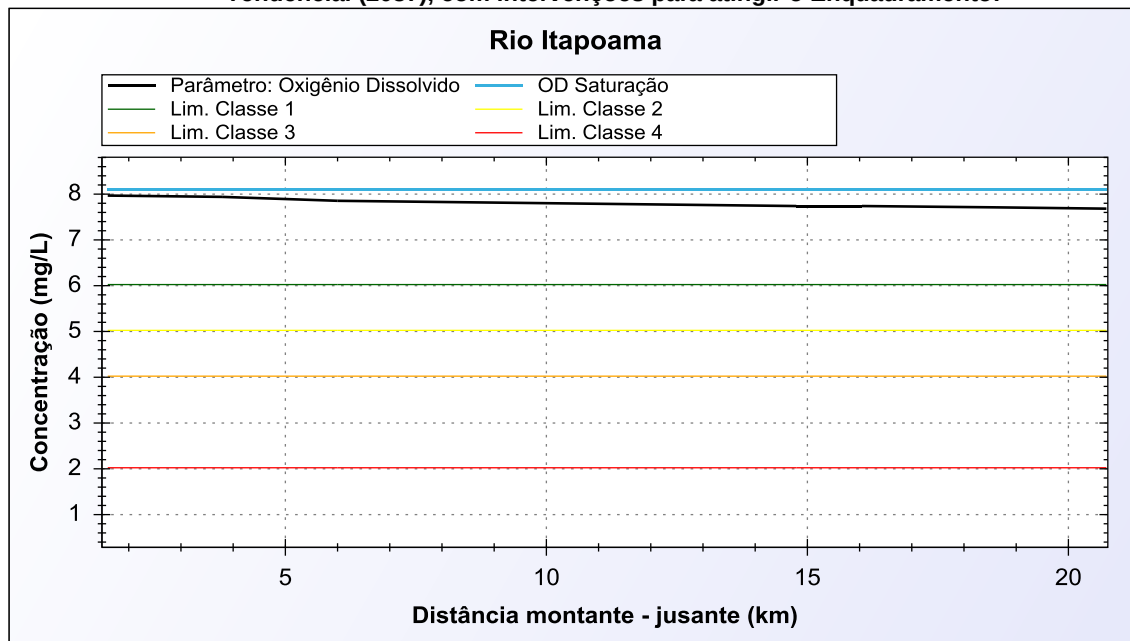
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 18- Perfil de concentração de DBO no rio Itapoama no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento



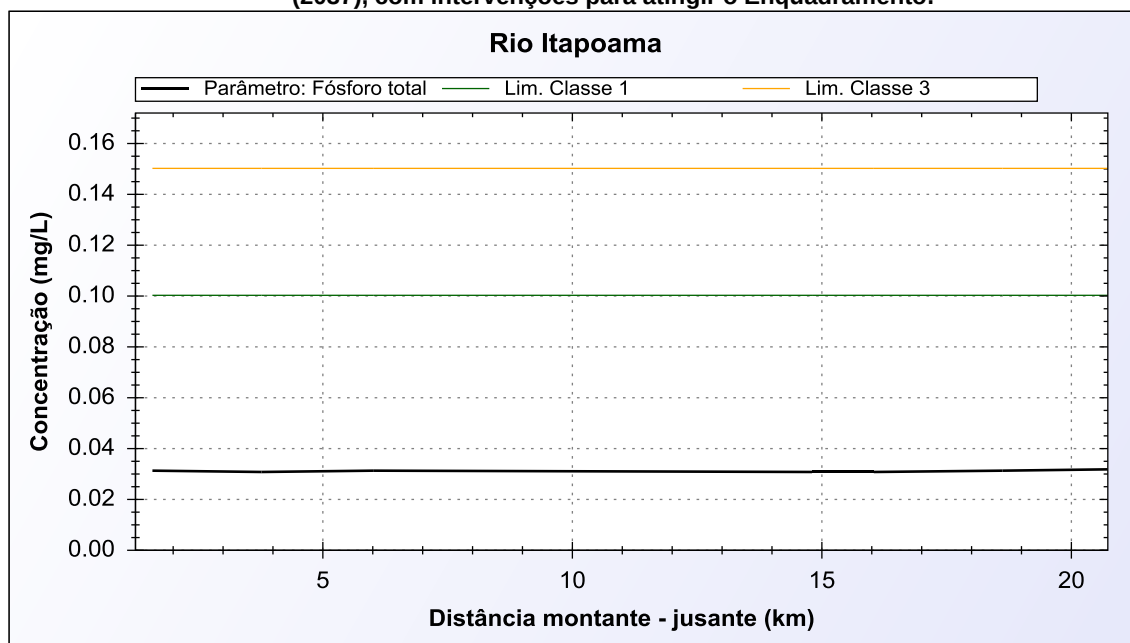
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 19- Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Itapoama no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



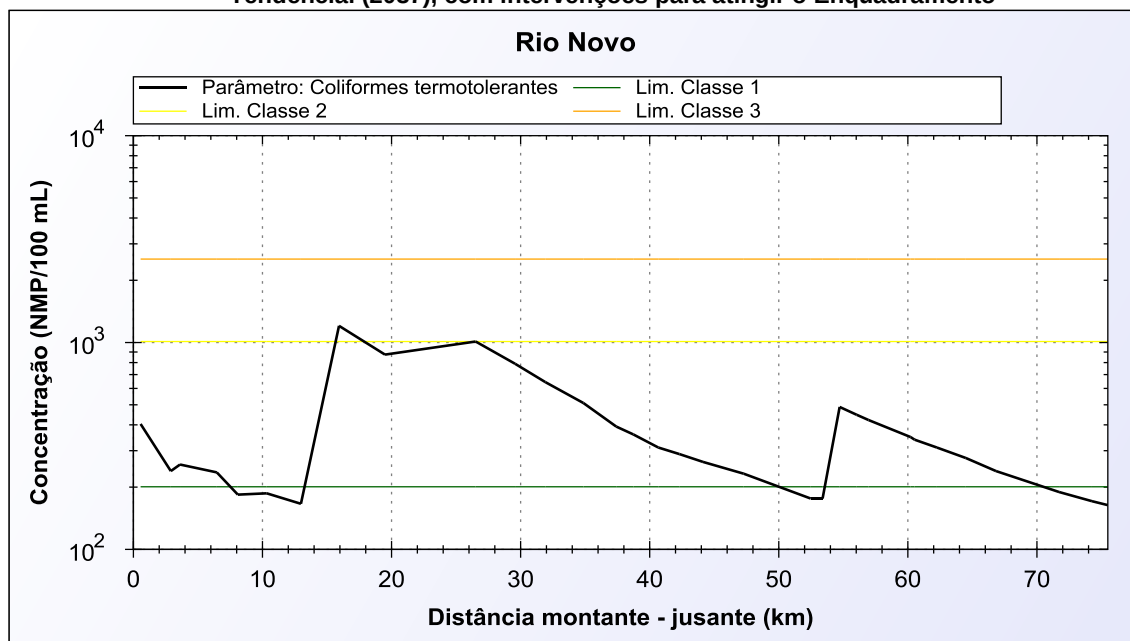
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 20- Perfil de concentração de Fósforo Total no rio Itapoama no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



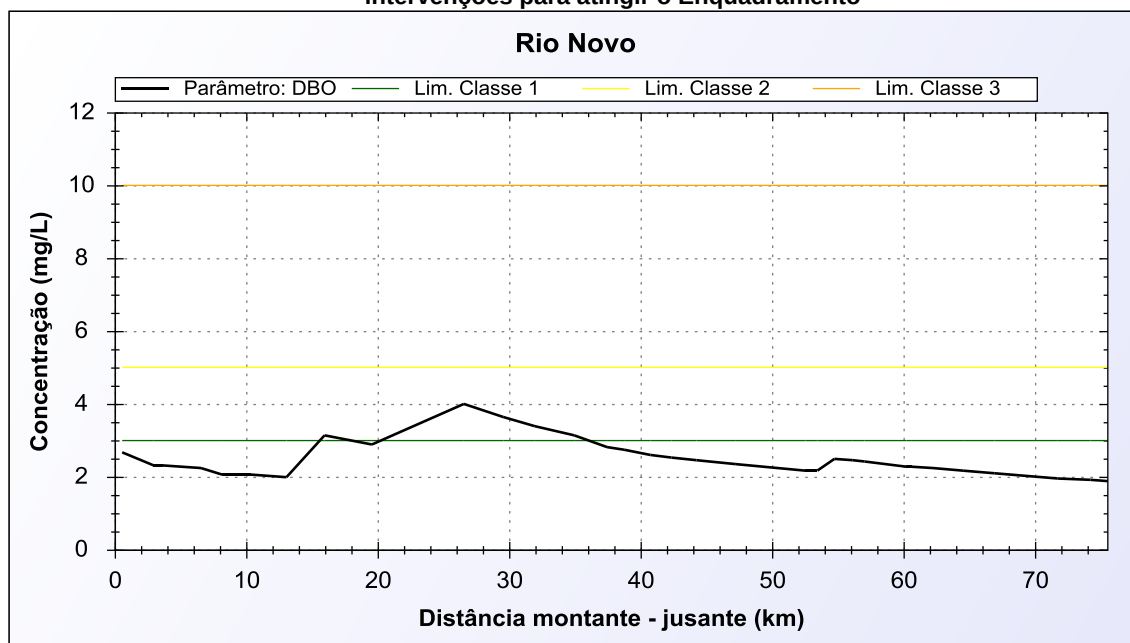
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 21- Perfil de concentração de Coliformes Termotolerantes no rio Novo no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento



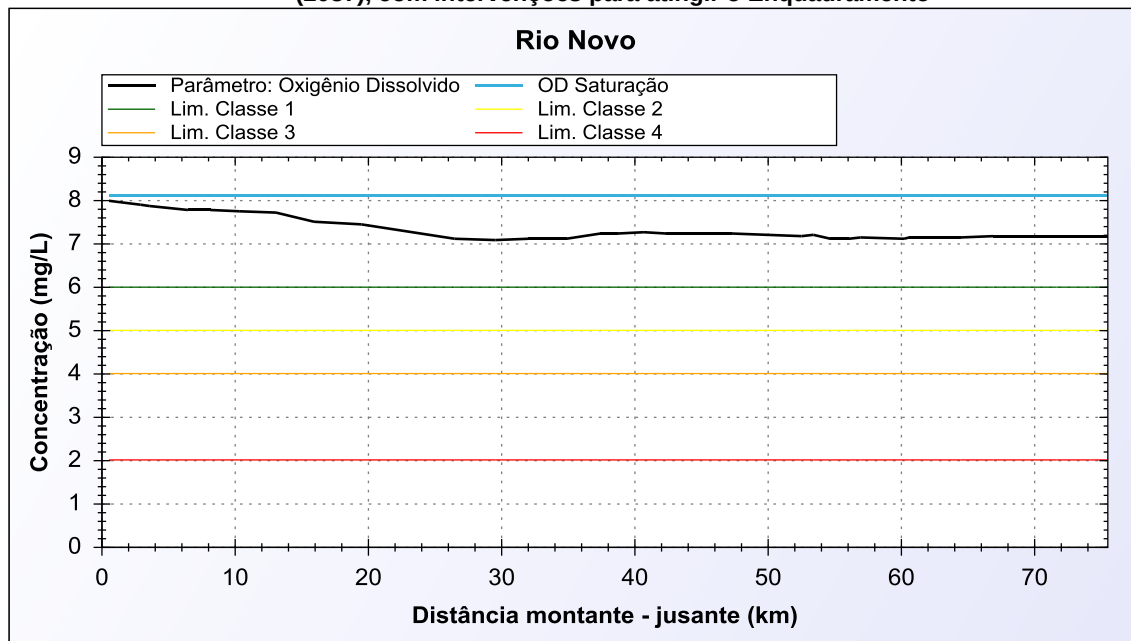
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 22- Perfil de concentração de DBO no rio Novo no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento



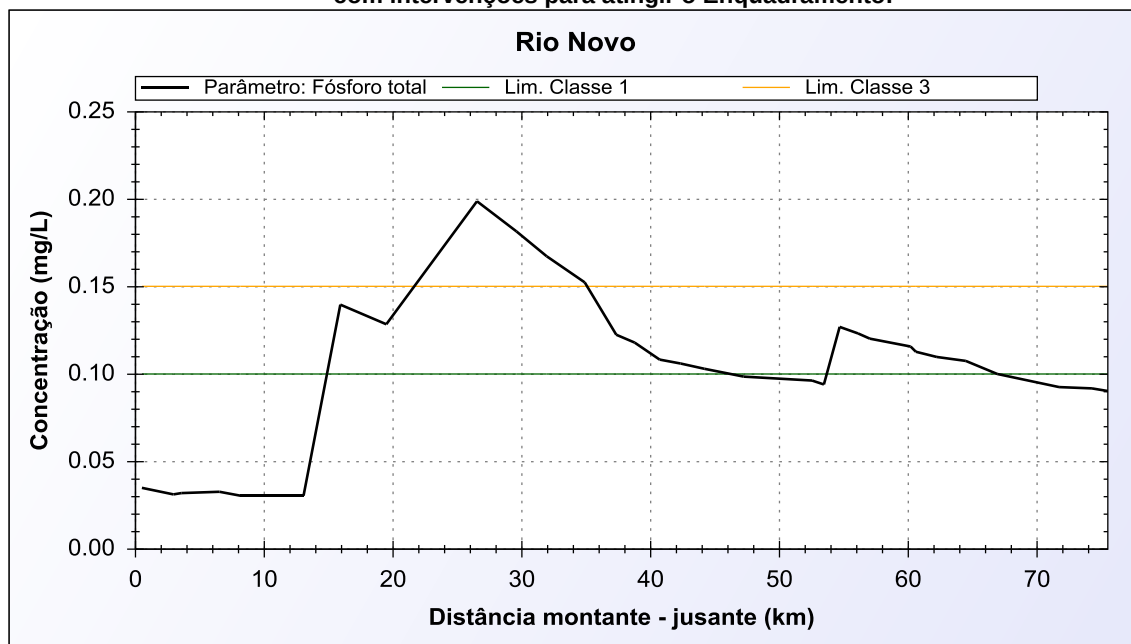
Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 23- - Perfil de concentração de Oxigênio Dissolvido no rio Novo no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.

Figura A- 24- Perfil de Concentração de Fósforo Total no rio Novo no Cenário Futuro Tendencial (2037), com intervenções para atingir o Enquadramento.



Fonte: Elaborado pela equipe técnica.