



Produto P4.2

TOMO III - RECOMENDAÇÕES PARA
TERMO DE REFERÊNCIA DE
CONTRATAÇÃO DE CAMPANHAS DE
MONITORAMENTO E MODELAGEM
DA QUALIDADE DA ÁGUA

PDGV-RE-P04-2-003-RO

Novembro, 2021



**PLANO DIRETOR DE
ÁGUAS URBANAS**
REGIÃO METROPOLITANA
DA GRANDE VITÓRIA
(PDAU-RMCV)

Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV)

ELABORADO POR

CONSÓRCIO TETRA TECH - CONCREMAT



CONTRATANTE:

COMPANHIA ESPÍRITO
SANTENSE DE SANEAMENTO



COMITÊ DIRETIVO DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS E
DA PAISAGEM Projeto BIRD Empréstimo N° 8355 – BR

CONTRATO

0006 / 2020

DATA DE INÍCIO DO CONTRATO

08 de junho de 2020

CONCLUSÃO PREVISTA

08 de junho de 2022



Sumário

1	Introdução.....	8
2	Dados de corpos hídricos da RMGV.....	10
2.1	Corpos Hídricos.....	11
2.2	Enquadramento dos corpos hídricos.....	15
2.3	Dados dos lançamentos de efluentes	29
2.3.1	Dados de lançamentos de efluentes – Corpos hídricos de baixo IQA.	29
3	Recomendações para contratação de campanhas de monitoramento e modelagem da qualidade da água.....	32
3.1	Identificação e caracterização dos corpos hídricos de interesse	32
3.2	Mapeamento das fontes de poluição	33
3.3	Coleta e análise de dados de qualidade da água.....	33
3.4	Modelagem de dispersão e autodepuração.....	36
4	Considerações finais	38
5	Referências	39



Índice de Figuras

Figura 1 – Fontes de poluição hídrica típicas de área urbana.....	9
Figura 2 – Rede de precedência da poluição hídrica urbana.....	10
Figura 3 – Unidades de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo.....	13
Figura 4 – Área de abrangência dos comitês em atividade na RMGV	14
Figura 5 – Exigências de qualidade das águas quanto às classes de enquadramento	16
Figura 6 – Classes de enquadramento das águas doces e respectivos usos....	17
Figura 7 – Classes de enquadramento das águas salobras e respectivos usos.	
.....	17
Figura 8 – Enquadramento dos corpos hídricos das bacias hidrográficas que contribuem para a RMGV.....	19
Figura 9 – Enquadramento dos corpos hídricos próximos à região da Baía de Vitória.....	20
Figura 10 – Espacialização das estações de monitoramento da qualidade da água.	28
Figura 11 – IQA médio do período 2007-2020 nas bacias hidrográficas localizadas na RMGV e entorno.....	30



Índice de Tabelas

Tabela 1 –Relação de corpos hídricos inseridos no modelo computacional de simulação hidrodinâmica por município.....	11
Tabela 2 – Estações de monitoramento da qualidade da água operadas pela AGERH.....	23
Tabela 3 – Dados de lançamentos de efluentes e das vazões de referência para os rios de menor IQA na área de estudo.....	31

Acrônimos

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Padronização

PDAU-RMGV ou PDAU - Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória.

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória, composta pelos municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

TR – Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação

UGRH – Unidade de Gestão de Recursos Hídricos

Apresentação

O Consórcio Tetra Tech - CONCREMAT apresenta à Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) o Relatório P 4.2: Diagnóstico Físico Final (M2), referente ao Plano Diretor de Águas Pluviais Urbanas da Região Metropolitana de Vitória (PDAU-RMGV), objeto do Contrato nº CT00162020.

O PDAU-RMGV contempla os produtos relacionados a seguir, com destaque ao produto apresentado neste relatório:

- P1: Plano de Trabalho Consolidado (M1)
- P2: Base Georreferenciada de Dados (M1)
- P3.1: Levantamento de Dados e Informações Secundárias (M1)
- P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias (M2)
- P4.1: Diagnóstico Físico Prévio (M1)
- P4.2: Diagnóstico Físico Final (M2)**
- P5: Diagnóstico das Medidas Não Estruturais (M1)
- P6.1: Cenários Prévios de Desenvolvimento Urbano (M1)
- P6.2: Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais (M2)
- P7: Proposta para a Gestão das Águas na RMGV (M2)
- P8: Programas (M2)
- P9: Plano de Ação (M2)
- P10: Mobilização Social (M2)
- P11: Relatório Final (M2)

O presente relatório, Tomo III, tem como objetivo apresentar recomendações para Termo de Referência de contratação de campanhas de monitoramento e modelagem da qualidade da água.

O Termo de Referência para a “Elaboração do Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV)”, item 9.4.4.4, especifica que “a Contratada deverá avaliar se as análises de qualidade da água já realizadas pelas prefeituras, IEMA e pela CESAN são suficientes para a elaboração de modelo de qualidade da água que possibilite uma avaliação distribuída do impacto sobre a quantidade e qualidade da água pluvial da macrodrenagem das bacias hidrográficas urbanas dos cenários de desenvolvimento atual e futuros para os riscos estabelecidos”. Especifica também que: “Em caso positivo a Contratada deverá elaborar o modelo. Em caso negativo deverá ser elaborado pela Contratada um Termo de Referência para contratação das análises de qualidade da água que permitam a

criação do referido modelo, bem como para sua elaboração”.

De forma exaustiva, o Consórcio Tetra Tech – CONCREMAT avaliou os dados secundários disponíveis para a elaboração do modelo de qualidade da água. No entanto, conforme apresentado ao longo deste relatório, os dados disponíveis não são suficientes para a elaboração do referido modelo. Por esse motivo, cumprindo o disposto no TR do PDAU-RMGV, foram elaboradas as especificações para a contratação dos serviços de coleta, análise de água e modelagem da qualidade.

Portanto, o presente relatório foi estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1: Introdução;
- Capítulo 2: Dados de corpos hídricos da RMGV;
- Capítulo 3: Recomendações para o termo de referência de contratação de campanhas de monitoramento e modelagem da qualidade da água;
- Capítulo 4: Considerações finais;
- Capítulo 5: Referências.

1 Introdução

O estudo da qualidade da água de corpos hídricos depende da disponibilidade de informações suficientes e adequadas.

No contexto nacional, nota-se uma evolução constante na capacidade das instituições fiscalizadoras em monitorar a qualidade dos corpos hídricos, levando a uma construção de redes de monitoramento e séries temporais de medições e análises capazes de contribuir para a avaliação mais robusta da qualidade da água. Os benefícios de uma rede de monitoramento sistemático bem planejada, superam em muito os custos de implantação e operação.

O posicionamento estratégico das estações de monitoramento possibilita conhecer e diagnosticar as fontes de poluição e instruir ações de melhoria da qualidade da água, como planos de despoluição, operação integrada do sistema de saneamento, licenciamento e fiscalização.

A avaliação da qualidade da água de corpos hídricos superficiais, em escala regional, pode esbarrar na falta de série de dados contínuos e sazonais. A avaliação do impacto de lançamentos de efluentes nas redes de drenagem pluviais são um desafio maior ainda, uma vez que, muitos desses lançamentos são difusos e ocorrem ao longo do sistema de microdrenagem, tornando o seu monitoramento ainda mais complexo.

Os lançamentos de esgotos domésticos *in natura* e outros efluentes sem tratamento nas redes de drenagem é, deveras, um problema enfrentado pela maior parte das concessionárias e Prefeituras que administram os sistemas de coleta, afastamento e tratamento de efluentes domésticos Brasil afora. O pouco entendimento da população a respeito disso, as ocupações desordenadas que historicamente ocorreram no país nas últimas décadas, principalmente nas capitais e regiões metropolitanas, e a limitação de investimentos no setor de saneamento, mais especificamente para os sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos, fazem com que os problemas de lançamentos inadequados persistam ao longo do tempo, embora esforços estejam sendo feitos para melhorar e reverter a situação.

As fontes de poluição hídrica são classicamente categorizadas em *pontuais* e *não pontuais* conforme mostra o esquema da Figura 1.

As *fontes pontuais* se referem àquelas cujas localizações são conhecidas. Incluem:

- Lançamentos de esgotos, sem tratamento, nos corpos hídricos;
- Cargas remanescentes das estações de tratamento, entre outras.

As *fontes não pontuais* são aquelas distribuídas na bacia hidrográfica. Incluem:

- Esgotos gerados por imóveis não ligados à rede pública;
- Perdas na rede de esgotos
- Esgotos lançados na rede de águas pluviais devido a ligações cruzadas entre

os dois sistemas

- Cargas poluidoras da atmosfera lavadas pelas chuvas;
- Cargas poluidoras depositadas na superfície da bacia e carreadas pela chuva, incluindo resíduos sólidos urbanos e sedimentos decorrentes da erosão do solo exposto;
- Cargas acumuladas na rede de águas pluviais como a deposição de sólidos dos esgotos presentes na rede;
- Outras, como as oriundas de atividades agrícolas e industriais.

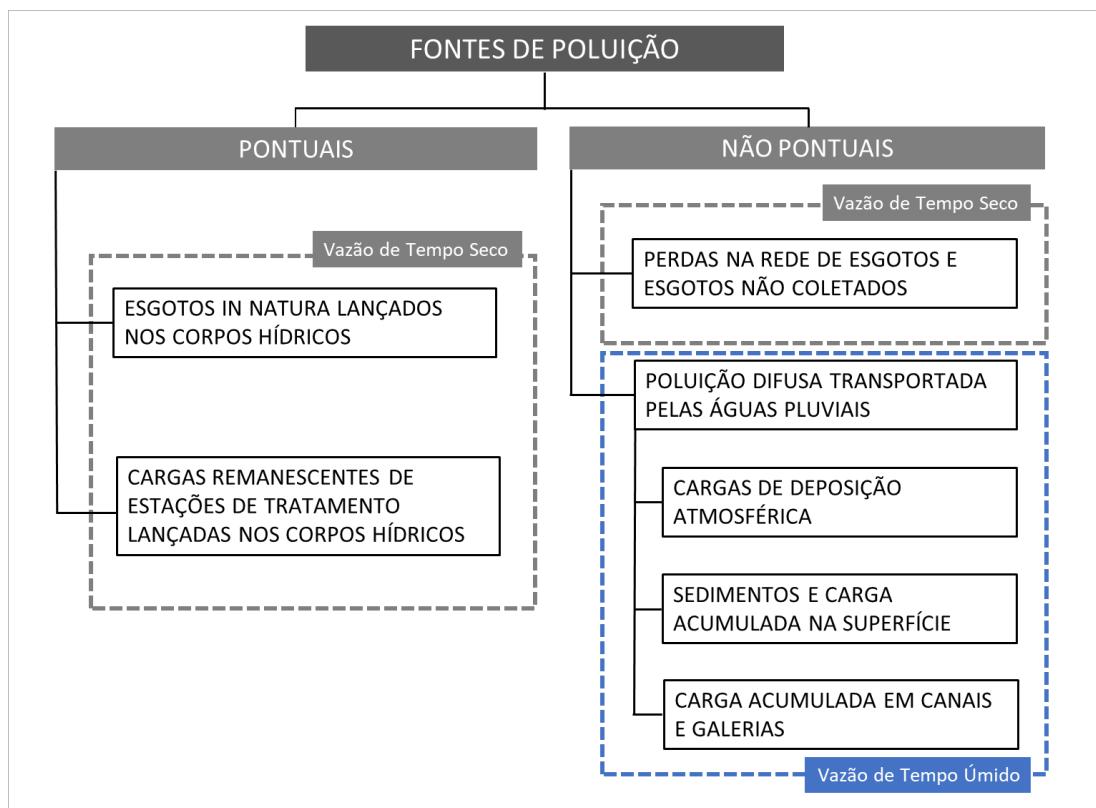


Figura 1 – Fontes de poluição hídrica típicas de área urbana.

Fonte: Adaptado de ADASA, 2018.

A Figura 2 representa uma rede de precedência típica de poluição dos corpos hídricos urbanos, mostrando como as diversas fontes de poluição contribuem para o aumento da poluição dos corpos hídricos urbanos.



Figura 2 – Rede de precedência da poluição hídrica urbana.

Para a restituição da qualidade dos corpos hídricos urbanos, portanto, é preciso identificar, com bom nível de precisão, o peso de cada fonte de poluição e, assim, possibilitar a construção de um efetivo plano para a melhoria da qualidade das águas, fundamental para o aumento da disponibilidade hídrica junto aos centros de consumo em uma época de escassez.

No caso específico das cidades litorâneas da RMGV a manutenção da balneabilidade das praias tem um peso socioeconômico relevante, o que reforça a necessidade de um amplo programa de monitoramento.

Em vista disso, este relatório apresenta os dados dos corpos d'água da Região Metropolitana da Grande Vitória na área de interesse do PDAU, os seus enquadramentos em classes e os dados de lançamentos de efluentes disponíveis nas bases de consulta pública ou retirados de documentos disponibilizados para o Consórcio. Por fim, são apresentadas as recomendações para contratação de campanhas de monitoramento da qualidade da água e de lançamentos de efluentes nos corpos d'água, bem como para realização da modelagem da qualidade da água.

2 Dados de corpos hídricos da RMGV

Nas subseções a seguir são apresentadas e discutidas as informações identificadas sobre os corpos hídricos da RMGV:

- Corpos hídricos na área de estudo;
- Enquadramento dos corpos hídricos; e,
- Dados dos lançamentos de efluentes.

2.1 Corpos Hídricos Estudados

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) é composta pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória. Os corpos hídricos considerados no estudo da qualidade são os mesmos simulados no modelo hidrodinâmico por meio de processo participativo que contou com a colaboração e da equipe de sustentação do PDAU da qual fazem partes as prefeituras da RMGV. A Tabela 1 apresenta a relação desses corpos hídricos.

Tabela 1 –Relação de corpos hídricos inseridos no modelo computacional de simulação hidrodinâmica por município.

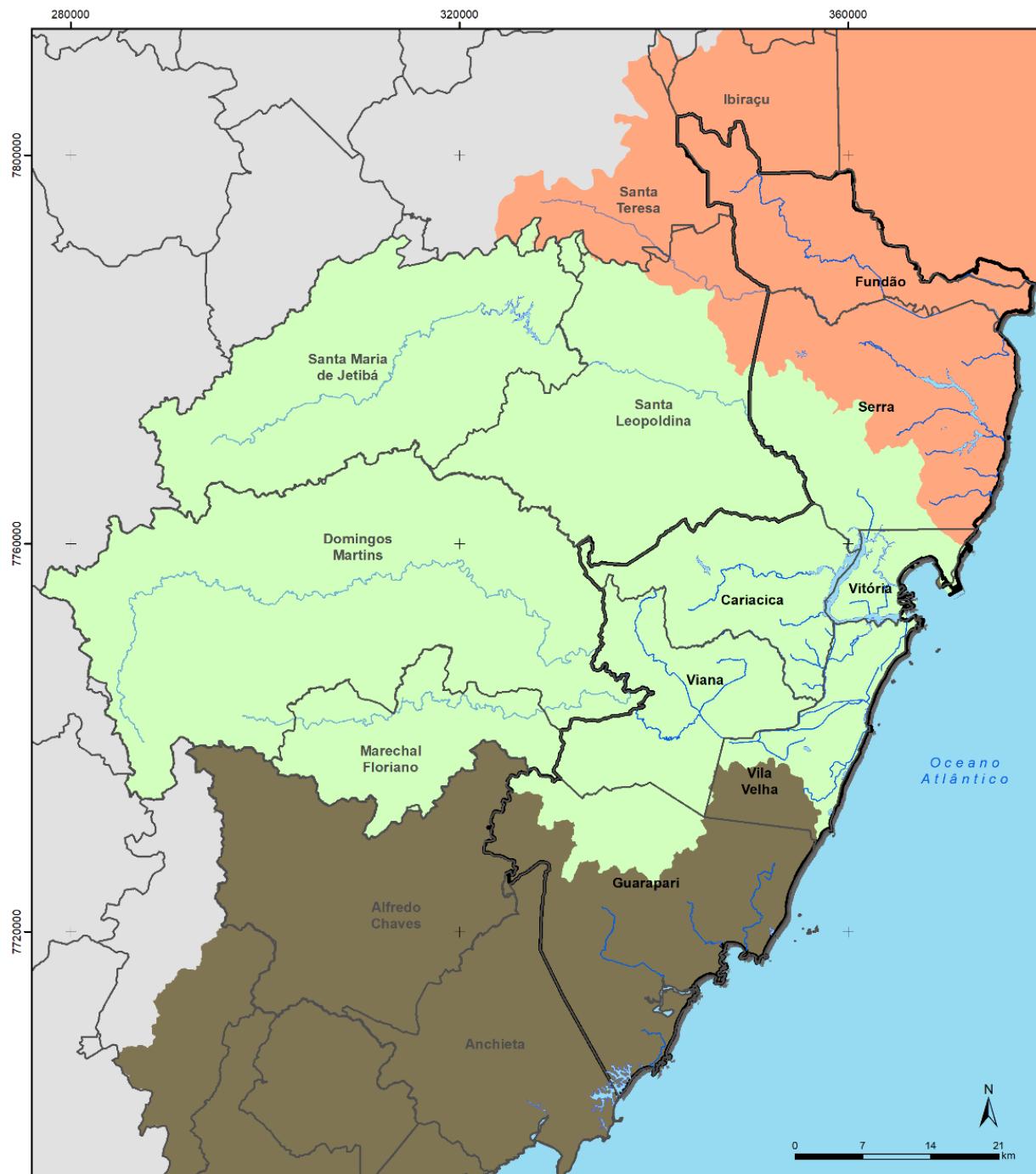
ID Corpos Hídricos Modelados	Municípios RMGV	Corpos Hídricos Modelados		Extensão (km)
1	1. Vitória	1.1	Canal Leitão da Silva	4,29
2		1.2	Córrego Fradinhos	3,28
3	2. Vila Velha	2.1	Canal da Costa	6,20
4		2.2	Córrego Bigossi ou Canal Capixaba	3,25
5		2.3	Rio Aribiri	7,57
6		2.4	Canal Aribiri	1,10
7		2.5	Canal Marilândia	1,10
8		2.6	Canal Cobilândia	1,80
9		2.7	Canal Marinho	3,05
10		2.8	Rio Marinho	11,95
11		2.9	Canal Guaranhuns	4,12
12		2.1	Canal do Dique	3,90
13		2.11	Canal Pontal das Garças	3,50
14		2.12	Córrego do Congo	8,50
15		2.13	Rio da Draga	8,00
16		2.14	Canal Araçás	1,10
17		2.15	Canal Diagonal	2,30
18		2.16	Canal Camboapina	23,13
19 e 20		2.17	Rio Jucu e Jucu Braços Norte e Sul	251,67
21	3. Cariacica	3.1	Rio Bubu	23,77
22		3.2	Rio Itanguá	5,86
23		3.3	Vala América	1,28
24		3.4	Córrego Maria Preta	3,64
25		3.5	Córrego Campo Grande	4,00
26		3.6	Córrego Jardim de Alah	2,88
27		3.7	Rio Formate	32,75
28	4. Serra	4.1	Rio Santa Maria da Vitória	122,00
29		4.2	Ribeirão Sauanha	53,53
30		4.3	Rio Reis Magos	15,39
31		4.4	Córrego Joãozinho	8,09
32		4.5	Lagoa Juara e Ribeirão Juara	23,29

ID Corpos Hídricos Modelados	Municípios RMGV	Corpos Hídricos Modelados		Extensão (km)
33		4.6	Lagoa Jacuném	8,42
34		4.7	Córrego Maringá	4,50
35		4.8	Córrego Manguinhos	9,00
36		4.9	Canal dos Escravos	6,20
37	5. Viana	5.1	Córrego Ribeira	11,24
38		5.2	Rio Santo Agostinho	4,10
39	6. Fundão	6.1	Rio Fundão	35,26
40		6.2	Rio Preto	9,41
41	7. Guarapari	7.1	Rio Jabutí	18,77
42		7.2	Rio Perocão	9,02
43		7.3	Rio Una	14,43
44		7.4	Rio Meaípe	7,61
		TOTAL		784,25

A gestão dos recursos hídricos a nível de bacias hidrográficas se dá através dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), de forma descentralizada, e com a participação da sociedade civil organizada, dos usuários e do poder público, conforme política estadual de recursos hídricos (ESPÍRITO SANTO, 2014). Os comitês podem se somar em Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs).

No Espírito Santo, o órgão gestor dos recursos hídricos é a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), cuja finalidade é implantar, executar e gerenciar a política estadual de recursos hídricos, funções essenciais para garantir os diversos usos da água e sua qualidade.

As UGRHs que englobam a RMGV e seu entorno são Litoral Centro-Norte, Litoral Central e Litoral Centro-Sul, conforme apresentado na Figura 3. A 4 ilustra as UGRHs para as quais há comitês de bacia em atividade localizadas na RMGV e seu entorno. Importante destacar que a região da sede de Guarapari e sul de Vila Velha não faz parte de nenhum comitê de bacia hidrográfica atualmente.



Legenda
Limites Municipais
Hidrografia
Limite Municipios da RMGV
Unidades de Gestão de RH
UGRH Litoral Central
UGRH Litoral Centro-Norte
UGRH Litoral Centro-Sul

PROJETO:
Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória - Espírito Santo (PDAU-RMGV/ES)

TÍTULO:
Limites das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos

REFERÉNCIAIS GEOGRÁFICOS:
Projeção UTM Zona: 24S
Datum Horizontal: SIRGAS 2000

FONTE DE INFORMAÇÃO:
Hidrografia - Adaptado IEMA, 2015
Limite Municipal - Adaptado ANA, 2019
Limite das UGRHs - Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos do ES

Figura 3 – Unidades de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo

Fonte: PDAU - RMGV



Legenda

- Limites Municipais
- Hidrografia
- Limite Municípios da RMGV
- Comites de Bacias**
- CBH Jucu
- CBH Santa Maria da Vitória
- CBH Litoral Centro-Norte
- CBH do Rio Benevente
- CBH do Rio Novo

PROJETO:

Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória - Espírito Santo (PDAU-RMGV/ES)

TÍTULO:

Limites dos Comitês de Bacias

REFERÉNCIAIS GEOGRÁFICOS:

Projeção UTM Zona: 24S

Datum Horizontal: SIRGAS 2000

FONTES DE INFORMAÇÃO:

Hidrografia - Adaptado IEMA,2015

Limite Municipal - Adaptado ANA,2019

Limite dos Comitês de Bacias - Plano Estadual de Recursos Hídricos do ES

Figura 4 – Área de abrangência dos comitês em atividade na RMGV

Fonte: PDAU – RMGV.

2.2 Enquadramento dos corpos hídricos da RMGV

A água é um recurso natural de múltiplos usos e interesses. Nesse sentido, o enquadramento dos corpos hídricos em classes de acordo com seus usos mais restritivos, atuais e futuros (definido pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que dispõe sobre o enquadramento em classes), é imprescindível para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, uma vez que identifica os padrões que atendem a esses usos.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005, o enquadramento do corpo hídrico é 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” (BRASIL, 2005).

Os corpos de água superficial são categorizados pelo CONAMA como de água doce, salina e salobra, cujas definições são apresentadas a seguir:

- Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; e,
- Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

As águas doces e as salobras são as de interesse para a área em estudo, uma vez que nenhum dos corpos d'água presentes na região se enquadram como água salina. As águas doces são classificadas em cinco classes, de acordo com seus usos (BRASIL, 2005):

- Especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (conforme Resolução CONAMA nº 274/2000); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
- Classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca;
- Classe 3: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato

secundário; e à dessedentação de animais; e,

- Classe 4: águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

As águas salobras são classificadas em (BRASIL, 2005):

- Classe especial: águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- Classe 1: águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- Classe 2: águas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário; e,
- Classe 3: águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Assim, usos muito nobres das águas, voltados à preservação do equilíbrio natural de comunidades aquáticas, por exemplo, requerem enquadramentos exigentes (como a classe especial), enquanto usos menos ilustres, como a navegação, podem empregar uma ampla faixa de classes menos restritivas, conforme ilustrado pela Figura 5:



Figura 5 – Exigências de qualidade das águas quanto às classes de enquadramento

Fonte: ANA, 2021a.

A Figura 6 resume as classes de enquadramento e os usos para águas doces e a Figura 7 o faz para as águas salobras.

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

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

Figura 6 – Classes de enquadramento das águas doces e respectivos usos.

Fonte: ANA, 2021a.

USOS DAS ÁGUAS SALOBRADAS	ESPECIAL	CLASSES DE ENQUADRAMENTO		
		1	2	3
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral		
Proteção das comunidades aquáticas				
Recreação de contato primário				
Aquicultura				
Abastecimento para consumo humano			Após tratamento convencional ou avançado	
Irrigação			Hortaliças consumidas crus, frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas crus sem remoção de pelúcia, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	
Recreação de contato secundário				
Pesca				
Navegação				
Harmonia paisagística				

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

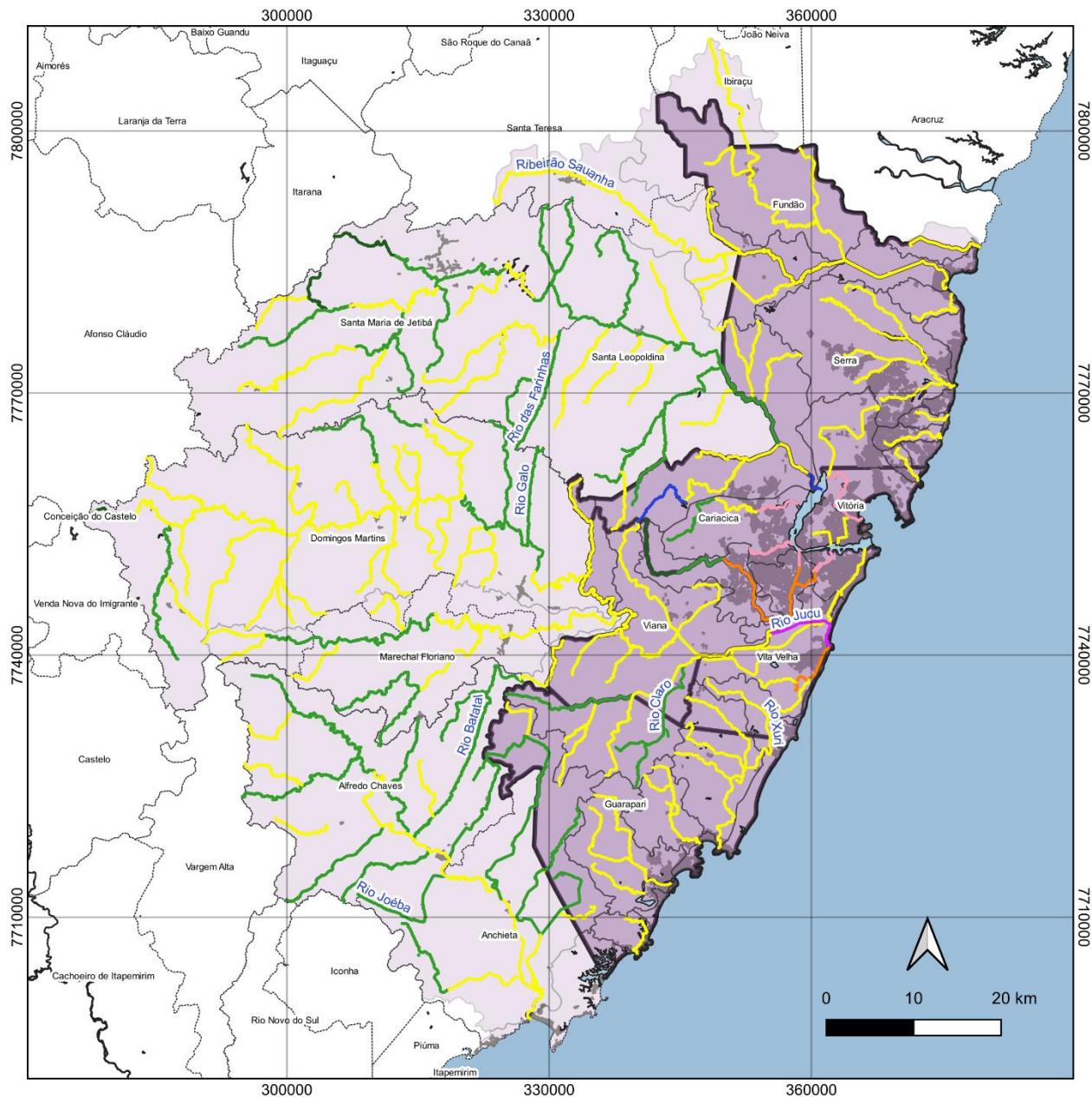
Figura 7 – Classes de enquadramento das águas salobras e respectivos usos.

Fonte: ANA, 2021a.

A Resolução nº 91/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (BRASIL, 2008) dispõe sobre os procedimentos para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Até que o enquadramento das classes de uso seja efetivado, segundo a legislação, adota-se a Classe 2 para os corpos de água doce superficiais.

Considerando os enquadramentos deliberados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Jucu e homologados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH, 2020), a Figura 8 ilustra os enquadramentos dos corpos d'água das bacias hidrográficas que contribuem para a RMGV. Para os corpos d'água das demais bacias hidrográficas foi utilizada como base as informações constantes nos Planos de Bacias das unidades em análise, a o resultado.

Salienta-se, no entanto, que os corpos d'água localizados na porção dos municípios de Guarapari e Vila Velha que não estão inseridas em comitês de bacia hidrográfica são enquadrados na Classe 2, uma vez que não possuem uma proposta de enquadramento aprovada.



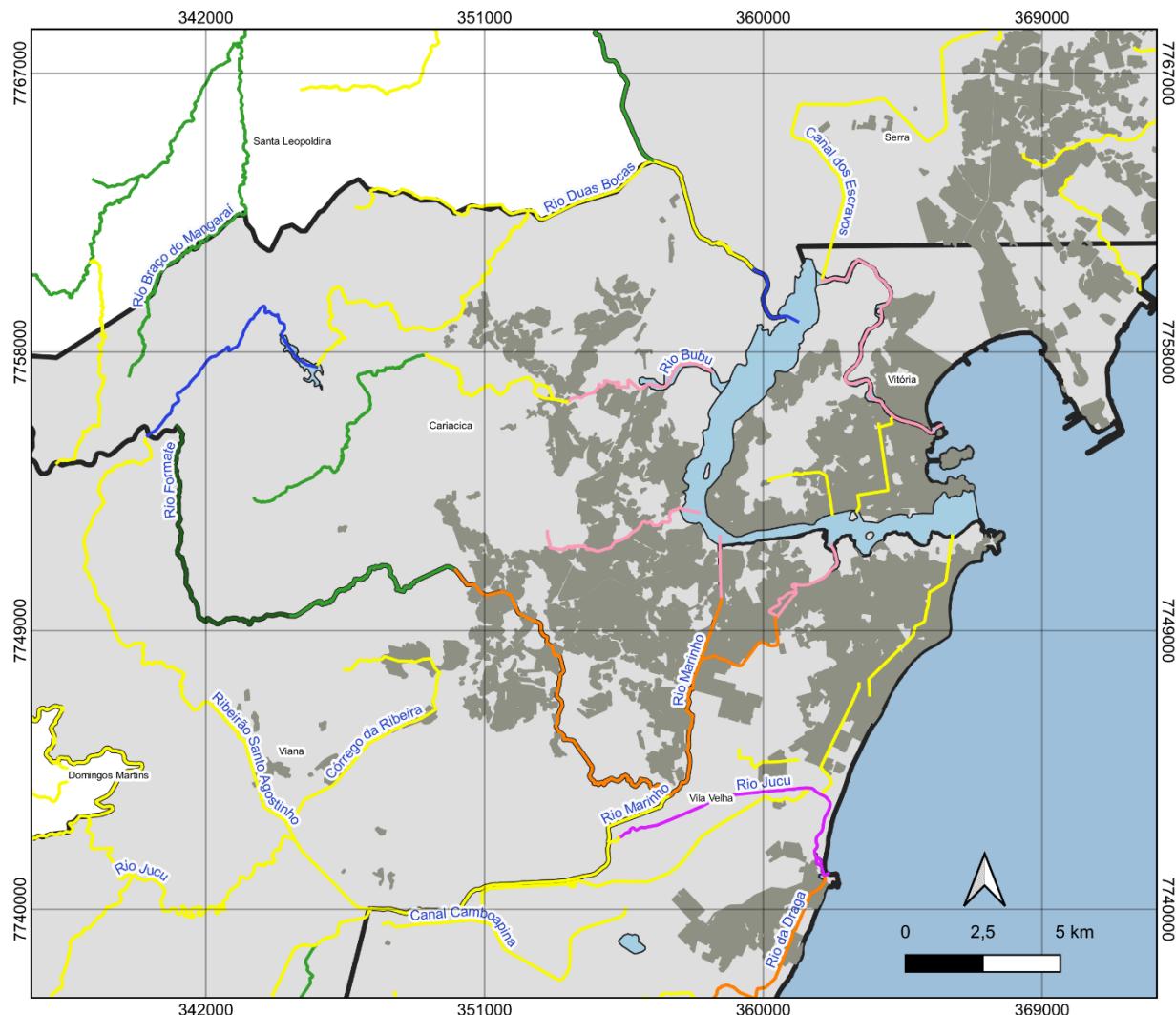
Legenda

Bacias Hidrográficas do PDAU (na RMGV)	Enquadramento
Bacias Hidrográficas do PDAU (fora da RMGV)	
Áreas Edificadas na Área de Estudo	
Região Metropolitana da Grande Vitória	
Municípios	
Massa d'Água	
	Classe 1
	Classe 1 a ser estudada UC Classe E
	Classe 1 Salobra
	Classe 2
	Classe 2 Salobra
	Classe 3
	Classe Especial

Figura 8 – Enquadramento dos corpos hídricos das bacias hidrográficas que contribuem para a RMGV

Fonte: PDAU – RMGV.

A Figura 9 abaixo enfatiza o enquadramento dos rios inseridos nos limites municipais da RMGV, com destaque à zona mais próxima à Baía de Vitória, onde se encontram os exemplos de maior diferenciação de classes na área de estudo, bem como as zonas mais sensíveis deste PDAU.



Legenda

- The figure is a map of the Grande Vitória Metropolitan Region (RMGV) in Brazil. It features several colored areas representing different categories: grey for 'Áreas Edificadas na RMGV' (Buildings in the RGV), black for 'Região Metropolitana da Grande Vitória' (Metropolitan Region of Grande Vitória), white with a dashed border for 'Municípios' (Municipalities), and light blue for 'Massa d'Água' (Water body). To the right of the map, a legend titled 'Enquadramento' (Classification) lists eight categories, each associated with a specific color line segment:

 - Classe 1 (green)
 - Classe 1 a ser estudada UC Classe E (dark green)
 - Classe 1 Salobra (magenta)
 - Classe 2 (yellow)
 - Classe 2 Salobra (pink)
 - Classe 3 (orange)
 - Classe Especial (blue)

Figura 9 – Enquadramento dos corpos hídricos próximos à região da Baía de Vitória

Fonte: PDAU – RMGV.

Verifica-se que os corpos d'água da RMGV se enquadram predominantemente nas classes 1 e 2, sendo estas correspondentes a 30% e 64% das extensões dos corpos d'água das bacias que contribuem para a RMGM, respectivamente. As demais classes de enquadramento não chegam a representar 6% das extensões.

Verifica-se que o trecho montante do Rio Duas Bocas, em Cariacica, e a porção do Rio Santa Maria da Vitória que deságua na Baía de Vitória foram enquadrados como classe especial. Os demais corpos hídricos que chegam à Baía, como o Rio da Passagem (em Vitória), os Rios Marinho e Aribiri (em Vila Velha) e o Córrego Piranema e Rio Bubu (em Cariacica), foram enquadrados como classe 2 salobra.

Os Rios Marinho e Aribiri também possuem, ao longo de sua extensão, trechos enquadrados como de água doce classe 3. Adicionalmente, a categoria de águas doces classe 3 também ocorre no trecho a jusante do Rio Formate, em Cariacica (antes de seu encontro com o Marinho), e no Rio/Canal da Draga, no município de Vila Velha – além de um trecho do Rio São Luiz, ao noroeste da bacia do Rio Santa Maria da Vitória, perto da divisa entre Santa Maria de Jetibá e Santa Teresa.

Por fim, a porção a montante do Rio Formate (na divisa entre Cariacica e Viana) foi enquadrada como água doce classe 1, mas com um destaque de “a ser estudada UC Classe E”. Segundo o Planos das bacias estudadas, tal classificação remete a uma deliberação feita para a recomendação de estudos para que sejam implantadas Unidades de Conservação (UC) ao longo destes trechos. Isso ainda deixa em aberto a possibilidade de um posterior enquadramento destes corpos hídricos como classe especial (IEMA, 2016a). Outros casos deste tipo de enquadramento ocorrem à montante das Bacias Hidrográficas do Rio Jucu e do Rio Santa Maria da Vitória.

A AGERH no Espírito Santo opera uma gama de estações de monitoramento, e foram identificadas 41 unidades ativas na área de abrangência do PDAU. Assim sendo, na Tabela 2 encontra-se um extrato das informações referentes a cada uma destas, com destaque ao enquadramento do trecho do corpo hídrico em que se localizam. Ademais, a Figura 10 apresenta a espacialização destas.

Importante destacar que a balneabilidade das praias das regiões litorâneas também deve ser observada, no âmbito do estudo da qualidade das águas, uma vez que a condição das águas costeiras está intrinsecamente ligada à qualidade das águas superficiais que chegam ao litoral. Até o ano de 2015 o monitoramento das praias e balneários da RMGV era realizado pela AGERH, tendo sido feito anteriormente diretamente pelo IEMA. A partir de 2015, o monitoramento passou a ser atribuição de cada município (AGERH, 2015).

A Resolução CONAMA nº 274/2000 define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. A balneabilidade é definida como a condição das águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário, e é classificada por essa Resolução nas categorias “Própria” e “Imprópria”. Trechos de praias e balneários podem ser interditados se o órgão de controle ambiental responsável constatar que a má qualidade da água justifique tal medida.

A RMGV possuí atualmente 78 estações de monitoramento da balneabilidade, localizadas nos municípios de Guarapari (13), Vila Velha (17), Vitória (26) e Serra (22) (PREFEITURA DE GUARAPARI, 2021; PREFEITURA DE VILA VELHA, 2021; PREFEITURA DE VITÓRIA, 2021; PREFEITURA DE SERRA, 2021). Para o município de Fundão, não foram identificadas informações da Prefeitura quanto à balneabilidade de suas praias.

Em meados de novembro de 2021, quando da realização deste relatório, dois pontos de monitoramento em Serra e quatro em Vitória estavam interditados para a recreação e 11 pontos em Vila Velha e 8 em Vitória estavam classificados como impróprios. Os demais 40 pontos localizados em Serra, Vila Velha e Vitória estavam classificados como próprios para a recreação. No caso de Guarapari, os dados de monitoramento encontraram-se defasados e não são apresentados.

Tabela 2 – Estações de monitoramento da qualidade da água operadas pela AGERH.

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
JUC2C015	Jucu	Rio Jucu Braço Norte	Classe 1	Domingos Martins	284834	7746726	Na ponte na BR262 próximo ao trevo da fazenda do Estado.
JUC2C001	Jucu	Rio Jucu Braço Norte	Classe 1	Domingos Martins	327063	7752627	Sob a ponte, próxima à cascata do Galo em Domingos Martins.
JUC2E010	Jucu	Rio Jucu Braço Norte	Classe 2	Viana	337254	7746195	Sob a ponte na BR-262 (Viana)
JUC2C005	Jucu	Rio Jucu Braço Sul	Classe 2	Marechal Floriano	324560	7742084	Sob a ponte da BR 262 na saída de Marechal Floriano.
JUC2C008	Jucu	Rio Jucu Braço Sul	Classe 2	Marechal Floriano	325599	7742538	Sob a ponte de estrutura metálica em Marechal Floriano.
JUC2C009	Jucu	Rio Jucu Braço Sul	Classe 2	Domingos Martins	335391	7744517	Sobre a ponte próximo à Usina Jucu em Domingos Martins.
JUC1E025	Jucu	Rio Jucu	Classe 2	Viana	347853	7739982	Calha principal, sob a ponte na BR-101.

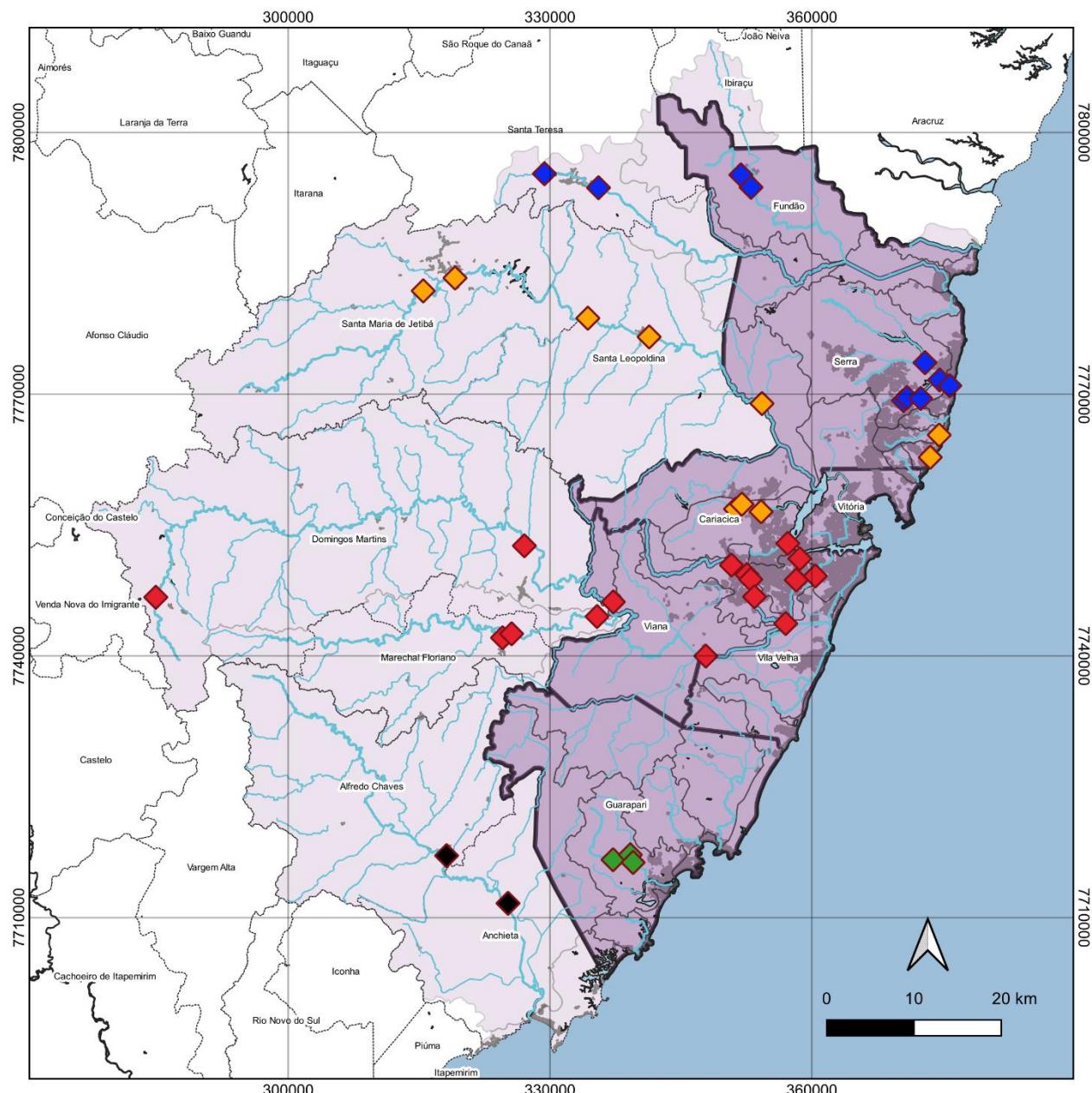
Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
FOR1C001	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	350789	7750414	Ponte de pedestres entre Marcílio de Noronha e Piranema.
FOR1E008	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	352573	7749322	Sob a ponte na divisa de Cariacica e Viana (BR-262)
FOR1C010	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	352995	7748772	Na divisa dos bairros São Francisco e Vila Betânia.
FOR1C012	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	353430	7746783	2 km a jusante do ponto FOR1C010.
FOR1C015	Jucu	Rio Formate	Classe 3	Cariacica	357005	7743714	No ponto final do ônibus Caçaroca.
MAR1C010	Jucu	Rio Marinho	Classe 3	Vila Velha	358216	7748705	Na ponte sobre o rio próximo ao Bairro Rio Marinho.
ARI1C001	Jucu	Rio Aribiri	Classe 3	Vila Velha	360405	7749166	No bairro Santa Rita, sobre a ponte da rua Paraíba.
MAR1C020	Jucu	Rio Marinho	Classe 2 Salobra	Vila Velha	358614	7751144	Sob a ponte do camelô em São Torquato.
ITG1C002	Jucu	Córrego Piranema	Classe 2 Salobra	Cariacica	357242	7752904	Ponte Preta na estrada da Maré

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
SMVIC001	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 2	Santa Maria de Jetibá	315473	7781847	Na ponte sobre o rio, próximo à antiga EMATER.
SMVIC003	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Maria de Jetibá	319119	7783324	Na ponte sobre o rio, na entrada de Santa Maria de Jetibá.
SMVIC007	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Leopoldina	334334	7778715	Na ponte sobre a Represa Suíça.
SMVID015	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Leopoldina	341361	7776566	Na entrada de Santa Leopoldina.
SMVIC020	Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	Classe 1	Santa Leopoldina	354287	7768930	Sobre a ponte do trilho em Aroaba.
BUB1C001	Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Classe 2	Cariacica	351255	7756838	Sob a ponte acima do IESBEM Agrícola.
BUB2C005	Santa Maria da Vitória	Córrego Areinha	Classe 2	Cariacica	351982	7757398	Entre o IESBEM e a Escola Agrícola, no córrego Areinha.
BUB1C010	Santa Maria da Vitória	Rio Bubu	Classe 2 Salobra	Cariacica	354183	7756531	Sob a ponte na rodovia José Sette.

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
MAN1C001	Santa Maria da Vitória	Córrego Manguinhos	Classe 2	Serra	374590	7765325	Na ponte da Rodovia Bicanga/Manguinhos.
CAP1L006	Santa Maria da Vitória	Lagoa Carapebus	Classe 2	Serra	373564	7762772	Na saída da lagoa.
BEN1C005	Benevente	Rio Benevente	Classe 2	Alfredo Chaves	318146	7717106	Atrás do DPM em Alfredo Chaves.
BEN1C010	Benevente	Rio Benevente	Classe 2	Anchieta	325186	7711644	Na localidade de Jabaquara, sob a ponte velha na BR-101.
JAB1C005	Guarapari	Rio Jabuti	Classe 2	Guarapari	337224	7716636	Na estação fluviométrica da SEAMA.
JAB2E010	Guarapari	Rio Conceição	Classe 2	Guarapari	339198	7717208	Na ponte sobre o rio Conceição, BR-101.
JAB1C015	Guarapari	Rio Jabuti	Classe 2	Guarapari	339519	7716325	Na ponte sobre o rio na rod do Contorno em Guarapari.
RMA2C010	Reis Magos	Rio Fundão	Classe 2	Fundão	351870	7795144	A montante da cidade de Fundão.
RMA2D015	Reis Magos	Rio Fundão	Classe 2	Fundão	353034	7793715	A jusante da cidade de Fundão.

Código	Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico	Enquadramento	Município	Longitude	Latitude	Descrição
LJU1L001	Reis Magos	Lagoa Juara	Classe 2	Serra	372962	7773615	Margem esquerda, a 70 m para o meio da lagoa.
JAC2C005	Reis Magos	Rio Jacaraípe	Classe 2	Serra	374649	7771635	Efluente da lagoa Juara. Sob a ponte na Estrada Jacaraípe.
LJA1L001	Reis Magos	Lagoa Jacuném	Classe 2	Serra	370485	7769280	Atrás do Clube Barcelona.
LJA1L010	Reis Magos	Lagoa Jacuném	Classe 2	Serra	370901	7769615	Antiga captação da CESAN.
LJA1L020	Reis Magos	Lagoa Jacuném	Classe 2	Serra	372469	7769516	No cais do condomínio Ecológico Parque da Lagoa.
JAC2C001	Reis Magos	Rio Jacaraípe	Classe 2	Serra	375803	7770979	Efluente da lagoa Jacuném. Sob a ponte na Estrada Jacaraípe.
RMA2C001	Reis Magos	Rio Timbuí	Classe 2	Santa Teresa	329361	7795273	A montante da cidade de Santa Teresa, na fazenda Cachoeirinha Alta, Km 04.
RMA2C005	Reis Magos	Rio Timbuí	Classe 2	Santa Teresa	335553	7793671	Na ponte sobre o rio, a jusante da cidade de Santa Teresa.

Fonte: AGERH, 2020.



Legenda

- Estações de Monitoramento (AGERH)
- ◆ Benevente
 - ◆ Guarapari
 - ◆ Jucu
 - ◆ Reis Magos
 - ◆ Santa Maria da Vitória
 - Hidrografia

- Massa d'Água
- Bacias Hidrográficas do PDAU (na RMGV)
- Bacias Hidrográficas do PDAU (fora da RMGV)
- Áreas Edificadas na Área de Estudo
- Região Metropolitana da Grande Vitória
- Municípios

Figura 10 – Espacialização das estações de monitoramento da qualidade da água.

Fonte: PDAU – RMGV.

2.3 Dados dos lançamentos de efluentes

Para avaliar a capacidade suporte dos corpos hídricos, é necessário conhecer as cargas e as concentrações de poluentes lançados nos corpos hídricos, de fontes pontuais e difusas, bem como a localização geográfica. Adicionado a essas informações, o conhecimento da qualidade das águas dos corpos hídricos no cenário atual também é desejado, a fim de que se possa fazer uma análise mais acurada da sua capacidade.

Foram consultados dados disponíveis para acesso público, conforme indicados a seguir:

- **Informação das ETEs:** levantamento das ETEs da RMGV (tipo de tratamento e eficiência); shapes para ETEs, redes de esgoto e elevatórias; índices dos serviços de esgotamento sanitário na RMGV; Planos Municipais de Saneamento Básico
- **Localização dos pontos de lançamento dos esgotos não tratados:** informação não disponível;
- **Dados dos Planos de Bacia:** demanda hídrica por bacia hidrográfica; vazões máximas outorgáveis; balanço hídrico; cargas difusas e pontuais (porém não foram disponibilizados ou encontrados dados de cargas difusas oriundas de águas pluviais); enquadramento dos corpos hídricos; IQA.

Dito isto, não foram identificados, na base de documentos existente e utilizada no desenvolvimento do PDAU, dados suficientes para a elaboração de um modelo robusto e completo para avaliação dos impactos causados pelos lançamentos de efluentes nos rios de interesse na RMGV, sobretudo no que se refere a dados de fontes difusas provenientes de águas fluviais, foco da modelagem requerida.

Porém, na sequência são apresentados alguns dados disponíveis para os corpos hídricos da RMGV que apresentam os piores Índices de Qualidade das Águas (IQA), cujos padrões são medidos em estações de monitoramento operadas pela AGERH, dados apresentados em maior detalhe no relatório P4.1 (CONSÓRCIO TETRA TECH – CONCREMAT, 2020)

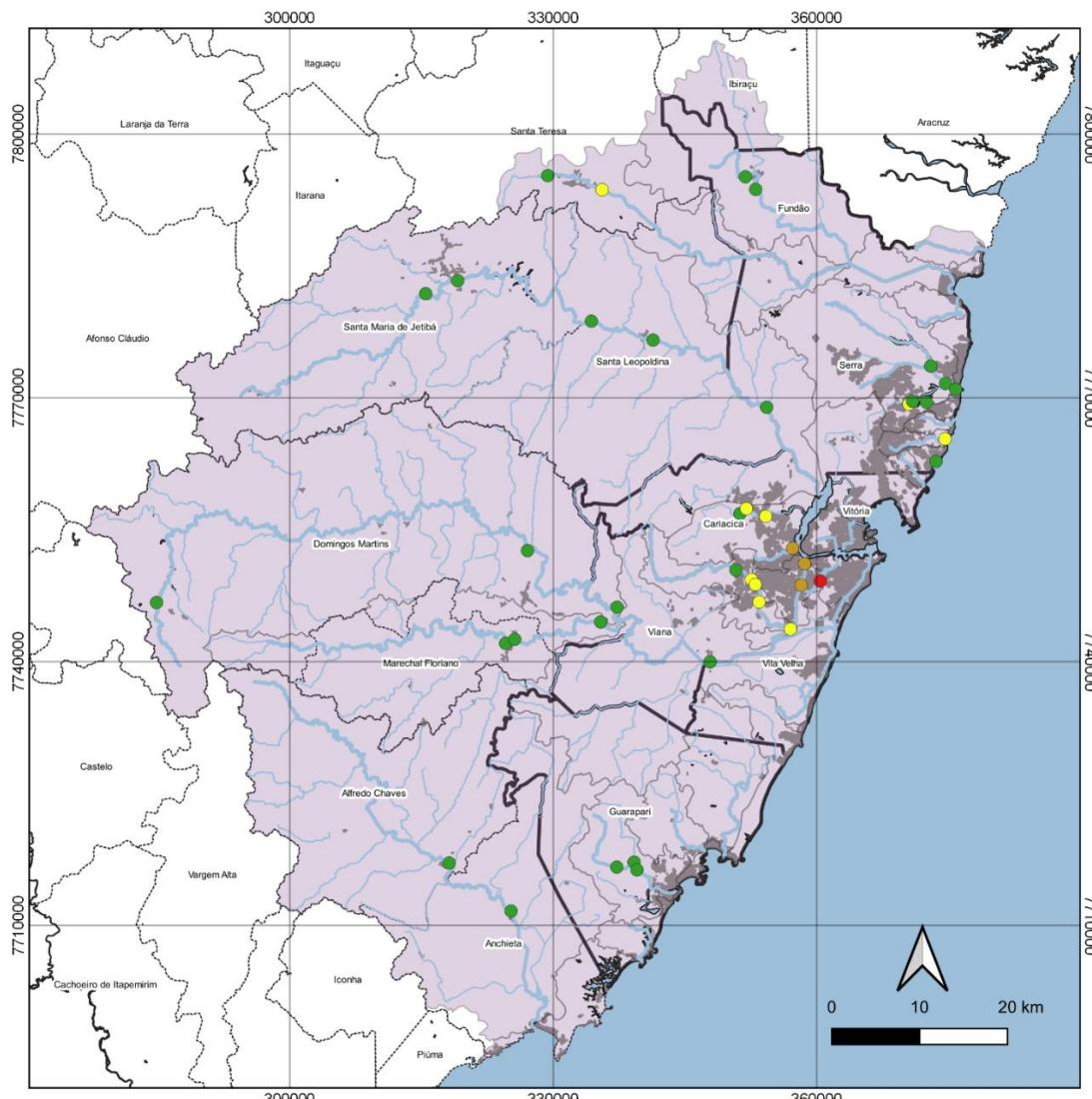
2.3.1 Dados de lançamentos de efluentes – Corpos hídricos de baixo IQA

O Índice de Qualidade das Águas é calculado a partir de uma relação com diversos parâmetros e diferentes pesos estabelecidos em função da sua importância para a determinação da qualidade da água. Os parâmetros que fazem parte do cálculo do índice são: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez (ANA, 2021b).

O Produto P4.1 – Diagnóstico Prévio do PDAU-RMGV identificou 41 unidades de monitoramento ativas operadas pela AGERH na área de abrangência do estudo. O documento também apresentou os IQA médios anuais nesses pontos para o período 2007-2020, fazendo, posteriormente, análises dos resultados médios anuais de

concentração dos parâmetros que compõem o cálculo do índice, bem como comparações entre os resultados médios e os limites de concentração de acordo com as classes de enquadramento dos corpos d'água nos pontos de monitoramento.

A Figura 11 apresenta a espacialização dos resultados médios gerais dos IQA para cada estação de monitoramento localizada na área de abrangência das bacias hidrográficas sobre a área de estudo:



Legenda

IQA Médio (2007 a 2020)	Hidrografia
● Ótimo	■ Massa d'Água
● Bom	■ Bacias Hidrográficas do PDAU-RMGV
● Razoável	■ Áreas Edificadas na RMGV
● Ruim	□ Região Metropolitana da Grande Vitória
● Péssimo	□ Municípios

Figura 11 – IQA médio do período 2007-2020 nas bacias hidrográficas localizadas na RMGV e entorno

Fonte: PDAU – RMGV.



A bacia hidrográfica do Rei Magos apresentou pontos classificados como “razoável” e “péssimo” na região das lagoas do município de Serra, durante o período de 2007-2020. A estação de monitoramento a jusante do centro urbano de Santa Teresa registrou IQA “razoável” e “ruim” diversas vezes ao longo do período, o que, por sua vez, pode indicar uma expressiva contaminação sanitária, sobretudo considerando que a estação de monitoramento à jusante da cidade apresentou resultado “bom” ao longo dos anos.

Na bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, o Rio Bubu, situado no centro urbano de Cariacica, se mostrou como o trecho mais frágil da bacia, apresentando resultados “razoável” e “ruim” diversas vezes. A região do Córrego Manguinhos, na zona urbana do litoral de Serra, também apresentou resultados “razoáveis” no período.

Os corpos d’água da bacia do Rio Jucu localizados na RMGV apresentaram resultado “ruim” e “péssimo”, sendo as áreas mais delicadas as dos rios Marinho, Aribiri, Itanguá/Córrego Piranema e Formate, todas notórias por serem zonas densamente habitadas, com casos de ocupações irregulares e lançamento de esgoto *in natura* nos corpos hídricos.

Com base nessas análises, foram identificados nas referências bibliográficas disponíveis (IEMA 2015; 2016b) dados de estimativas de lançamentos de efluentes domésticos e industriais nas bacias dos rios Formate, Marinho e Aribiri, na bacia do Rio Jucu, e Bubu e Itanguá, na bacia do Rio Santa Maria da Vitória, bem como as respectivas vazões de referência desses corpos hídricos.

Como os dados disponíveis da concentração de DBO nos efluentes domésticos e industriais incluem cargas remanescentes (pós tratamento) e lançamentos de efluentes não tratados, foram calculadas as concentrações médias para efluentes de diferentes origens, conforme apresentado na Tabela 3:

Tabela 3 – Dados de lançamentos de efluentes e das vazões de referência para os rios de menor IQA na área de estudo

Rio	Efluentes domésticos		Efluentes industriais		Concentração média total DBO lançada (mg/L)	Q ₉₀ dos rios (L/s)
	Vazão (L/s)	Concentração média DBO (mg/L)	Vazão (L/s)	Concentração média DBO (mg/L)		
Rio Formate	131	166	11	298	176	340
Rio Marinho	696	85	5	1.117	93	650
Rio Aribiri	399	70	-	-	70	106
Rio Bubu	217	105	22	4.780	531	140
Rio Itanguá	-	-	20	3.797	3.797	63

Fonte: adaptado de IEMA (2015; 2016b).

Tais dados não são suficientes, porém, para a realização de um modelo capaz de analisar os impactos causados pelos lançamentos de efluentes nesses corpos hídricos, uma vez que não apresentam todas as informações necessárias à utilização de

softwares de modelagem, por exemplo, dados de monitoramento das águas pluviais, conforme já explicado anteriormente. Por isso, o capítulo a seguir traz as recomendações para a construção de um Termo de Referência específico capaz de coletar os dados necessários e realizar a modelagem da capacidade suporte nos rios da RMGV.

3 Recomendações para o termo de referência de contratação de campanhas de monitoramento e modelagem da qualidade da água

Nesta seção estão indicadas recomendações e informações necessárias para eventual contratação de campanhas de monitoramento e modelagem da qualidade da água na Região Metropolitana da Grande Vitória, conforme indicado na Apresentação deste documento.

Para realizar estas atividades, são necessárias informações e dados primários detalhados, atualizados e sazonais, indicados nesta seção. Sabe-se que modelagens numéricas de qualidade da água podem fornecer a determinação de zona de mistura e autodepuração de parâmetros de interesse, e para que sejam implementados tais modelos, são necessárias as seguintes etapas:

- Identificação e caracterização dos corpos hídricos de interesse;
- Mapeamento das fontes de poluição;
- Coleta e análise de dados de qualidade da água;
- Modelagem de dispersão e autodepuração.

Neste sentido, apresenta-se a seguir os itens que podem auxiliar na construção de Termo de Referência para contratação dos serviços indicados.

3.1 Identificação e caracterização dos corpos hídricos de interesse

Inicialmente deverá ser realizada uma caracterização dos corpos hídricos de interesse. Esta identificação deverá levar em conta o potencial poluidor, os usuários (captação) e a capacidade máxima outorgável. Além disso, deverá ser realizada reunião de alinhamento com a CONTRATANTE na definição destes corpos hídricos, caso haja necessidade de inclusão/exclusão de corpos hídricos de interesse a serem analisados, no âmbito da RMGV.

Levando-se em consideração os adensamentos urbanos da RMGV, deverão ser caracterizados todos os corpos hídricos incluídos no Plano Diretor de Águas Urbanas

da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV) e que recebem os principais lançamentos de efluentes da região, como Formate, Marinho, Aribiri, Bubu, Itanguá, Jucu, Santa Mara da Vitória e Jacaraípe. As análises deverão ser feitas em pelo menos 2 pontos em cada corpo hídrico, a serem alocados em conjunto com a CONTRATANTE.

3.2 Mapeamento das fontes de poluição

A partir da identificação dos corpos hídricos de interesse, deverá ser realizado um mapeamento, ao longo destes corpos hídricos, para cadastramento das principais fontes de descarte pontuais e difusas.

Fontes difusas: para o cadastramento das fontes difusas, deverão ser consultados os dados de produção agropecuária em referências tais como Censo Agropecuário IBGE e Produção Rural Municipal IBGE, além de dados das zonas urbanas (poluição difusa transportada para os corpos hídricos pelas águas pluviais e esgotos não coletados pelo sistema de tratamento). Mapeamentos de uso e ocupação do solo também podem ser utilizados nas estimativas de produção e fontes de contaminação advindos de cargas difusas e cargas de lavagem superficial.

Fontes pontuais: para o cadastramento das fontes pontuais, deverão ser identificadas as cargas pontuais industriais e de esgotamento sanitário (ETEs e esgoto sem tratamento) ao longo dos corpos hídricos de interesse. Este levantamento deve considerar a identificação de lançamentos ao longo de todo corpo hídrico, sobretudo nas regiões mais próximas aos pontos de coleta dos dados de qualidade da água. As cargas deverão ser medidas em termos de vazão e parâmetros de qualidade da água, conforme estipulado no item seguinte.

Dados de cadastramento e outorga disponíveis podem auxiliar na composição das análises. Contudo, deve-se atentar que estes dados devem ser tratados com cautela pois podem ser somente declaratórios, sem a devida apuração de órgãos gestores.

3.3 Coleta e análise de dados de qualidade da água

Após a identificação dos corpos hídricos, e do mapeamento das fontes de poluição, devem ser realizadas as coletas de dados de qualidade da água. Portanto, esta etapa contempla o levantamento de campo para coleta e análise de amostras d'água nos diversos canais, rios, córregos e outros corpos d'água afluentes na área de interesse.

Deve ser elaborado o plano de trabalho de coletas e análise de dados de qualidade da água em conjunto com a CONTRATANTE para inserção no Termo de Referência. Esta definição em conjunto é importante para garantir que as campanhas atendam de fato às áreas críticas e de interesse, e que sejam verificadas eventuais sobreposições de campanhas, estudos, obras ou outras intervenções já em curso na região. Neste plano, portanto, deve-se considerar o seguinte conteúdo:

- Localização sugerida para os pontos de coleta;



- Quantidade de estações;
- Especificação mínima dos equipamentos;
- Tipo de amostragem (amostras compostas, pontuais, outras);
- Preservação de amostras e logística;
- Certificação exigida para os laboratórios;
- Estimativa da quantidade de amostras;
- Estimativa da quantidade de análises por parâmetro;
- Estimativa de mão de obra por categoria profissional;
- outros dados necessários ao orçamento do trabalho;
- orçamento estimativo
- produtos esperados a serem entregues pelo CONTRATADO;
- prazo estimado.

Os parâmetros de qualidade da água a serem considerados devem atender aos parâmetros estipulados na CONAMA 357/2005, sendo minimamente:

Características físicas

- Cor (uH);
- Turbidez (UNT)
- Condutividade elétrica (μ S/cm);
- Sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST) e sólidos dissolvidos totais (SDT);

Características químicas

- pH;
- Alcalinidade (mg/L CaCO₃).

Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânica

- Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L);
- Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_{5,20} (mg/L);
- Demanda Química de Oxigênio – DQO (mg/L);
- Carbono Orgânico Total – COT (mg/L).

Nutrientes

- Fósforo Total – P (mg/L);

- Série Nitrogenada (mg/L).

Indicadores Microbiológicos

- Escherichia coli – E. coli (UFC/100mL).

Metais pesados

- Alumínio – Al (mg/L);
- Bário – Ba (mg/L)
- Chumbo - Pb (mg/L);
- Cobre – Cu (mg/L);
- Cromo – Cr (mg/L);
- Ferro – Fe (mg/L);
- Manganês – Mn (mg/L);
- Zinco – Zn (mg/L).

Variáveis Orgânicas

- Óleos e graxas (mg/L);
- Surfactantes (mg/L):

Solventes orgânicos

- Benzeno (μ g/L);
- Tolueno (μ g/L);
- Xileno (μ g/L);

Para que seja possível a análise robusta da qualidade da água, é necessário que haja uma série de dados ao longo de um ano hidrológico típico, considerando período seco, período de chuvas após um período de tempo seco, e período chuvoso. Além disso, deve ser considerado dois momentos de monitoramento – um para a Carga Base e outro para Carga Difusa, conforme descrito a seguir:

Monitoramento de carga base – entende-se por carga base como a carga “natural” dos corpos hídricos somada a contribuições de descargas pontuais, quando não há contribuição de águas pluviais. Para o monitoramento de carga base, deve-se considerar coletas em tempo seco (pelo menos 3 dias anteriores sem precipitações). As campanhas deverão ser realizadas uma na estação chuvosa e outra na estação seca.

Monitoramento de carga difusa – avaliar a carga gerada pela lavagem superficial da bacia hidrográfica durante os eventos de precipitação, acrescida da lavagem da própria rede de drenagem, a qual acumula o esgoto lançado indevidamente. As campanhas deverão ser realizadas uma na estação chuvosa e outra na estação seca.

Neste sentido, considera-se que, minimamente, sejam realizadas campanhas trimestrais para a coleta de dados, para os corpos hídricos e fontes de poluição mencionados anteriormente. Os corpos hídricos a serem estudados devem ser os mesmos listados na Tabela 1 deste documento. Deve-se, no entanto, fazer uma avaliação no plano de trabalho junto a CONTRATANTE para confirmação da relevância de cada um deles para o objetivo do estudo.

Deverão ser realizadas medições de vazões e análises laboratoriais dos parâmetros conforme os indicados anteriormente. Estes dados deverão indicar as concentrações dos parâmetros, e as análises da concentração destes parâmetros fornecerão as concentrações dos lançamentos que ocorrem nos corpos hídricos e a concentração de base já existente nos rios, que serão utilizadas nos estudos de modelagem.

As amostras de água para análises laboratoriais deverão ser coletadas em superfície, com uma garrafa Van Dorn de 5 litros de capacidade, e acondicionadas em frascaria apropriada (previamente limpas e fornecidas pelo laboratório contratado), com seus respectivos conservantes, conforme o parâmetro a ser analisado nas amostras. Os frascos deverão ser armazenados em caixas térmicas com gelo e mantidos sob refrigeração entre 2 °C e 6 °C, desde o momento da coleta até o início das análises. A contratada deverá possuir certificado de acreditação para amostragem de água superficial pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Padronização – INMETRO, segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17.025.

Durante a amostragem também deverão ser realizadas medições *in situ* da profundidade de coleta, bem como dos parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido - OD, condutividade, salinidade, pH, ORP e temperatura) da água com medidor portátil multiparâmetro.

3.4 Modelagem de dispersão e autodepuração

Inicialmente deverá ser implementado um modelo hidrodinâmico em todo o domínio da área de interesse. O modelo deverá reproduzir o aporte dos canais e rios, o movimento das correntes, vazões e a variação do nível d'água, levando-se em conta os corpos hídricos selecionados no item 3.1.

Os resultados da modelagem irão fornecer as correntes que irão transportar, dispersar e diluir as concentrações dos efluentes.

A modelagem hidrodinâmica deverá ser realizada com um modelo numérico que seja capaz de resolver as equações de conservação de massa e de quantidade de movimento, prognosticando os campos de elevação da superfície e de velocidades, através da especificação de forçantes meteorológicas superficiais (vento), marés e/ou vazão.

Em seguida deverá ser implementado um modelo de transporte e dispersão de efluentes. Os resultados desse modelo deverão mostrar as condições de qualidade d'água para diferentes condições hidrológicas, hidrodinâmicas em diferentes regimes

de maré e de vazões dos rios e canais contribuintes. Os resultados do modelo de dispersão deverão mostrar também a distribuição espacial das concentrações dos diferentes parâmetros e a capacidade suporte e de autodepuração do sistema. Através da distribuição espacial buscar-se-á mapear e identificar a contribuição e o efeito de cada fonte.

A avaliação da capacidade de diluição e autodepuração deverá ser realizada a partir da análise dos parâmetros dos efluentes e vazão, nível e qualidade d'água dos corpos hídricos.

A implementação da modelagem e simulação dos cenários de transporte deverá fornecer a dispersão e diluição da pluma de efluente no corpo hídrico. A simulação da dispersão e diluição deverá ser realizada com um modelo tridimensional que seja capaz de resolver as equações de advecção-difusão-reação para uma grade computacional pré-definida e para uma larga quantidade de substâncias, para a representação da qualidade da água de ambientes naturais e para a revisão da trajetória da pluma de dispersão do efluente, considerando transformações biogeoquímicas de decaimento dos poluentes.

Na simulação de dispersão, a pluma de efluentes deverá ser representada por um constituinte conservativo adotando-se concentrações do efluente a serem fornecidas pelos levantamentos de campo, considerando os processos físicos da diluição, sem os efeitos dos processos bioquímicos.

Como resultado, deverão ser obtidas as curvas de diluição/concentração mostrando a distribuição espacial das concentrações. Essa abordagem conservadora permitirá determinar as dimensões máximas da zona de mistura gerada pelo aporte de cada canal ou rio.

Deverá ser realizada uma simulação específica para analisar a dispersão de *E. coli* considerando os valores dos aportes identificados nos levantamentos de campo. Essa simulação deverá considerar as concentrações iniciais e o decaimento dado pelo T_{90} local.

Para a simulação da capacidade de autodepuração deverão ser considerados os processos hidrológicos, físicos, químicos e biológicos. Deverá ser realizada modelagem, baseada no balanço de oxigênio proposto por Streeter e Phelps, para a simulação dos parâmetros básicos OD e DBO, permitindo a determinação do perfil de oxigênio dissolvido e da degradação da DBO ao longo dos corpos hídricos.

Desta forma, os resultados também deverão ser apresentados na forma de curva de permanência, que deve indicar a relação de frequência e concentração dos parâmetros de qualidade da água. Ou seja, deve mostrar a probabilidade de ocorrência ao longo do tempo de uma série determinada.

Os resultados da modelagem deverão indicar, portanto, a diluição dos efluentes lançados ao longo dos corpos hídricos, permitindo uma avaliação da concentração do efluente em função da distância dos pontos de lançamento. Assim será possível definir a distribuição espacial das concentrações e a qualidade do corpo receptor.

Estes resultados deverão ser analisados, ainda, através de índices de conformidade em relação à Classe de Enquadramento, considerando o ano hidrológico típico.

4 Considerações finais

A avaliação da qualidade da água de corpos hídricos, no âmbito de estudo de bacias hidrográficas, está intrinsecamente relacionada à disponibilidade de informações necessárias para tal avaliação.

A construção de um modelo robusto capaz de simular as condições de lançamentos de efluentes atuais, pontuais e difusas, bem como avaliar a qualidade das águas dos corpos hídricos, depende da existência de dados suficientes para sua elaboração. Tais dados devem existir tanto em quantidade adequada para a inserção dos pontos de lançamentos de efluentes no modelo como em qualidade, ou seja, contendo, pelo menos, localização geográfica dos pontos, vazão dos efluentes e concentrações dos parâmetros de interesse, todos esses dados espaçados temporalmente em escala adequada à análise que se deseja realizar. Principalmente para as fontes difusas, deve-se atentar à metodologia de coleta dos dados, dadas as dificuldades de identificação dos pontos de contribuição que as redes pluviais recebem.

Além disso, são necessários dados de qualidade de águas dos corpos hídricos a serem modelados, de forma a se conhecer o cenário atual, ou seja, suas condições de base.

Desta forma, com a inexistência de dados suficientes para a construção do modelo de qualidade das águas definido no Termo de Referência da “Elaboração do Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV)”, este documento trouxe as recomendações para a coleta dos dados necessários e construção do modelo.

Por fim, destaca-se que o enquadramento dos corpos hídricos da região de estudo é, predominantemente, nas Clases 1 e 2. É possível afirmar que isto confere um desafio para a gestão da qualidade das águas, visto que o esforço para se garantir o enquadramento será maior por representarem classes mais restritivas quanto aos usos permitidos e limites dos parâmetros de qualidade da água. Neste sentido, prevê-se que a boa qualidade da água deve incluir ações de fiscalização, monitoramento e controle de lançamentos de efluentes e cargas poluidoras, em uma área de atividades e usos diversos, localizada em uma das regiões mais desenvolvidas do país.

5 Referências

ADASA/UNESCO. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais do Distrito Federal. Brasília: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, 2018. 329 p.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH, 2015. Conjuntura da Gestão de Recursos Hídricos no Estado do Espírito Santo. Relatório-Síntese 2014, Vitória, jan. 2015.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH, 2020 (coord.). Diagnóstico e prognóstico das condições de uso da água na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte. Relatório da Etapa B – Diagnóstico e Prognóstico, jan. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA, 2021a. Portal da Qualidade das Águas. Enquadramento – Bases conceituais. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>>. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA, 2021b. Portal da Qualidade das Águas. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. 2021.

BRASIL, 2000. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de março de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 jan. 2001. Seção 1, p. 70-71.

BRASIL, 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

BRASIL, 2008. Resolução CNRH nº 91, de 05 de novembro de 2008. Procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 fev. 2009.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2020. Deliberação CERH nº 003 de 27 de agosto de 2020. Homologação da Deliberação nº 07/2016 do CBH do Rio Jucu. Publicado no Diário Oficial do Estado do Espírito Santo em 31 de agosto de 2020.

CONSÓRCIO TETRA TECH – CONCREMAT, 2020. Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV) - Produto P4.1 – Diagnóstico Prévio. 2020.

ESPÍRITO SANTO, 2014. Lei nº 10.179, de 18 de março de 2014, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo (SIGERH/ES).

IEMA, 2015. Projeto de restauração e conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos no estado do Espírito Santo, nas bacias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória - RELATÓRIO TÉCNICO 2 – Volume I, nov. 2015.

IEMA, 2016a. Projeto de restauração e conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos no estado do Espírito Santo, nas bacias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória - Relatório Síntese, abr. 2016.

IEMA, 2016b. Projeto de restauração e conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos no estado do Espírito Santo, nas bacias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória - Relatório da Etapa A, mar. 2016.

PREFEITURA DE GUARAPARI, 2021. Balneabilidade das Praias de Guarapari - Resultado divulgado dia 26/02/2021. Disponível em: <<https://www.guarapari.es.gov.br/pagina/ler/2086/balneabilidade>>.

PREFEITURA DE VILA VELHA, 2021. Resultado da balneabilidade – 08 de novembro de 2021. Disponível em: <<https://www.vilavelha.es.gov.br/paginas/meio-ambiente-resultado-da-balneabilidade>>.

PREFEITURA DE VITÓRIA, 2021. Qualidade das águas das praias de Vitória – Resultados válidos até 18/11/2021. Disponível em: <<https://www.vitoria.es.gov.br/balneabilidade.php>>.

PREFEITURA DE SERRA, 2021. Balneabilidade das praias – Resultados de 08/11/2021. Disponível em: <<http://www.serra.es.gov.br/pagina/balneabilidade-das-praias>>.