

Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras

PLANO DE TRABALHO (IV Termo Aditivo ao Contrato de Serviço nº 14/2022)

Revisão 01
Setembro de 2024

Agente Financiador:
Comitê de Bacia Hidrográfica



Entidade Delegatária



Entidade Executora



Índice Geral

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVO.....	4
2.1	Objetivos específicos	4
3	Área de estudo	5
3.1.1	Rio Iriry	8
3.1.2	Rio Jundiá.....	9
3.1.3	Rio das Ostras	10
3.1.4	Canal das Corujas.....	10
4	METODOLOGIA.....	14
4.1	Pontos amostrais	14
4.2	Atividades de campo.....	16
4.2.1	Amostragem de águas superficiais	16
4.3	Atividades de laboratório.....	18
4.3.1	Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos	18
4.3.2	Ensaio Laboratoriais.....	19
4.4	Avaliação dos Resultados das Análises.....	20
4.4.1	Obtenção de dados secundários.....	20
4.4.2	Índice de Qualidade de Água (IQA).....	21
4.4.3	Análises estatísticas.....	30
4.5	Produtos a serem entregues.....	31
4.5.1	Plano de Trabalho.....	31
4.5.2	Relatórios Técnicos Parciais (R-11, R-12, R-13, R-14 e R-15).....	31
4.5.3	Relatório Consolidado Final e Diagnóstico da qualidade da água	32
4.5.4	Planilha de Dados Brutos.....	35
4.5.5	Apresentação dos Resultados.....	35
5	Equipe Técnica.....	36
6	Cronograma previsto	37
	REFERÊNCIAS	39
	ANEXOS	45

1 INTRODUÇÃO

A água superficial é de extrema importância, já que é um componente crucial para a formação do ambiente, para a saúde ambiental e humana, bem como para vários processos domésticos e industriais (MIRZAEI et al. 2016; EJIGU et al. 2021; NGUYEN; HUYNH, 2022). Entretanto, esse recurso tem sido impactado por distintas atividades antrópicas como o aumento da urbanização, industrialização e atividades agrícolas (BASHIR et al. 2020). E por consequência de tais atividades, as águas superficiais são impactadas pela ocorrência excessiva de nutrientes, que favorecem processos de eutrofização artificial, além do aporte de matéria orgânica e inúmeros poluentes que têm colocado em risco a qualidade dos ambientes aquáticos (YANG et al. 2008; EJIGU et al. 2021).

Salienta-se que os rios, por conta da sua função de transporte de águas residuais e escoamento agrícola em suas bacias de drenagem, são considerados corpos hídricos mais suscetíveis à contaminação (SINGH; MALIK; SINHA, 2005). Além disso, a qualidade da água desses ambientes aquáticos corresponde aos efeitos agregados de inúmeros aspectos ao longo dos cursos de água e é impactada pelas características da bacia hidrográfica (MASSOUD, 2012). Destaca-se ainda que os rios constituem os recursos hídricos essenciais para uso doméstico, industrial e de atividades de irrigação, logo, é crucial atuar no controle e prevenção de fontes poluidoras como forma de garantir uma gestão hídrica eficaz (SINGH et al. 2004).

À vista disso, o monitoramento ambiental se apresenta como uma ferramenta de grande importância na gestão do meio ambiente, uma vez que permite a obtenção e análise sistemática das informações ambientais e assim auxiliar na tomada de decisão de gestores ambientais (BRASIL, 1981; MORESI, 2001; POZZA; SANTOS, 2015). O estudo ambiental em águas superficiais auxilia na compreensão da evolução da qualidade hídrica, no levantamento de áreas prioritárias para atuar em medidas preventivas e corretivas, no diagnóstico para qualidade para seus usos diversos, fortalecimento de normativas, dentre outros (POZZA; SANTOS, 2015).

Nesse contexto, o monitoramento da qualidade das águas da bacia do Rio das Ostras permitirá diagnosticar a qualidade da água na região e propor medidas para a operação e uso sustentável dos recursos hídricos. Além disso, o monitoramento ambiental realizado proporcionará uma melhor compreensão da influência da salinidade na bacia

hidrográfica, um aspecto crucial, uma vez que, segundo a literatura, a influência da maré nessa região se estende até 6 km a montante da foz (CBH Macaé Ostras, 2012).

Diante do exposto, o presente plano de trabalho tem como finalidade apresentar a execução deste monitoramento, suas distintas etapas, além da equipe técnica diretamente envolvida e respectivo cronograma. Ressalta-se que a empresa Centro de Biologia Experimental Oceanus LTDA possui credenciamento e atende aos Planos de Monitoramento Sistemáticos de Qualidade do Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ), atendendo aos critérios estabelecidos pela Deliberação CECA nº 707 de 12/09/1985, atualmente regido pela NOP-INEA-003-Revisão 02. No Anexo 1 é apresentado o Certificado de Credenciamento de Laboratório (CCL) junto ao INEA. Além disso, a empresa possui acreditação ABNT NBR/ISO/IEC INMETRO 17.025, conforme consta no Anexo 2 seu respectivo Certificado.

2 OBJETIVO

O presente Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade na Bacia do Rio das Ostras tem como objetivo geral analisar, monitorar e diagnosticar a qualidade da água com disposição para agregar informações aos bancos de dados da Região Hidrográfica VIII-Macaé e das Ostras.

2.1 Objetivos específicos

- Realizar campanhas de monitoramento;
- Reunir e organizar os dados brutos levantados durante o período de monitoramento em planilhas, de acordo com o previsto no escopo do projeto;
- Analisar as amostras e elaborar relatórios técnicos referentes às campanhas e comparar os resultados com a legislação vigente;
- Elaborar relatório com análises estatísticas com a finalidade de caracterizar o Diagnóstico da Qualidade das Águas na Bacia Rio das Ostras;
- Apresentar os resultados obtidos no monitoramento ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé).

3 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio das Ostras faz parte da Região Hidrográfica VIII (RH VIII), possui 157 Km² de área, em que 92,5% pertencem ao município de Rio das Ostras e 7,5% ao município de Casimiro de Abreu. A bacia (Figura 3-1) está localizada entre as coordenadas paralelas 22°20' e 22°35' Sul e os meridianos 41°45' e 42°05' Oeste, abrangendo a região conhecida como as baixadas litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, localizando-se na faixa costeira central-norte do Estado. Além disso, a bacia do rio das Ostras faz fronteira com a Região Hidrográfica Lagos São João (CBH Macaé Ostras, 2024a) e apresenta suas nascentes no complexo de serras isoladas, situadas na região de Cantagalo (JARDIM, 2020). É caracterizada por ter influência de marés sobre os rios, com entrada salina até o trecho em que o Canal das Corujas deságua no rio das Ostras (PRIOSTE, 2007). Ao longo da bacia são observadas pastagens, alagados e uma área de manguezal protegida por regulamentações estaduais e federais (BARROSO, 2016).

Segundo o Relatório da Caracterização da Área de Estudo da Região Hidrográfica VIII - Macaé e das Ostras, são observadas duas estações bem definidas, caracterizadas por verão quente e úmido e inverno frio e seco, com períodos mais chuvosos de novembro a março (médias mensais superiores a 100 mm) e épocas mais secas de maio a setembro (médias mensais inferiores a 50 mm). Esse regime climático tem um impacto direto nas características hidrodinâmicas dos rios da região, constituindo elementos de análise importantes para o entendimento do regime fluvial nos diferentes tipos de rios na região hidrográfica (CBH Macaé Ostras, 2012).

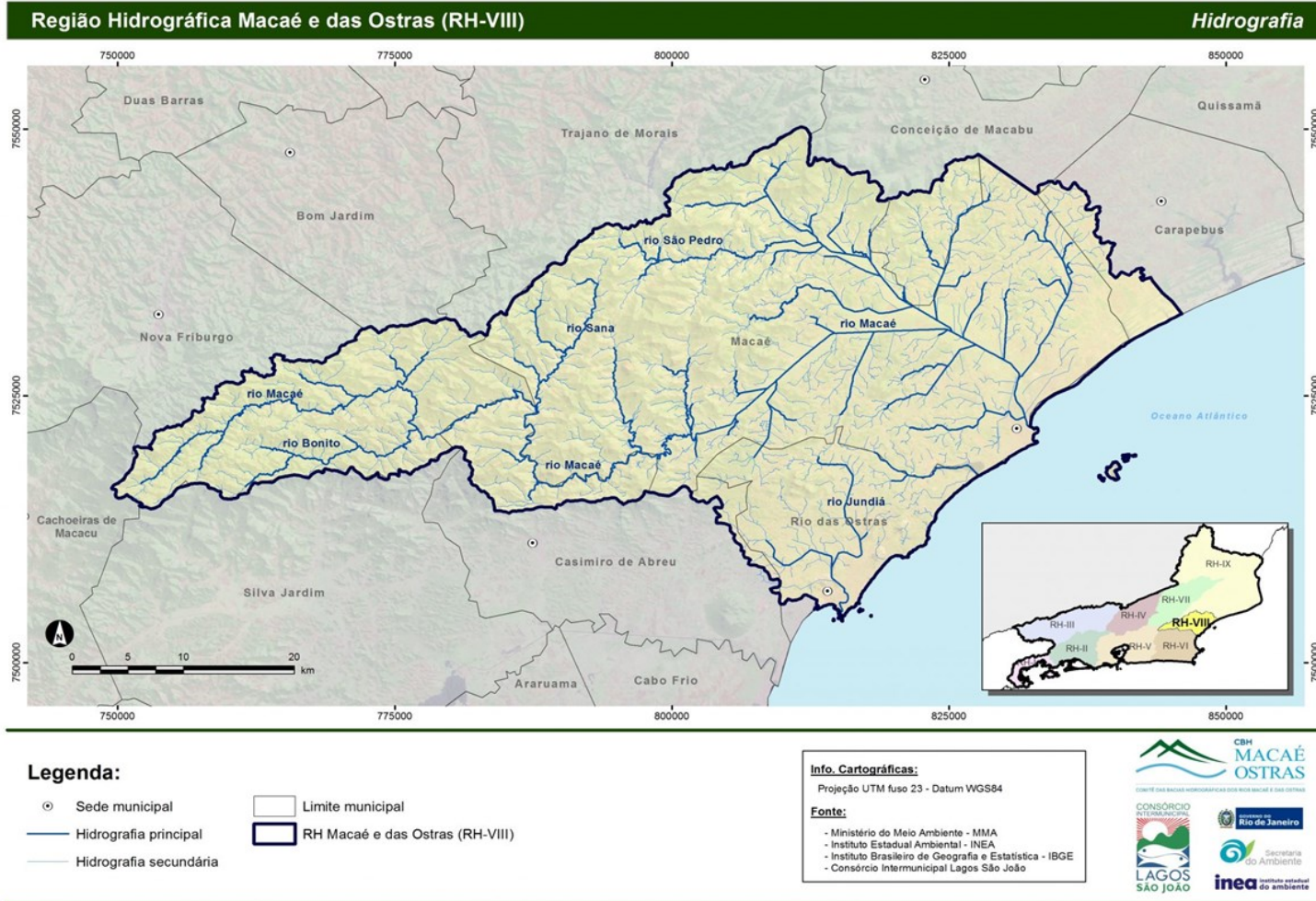
De acordo com a classificação de KÖPPEN (1948), a RH Macaé e das Ostras apresenta clima tropical úmido (Aw) nas porções dos médios e baixos cursos dos seus rios, e clima tropical de altitude com verões quentes (Cwa) na porção dos altos cursos do rio Macaé e de seus afluentes pela margem esquerda. Estudos pretéritos realizados na região demonstram uma temperatura média anual de 23,2 C na parte baixa da RH e 18,1°C na parte alta da RH (CBH Macaé Ostras, 2024a).

Essa região hidrográfica se confronta a oeste com a bacia do rio São João, ao norte com a bacia do rio Macaé e a leste com a bacia da lagoa Imboassica e tem uma área de drenagem de 77 Km².

O rio das Ostras é um corpo hídrico meandrante, formado pela confluência dos rios Iriry (porção oeste) e Jundiá (porção leste) e percorre, aproximadamente, no sentido

noroeste-sudeste, 30 km até sua foz, na Boca da Barra. Em sua foz há intensa modificação do curso original, uma vez que passa por trecho com alto grau de urbanização, com a presença de áreas de várzea e mangue aterradas e grandes trechos retificados (GOMES,2009).

Figura 3-1 – Localização da Bacia Hidrográfica Rio das ostras no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: CBH Macaé Ostras (2024b).

3.1.1 Rio Iriry

O rio Iriry (Figura 3-2) possui cerca de 9,3 km de comprimento e nasce em altitudes superiores a 300 m entre as serras de Jundiá, Seca e Careta em um local devastado (BIDEGAIN; VÖLCKER, 2004). Esse rio ocupa a maior parte da região oeste da bacia hidrográfica do rio das Ostras e fica localizado na zona rural e em áreas de potencial expansão urbana (PRIOSTE, 2007; JARDIM, 2020). No núcleo urbano, o rio Iriry tem mostrado sinais de degradação, como em Rocha Leão, em que apresenta leito arenoso e margens erodidas sem proteção. Cabe salientar que, por conta de atividades de pecuária e agricultura, alguns trechos do rio foram retificados e houve a remoção de partes da mata ciliar (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO DAS OSTRAS, 2006).

Os rios Iriry e Jundiá são os dois principais afluentes do rio das Ostras. No ponto em que se unem, na Zona de Expansão Urbana nas proximidades do loteamento Chácara Mariléa e a localidade Nova Cidade, nas margens esquerda e direita, respectivamente, o leito do rio é bastante assoreado, de fundo lodoso e com um canal central em forma de “V” com mais de 2 m de profundidade (BIDEGAIN; VÖLCKER, 2004). Nesse local há mangue bem desenvolvido e marca o início de Rio das Ostras (BIDEGAIN; VÖLCKER, 2004).

Figura 3-2 – Afluente do rio Iriry.



Fonte: Arquivo Oceanus.

3.1.2 Rio Jundiá

O rio Jundiá (Figura 3-3) nasce a oeste do povoado de Cantagalo entre as serras do Poeta e Careta a 250 m de altitude. Ele apresenta 16,5 km de comprimento e um pouco mais de 4 m de largura. Com características distintas do rio Iriry, o rio Jundiá apresenta leito pedregoso e águas claras (BIDEGAIN; VÖLCKER, 2004). No entanto, esse rio apresenta as margens, na maior parte de sua extensão, sem vegetação, com pontos de erosão. Em torno desse rio existem problemas associados à ocupação irregular, despejo irregular de esgoto e lixo. Em determinados trechos do rio, a vegetação foi removida para atividades de pecuária e agricultura (GOMES, 2009). Ademais, Cantagalo tem sofrido impacto da pressão imobiliária que tem gerado ocupação desordenadas em seu território (JARDIM, 2020), o que também pode causar impactos sobre a qualidade das águas desse corpo hídrico. Além dos fatores supracitados, ocorre frequentemente ocupações irregulares nas margens desse rio contribuindo para processos de assoreamento (JARDIM, 2020).

Figura 3-3 – Rio Jundiá.



Fonte: Arquivo Oceanus.

3.1.3 Rio das Ostras

O rio das Ostras nasce da confluência entre os rios Iriry e Jundiá, possui 77 km² de área de drenagem e percorre cerca de 30 km no sentido noroeste-sudeste até a sua foz junto à Boca da Barra (BIDEGAIN; VÖLCKER, 2004; CILSJ, 2022). O curso hídrico possui influência antrópica, principalmente na sua foz, que possui margens estreitas (10 m) e profundidade de 30 cm na maré baixa (Figura 3-4). Por apresentar baixa declividade do terreno, os cursos d'água da bacia do rio das Ostras sofrem a influência do regime de marés, em que esses efeitos de remanso podem chegar a 6 km a partir da foz (CILSJ, 2022).

Os trechos do rio situados em áreas urbanas sofrem com diferentes tipos de ocupações, como espontâneas, loteamentos legais e clandestinos. Por conta desses processos, parte do manguezal foi aterrado e a vegetação nativa foi suprimida (GOMES, 2009).

Figura 3-4 – Rio das Ostras.



Fonte: Arquivo Oceanus.

3.1.4 Canal das Corujas

O Canal das Corujas (Figura 3-5) é originalmente uma planície embrejada, com parte parcialmente aterrada, onde no centro foi aberto um canal artificial para desaguar

no rio das Ostras (PRIOSTE, 2007). O canal apresenta 5 m de largura e pequena profundidade com baixa energia. O canal se caracteriza como área deposicional de areias e argilas, e, principalmente, material antrópico de diversos matizes, o que acarreta seu assoreamento. Com elevada degradação, o canal apresenta histórico de ocorrência de extravasamentos, o que gera riscos à população da região. Problemas com odores, poluição e enchentes são verificados pela população que mora em torno desse canal (PRIOSTE, 2007).

Figura 3-5 – Canal das Corujas.

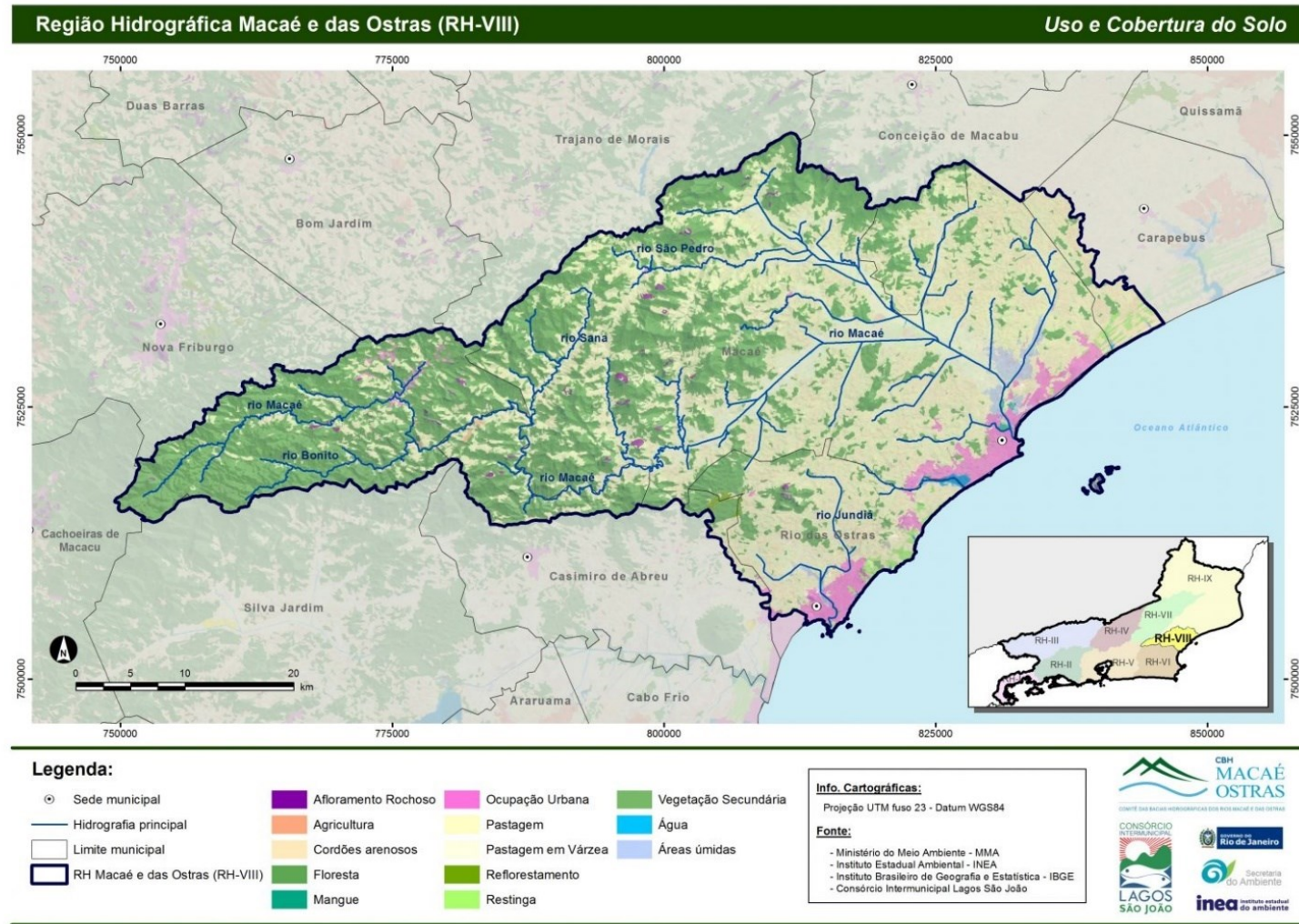


Fonte: Arquivo Oceanus.

No que diz respeito ao uso e à ocupação dos corpos hídricos mencionados anteriormente, destaca-se que o rio Iriry e o rio Jundiá são caracterizados por áreas de pastagem de várzea, trechos com ocupação urbana e presença de vegetação secundária, embora esta última seja pouco significativa. Além disso, por meio de imagens de satélite, é possível observar os processos de assoreamento nos rios, sendo que no rio Iriry também se identificam atividades agrícolas. Quanto ao Canal das Corujas e ao rio das Ostras, esses corpos hídricos são marcados pela urbanização (Figura 3-6). Destaca-se que

alguns fatores previamente mencionados, podem impactar a qualidade hídrica e auxiliar na compreensão dos resultados das variáveis ambientais analisadas.

Figura 3-6 – Uso e cobertura do solo que podem impactar a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do rio das Ostras.



Fonte: CHB Macaé Ostras (2024b)

4 METODOLOGIA

4.1 Pontos amostrais

Serão coletadas amostras de água superficial em 7 (sete) pontos distintos na Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras conforme Quadro 4-1 e na Figura 4-1, como apresentado no Termo de Referência. Cabe destacar que os parâmetros salinidade e condutividade serão avaliados na superfície e no fundo da coluna d'água.

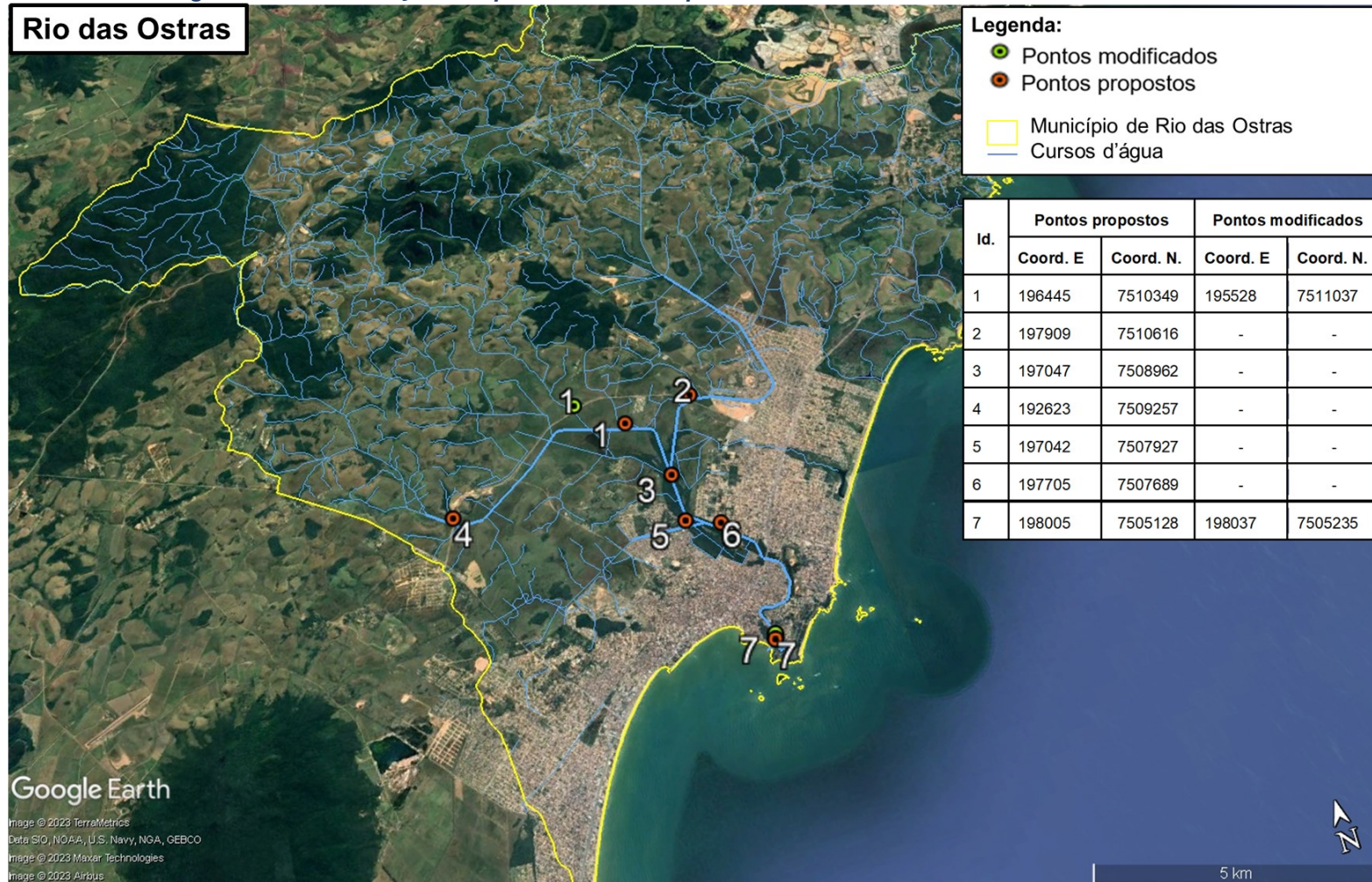
Ressalta-se que durante o primeiro e segundo ano de monitoramento 2 pontos foram realocados com anuência da fiscalização. Os pontos realocados são: Ponto 1 alocado para o afluente do rio Iriry devido à falta de acessibilidade na localização original; e Ponto 7, também realocado por falta de acessibilidade até a coordenada original.

Quadro 4-1 – Localização dos pontos amostrais segundo suas coordenadas geográficas, referências, profundidade e largura.

Pontos Amostrais	Referência	Coordenadas (UTM) – Zona 24		Largura (m)	Profundidade (m)
		E	S		
E1*	Afluente do Rio Iriry	195528	7511037	8	1
E2	Rio Jundiá, logo a montante de deságue no rio das Ostras	197909	7510616	5	1,5
E3	Rio das Ostras, logo a jusante do encontro dos rios Iriry e Jundiá	197047	7508962	20	1,5
E4	Rio Iriry, na intersecção com a rodovia Eng° Luiz Gonzaga Quirino Tannus	192623	7509257	12	1
E5	Canal das Corujas, logo a montante de seu deságue no rio das Ostras	197042	7507927	30	1,5
E6	Rio das Ostras, logo a jusante da foz do Canal das Corujas	197705	7507689	25	1,5
E7*	Rio das Ostras, à montante da sua Foz, após a área urbana	198037.24	7505235.34	30	2,5

Legenda: Pontos E1 e E7 foram realocados.

Figura 4-1 – Localização dos pontos de coleta para monitoramento e as coordenadas em UTM.



Fonte: Google Earth.

4.2 Atividades de campo

4.2.1 Amostragem de águas superficiais

As coletas irão ocorrer com frequência bimestral por um período de 12 (doze) meses, totalizando 5 (cinco) saídas de campo, segundo consta no cronograma de execução previsto no Item 6.

As coletas serão realizadas em pontos afastados das margens dos corpos hídricos para diminuir sua influência nas amostras coletadas. Tendo em vista que a acessibilidade dos pontos pode ser prejudicada pela possibilidade de estarem em áreas particulares e dependerem de autorização (E1), acesso não utilizado com frequência (E3), que com o tempo pode ter se tornado inviável, de segurança da equipe (E6) entre outros fatores, sua exata localização poderá sofrer ajustes, desde que preservada as características definidas para os pontos e com anuência da fiscalização.

As campanhas de amostragem serão previamente agendadas, segundo o cronograma de execução previsto, e serão confirmadas com, no mínimo, 10 (dez) dias de antecedência. Para a definição de datas de coletas, serão considerados os períodos de marés de sizígia, a fim de tornar os dados comparáveis entre as campanhas.

As coletas e análises das amostras serão realizadas pelo Centro de Biologia Experimental Oceanus, acreditado pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 e INEA CCL Nº IN010534, de acordo com as normas nacionais e internacionais de monitoramento, obedecendo a critérios rígidos de confiabilidade, sendo todos os parâmetros analisados parte do escopo e matriz do credenciamento. Os responsáveis pela coleta de amostras sempre estarão identificados com uniforme do laboratório e utilizando EPIs adequados para cada tipo de amostragem, como, por exemplo, luva cirúrgica ou de borracha de látex, óculos de proteção, entre outros. A equipe sempre irá observar e obedecer às orientações de cada local ou ambiente onde será realizada a amostragem e em observância às Normas Regulamentadoras – NR 6 (Equipamento de Proteção Individual – EPI) e NR 17 (Ergonomia).

A localização dos pontos será obtida por meio do Sistema Global de Posicionamento (GPS) a partir das informações fornecidas pelo Consórcio Intermunicipal Lagos São João, com o auxílio de um profissional responsável pela coleta.

A coleta de amostras de água será realizada com o uso de um balde de inox e os parâmetros físico-químicos da água como condutividade, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, temperatura da água, turbidez e condutividade serão medidos *in situ*, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros previamente calibrada, como ilustrado na Figura 4-2.

Figura 4-2 – Imagem ilustrativa da utilização do balde de inox e sonda multiparâmetro.



Fonte: Arquivo Oceanus.

A fim de minimizar os riscos de contaminação das amostras, os equipamentos utilizados durante o processo serão desinfetados com álcool 70%. As amostras serão preservadas com os reagentes específicos, conforme recomendado pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 23rd ed., 2017) e o Guia de Coletas da Agência Nacional de Águas – ANA, CETESB (2011), e mantidas sob refrigeração de < 5°C até a entrega ao laboratório.

Finalizadas as coletas, as amostras serão enviadas ao laboratório para análise. Para o controle, identidade e integridade das amostras em todas as etapas do processo, serão utilizadas Cadeias de Custódia.

4.3 Atividades de laboratório

4.3.1 Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos

Serão analisados 14 (quatorze) parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em todos os pontos de coleta, conforme Quadro 4-2.

Quadro 4-2 – Parâmetros da qualidade da água a serem analisados nos pontos de coleta em diferentes profundidades.

Parâmetros a serem analisados	Profundidade a ser coletada em todos os pontos Amostrais	
	Superfície	Fundo
DBO - 5 dias	X	
pH	X	
Fósforo Total	X	
Coliformes termotolerantes	X	
Nitrogênio Total	X	
Oxigênio Dissolvido	X	
Salinidade	X	X
Condutividade	X	X
Temperatura	X	
Sólidos Totais	X	
Fosfato	X	
Nitrato	X	
Sólidos Dissolvidos totais	X	
Turbidez	X	

Os resultados obtidos, através das análises dos parâmetros acima descritos, serão avaliados de acordo com as normativas estabelecidas pela Resolução CONAMA n°357/2005, para águas doces de classe 2. Segundo a normativa supracitada serão consideradas de classe 2 as águas doces que não tiverem aprovado seus respectivos enquadramentos.

Como a região pode sofrer influência do mar e as águas apresentarem concentrações de salinidade superiores a 0,5 ‰ serão utilizados como referência os limites estabelecidos para classe 1, de águas salobras e salinas.

Destaca-se ainda que a salinidade e a condutividade serão analisadas na superfície e fundo para verificar se há uma estratificação halina da coluna d'água. Já que o estuário de rio das Ostras é influenciado pelas marés, que adentra o rio por regimes de micromarés e da intrusão da cunha salina que pode chegar aproximadamente a 6,0 km para o interior do continente, dependendo do volume dos rios e da precipitação (BARROSO; MOLISANI, 2019). Além disso, as análises desses dois parâmetros em diferentes estratos podem indicar os efeitos da pluviosidade e dos processos de misturas de águas.

4.3.2 Ensaios Laboratoriais

As metodologias das coletas e análises físico-químicas e microbiológicas (descritas no Quadro 4-3) estão de acordo com os requisitos estipulados pela Norma ABNT NBR ISO/IE, em especial a norma revisada NIT-DICLA-057 e pelas Instruções de Segurança na Manipulação de Reagentes e Soluções a seguir:

- *Standards Methods for Examination of Water and Wastewater*, 23^a Ed, 2017 (APHA, 23rd ed., 2017).
- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos da ANA (CETESB, 2011).

Quadro 4-3 – Metodologias de referência empregadas nas análises de cada parâmetro.

Parâmetro	Unidade	Metodologia de Referência
DBO - 5 dias	mg/L	SMWW 5210 B
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	SMWW 9221 E
Fósforo Total	mg/L	EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Total	mg/L	ASTM D5176-08
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SMWW 4500-O G
pH	N.A.	SMWW 4500-H B
Condutividade:	µS/cm	SMWW 2510 B
Salinidade	‰	SMWW 2520 B
Sólidos Totais	mg/L	SMWW 2540 B
Temperatura	°C	SMWW 2550B

Parâmetro	Unidade	Metodologia de Referência
Fosfato	mg/L	SMWW 4500-P E
Nitrato	mg/L	D09727_02_Insert_Environmental_TON Vanadium Vanadium Chloride reduction - Part Thermo Fisher Scientific
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2540 C
Turbidez	UNT	SMWW 2130B

4.4 Avaliação dos Resultados das Análises

4.4.1 Obtenção de dados secundários

Os resultados das análises dos parâmetros da qualidade da água avaliados por este Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos serão comparados com as normativas estabelecidas nas Resoluções CONAMA n° 357/2005, de acordo com a classe 2 para águas doces e classe 1 para águas salobras e salinas (CONAMA, 2005). Devido a influência da maré nos pontos coletados, os parâmetros também serão analisados considerando a salinidade obtida na amostra no momento da coleta.

Além desta comparação, será realizada a comparação com dados pretéritos do corpo hídrico analisado, com outros trabalhos de monitoramento correlatos, teses, dissertações e artigos científicos em uma análise crítica das informações adquiridas no monitoramento específico. Dentre os documentos consultados estarão presentes os relatórios de qualidade de água produzidos pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras além dos artigos e documentos encontrados pelo método de busca.

Os dados serão analisados de maneira integrada, levando em consideração o entorno dos pontos selecionados, a precipitação durante os períodos de coleta a partir de dados oficiais do INMET (2023) para a estação de Macaé (CEMADEM – A608). Também será realizado o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) que será mais bem detalhado no item 4.4.2.

A análise técnica irá, quando possível, identificar a origem dos processos antrópicos e/ou naturais que contribuíram para o atual cenário, e apontar (quando possível) ações que permitam realizar a melhoria da qualidade da água encontrada em curto e médio prazo.

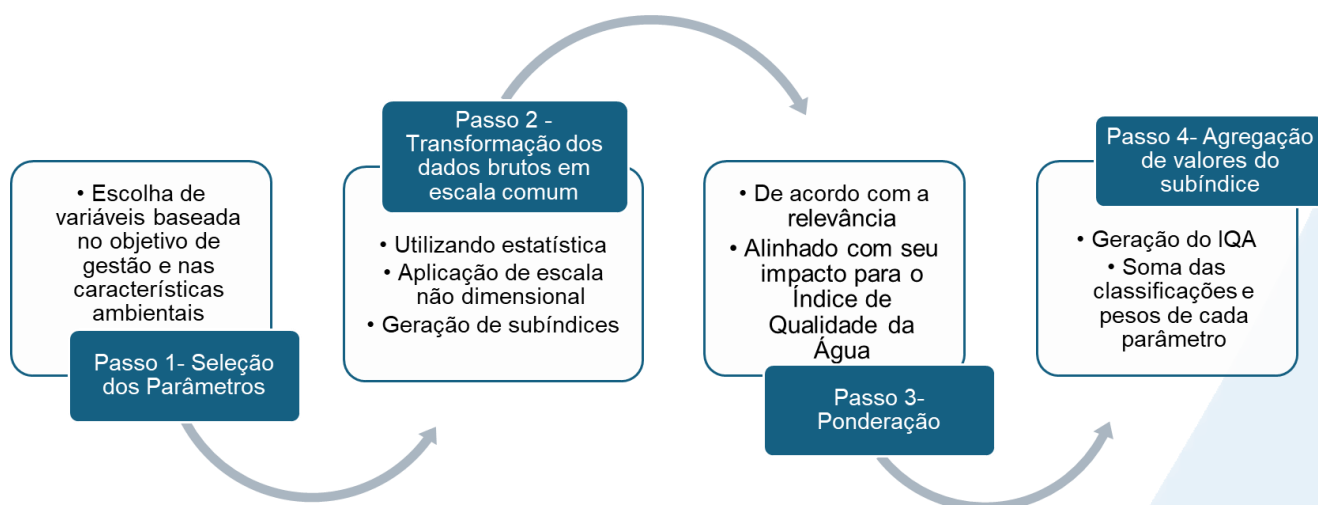
4.4.2 Índice de Qualidade de Água (IQA)

A gestão da qualidade hídrica necessita de análises de vários dados de qualidade da água que muitas vezes podem ser complexos de avaliar e sintetizar (UDDIN; NASH; OLBERT, 2021). Nesse sentido, uma série de ferramentas foram elaboradas como forma de avaliar de forma holística os dados de qualidade da água, e uma dessas ferramentas é o Índice de Qualidade de Água (IQA) (UDDIN; NASH; OLBERT, 2021). Esse índice geralmente é utilizado por gestores e agências de gerenciamento/abastecimento, pois permite a visualização dos dados de fácil compreensão e disseminação para a sociedade, além de fornecer subsídios para a modificação de políticas ambientais (TYAGI et al. 2013; UDDIN; NASH; OLBERT, 2021).

O Índice de Qualidade de Água é um instrumento matemático utilizado para transformar uma grande quantidade de resultados, referentes às características da água, em um único número que corresponde ao nível de qualidade hídrica. A utilização desse método é considerada uma prática simples, já que permite a categorização da qualidade da água (SÁNCHEZ, 2007).

O IQA usualmente abarca quatro processos ou componentes. O primeiro refere-se à seleção das variáveis ambientais. O segundo corresponde à análise de cada parâmetro e conversão em um subíndice adimensional de valor único. Já o terceiro é o fator de ponderação de cada parâmetro de qualidade da água e o quarto diz respeito ao índice final de qualidade apresentando um valor único, que é calculado utilizando a função de agregação usando os subíndices e fatores de ponderação para todos os parâmetros selecionados (UDDIN; NASH; OLBERT, 2021). As etapas previamente mencionadas para o desenvolvimento e elaboração do IQA estão apresentadas de forma resumida no esquema abaixo (Figura 4-3).

Figura 4-3 – Esquema das etapas do desenvolvimento do IQA.



Fonte: Adaptado de Chidiac et al. (2023).

No atual monitoramento ambiental referente ao “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade na Bacia do Rio das Ostras”, são utilizados dois índices: o IQA desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o IQA da *National Sanitation Foundation* (NSF), método usado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Comparar essas duas metodologias (IQA CETESB e IQA NSF) tem como objetivo compreender como os resultados se distribuem nas categorias de classificação da qualidade da água, considerando que existem diferenças nas faixas de classificação, algumas mais restritivas e outras menos restritivas. Além disso, pretende-se analisar como as diferenças nas variáveis selecionadas por cada metodologia podem impactar os resultados obtidos. Essas informações servirão para subsidiar a tomada de decisão dos gestores ambientais e promover uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos. A diferença de cada método e demais caracterizações estão descritas nos tópicos a seguir.

4.4.2.1 IQA - *National Sanitation Foundation* (NSF)

O IQA da Fundação Nacional de Saneamento dos Estados Unidos, a *National Sanitation Foundation* (NSF), é baseado em um modelo desenvolvido por Robert Brown em 1965 com uma versão alterada do modelo proposto por Horton, no entanto, com maior

criticidade na seleção dos parâmetros selecionados (LUMB et al. 2011; SILVEIRA, 2018). O modelo foi elaborado por Brown juntamente com 142 especialistas, no qual 9 variáveis ambientais foram escolhidas para representar a qualidade da água (INEA, 2019).

O IQA é composto por nove parâmetros apresentados no Quadro 4-4, cujos respectivos pesos (w) foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água.

Tendo em vista que os pesos (w) das variáveis podem variar de acordo com o Estado, para esse programa de monitoramento será utilizada a ponderação estabelecida pela NSF, que é o padrão adotado pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA). Essa padronização dos pesos permite a comparação entre as informações obtidas e as informações disponibilizadas nos Boletins do órgão.

Quadro 4-4 – Parâmetros de qualidade da água que compõem o IQA NSF e respectivos pesos.

Parâmetro de Qualidade da Água	Unidade de medida	Peso (W)
Oxigênio dissolvido (OD)	% de Saturação	0,17
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,16
Potencial hidrogeniônico - pH	-	0,11
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L O ₂	0,11
Temperatura da água	°C	0,10
Nitratos	mg/L	0,10
Fosfato total	mg/L	0,10
Turbidez	uT	0,08
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	0,07

Fonte: INEA (2019).

Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida, conforme a Figura 4-4. Para cada variável, foi traçada uma curva de qualidade, a qual correlaciona sua concentração a uma nota (q_i), pontuada de zero a 100.

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

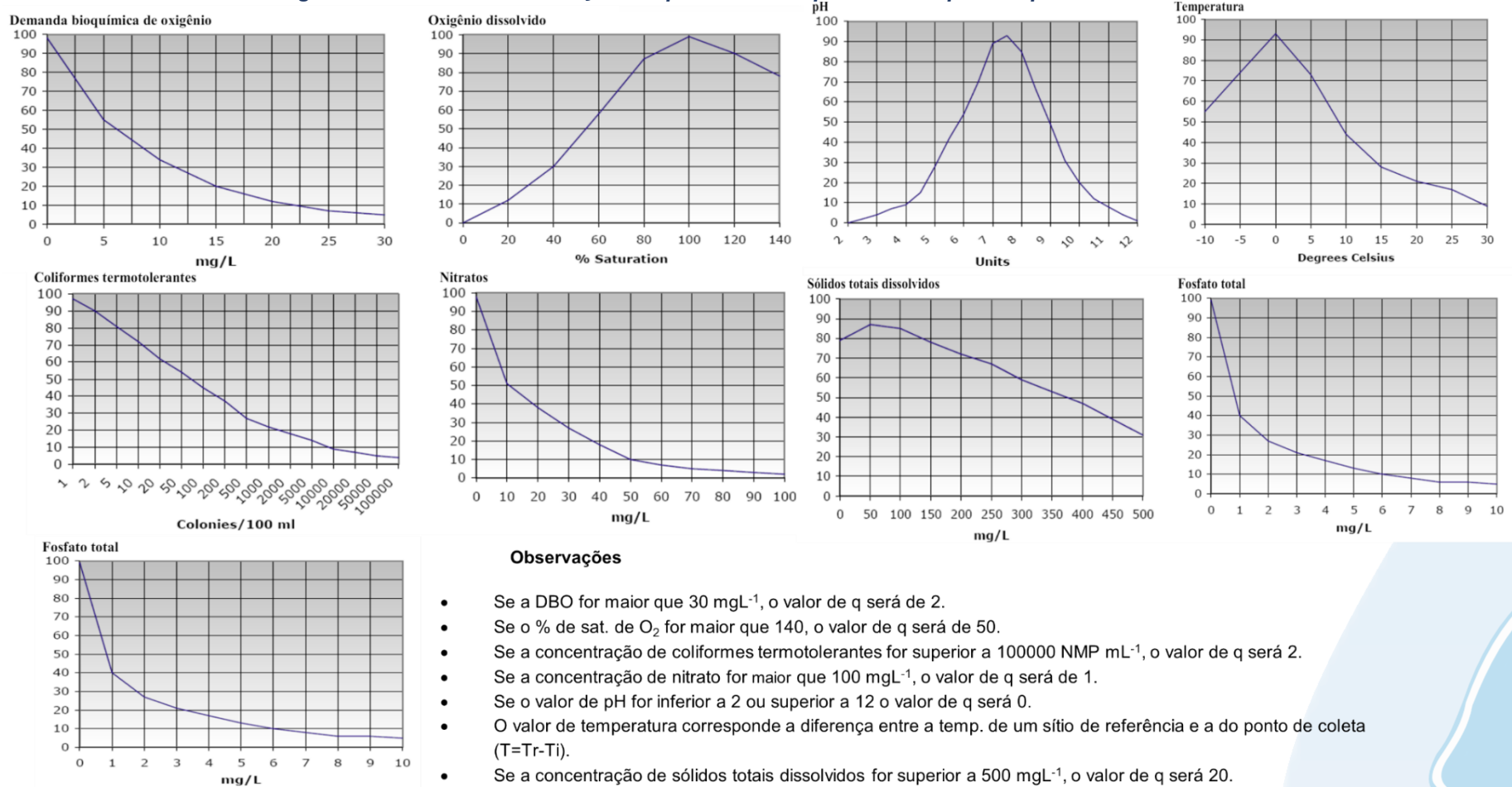
Sendo:

IQA= Índice de Qualidade de Água, um valor entre 0 e 100;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (resultado da análise);

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Figura 4-4 – Curvas de avaliação de qualidade dos parâmetros que compõem o IQA NSF.



Fonte: INEA (2019).

O Quadro 4-5, abaixo, apresenta os níveis de qualidade de água a partir dos resultados obtidos pelo cálculo do IQA classificados em faixas.

Quadro 4-5 – Faixas de classificação do IQA NSF.

Categoria de Resultados	IQA	Significado
Excelente	$100 \geq IQA \geq 90$	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.
Boa	$90 > IQA \geq 70$	
Média	$70 > IQA \geq 50$	
Ruim	$50 > IQA \geq 25$	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
Muito Ruim	$25 > IQA \geq 0$	

Fonte: INEA (2019).

4.4.2.2 IQA- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)

O IQA CETESB foi elaborado e adaptado a partir do IQA NSF em 1975 (ANA, 2024). E anos depois, outros Estados brasileiros, como, por exemplo, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte adotaram também essa metodologia (PROGRAMA ÁGUA AZUL, 2016; INEMA, 2016; CPRH, 2024), além de ser utilizado em inúmeros estudos científicos (LEITÃO et al. 2015; ANDRIETTI et al. 2016; DE SOUZA et al. 2021; THOMAZ et al. 2023).

O IQA CETESB abrange nove variáveis ambientais que são consideradas relevantes para a avaliação da qualidade hídrica, tendo como enfoque principal o seu uso no abastecimento público, após o tratamento (CETESB, 2017; ANA, 2024). Nesse sentido, cabe destacar que no IQA NSF, são contemplados coliformes termotolerantes, DBO, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, fosfato total, nitratos, e sólidos dissolvidos totais (INEA, 2019). Enquanto no IQA CETESB são considerados coliformes termotolerantes, DBO, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, fósforo total, nitrogênio total, e resíduo total (ANA, 2024).

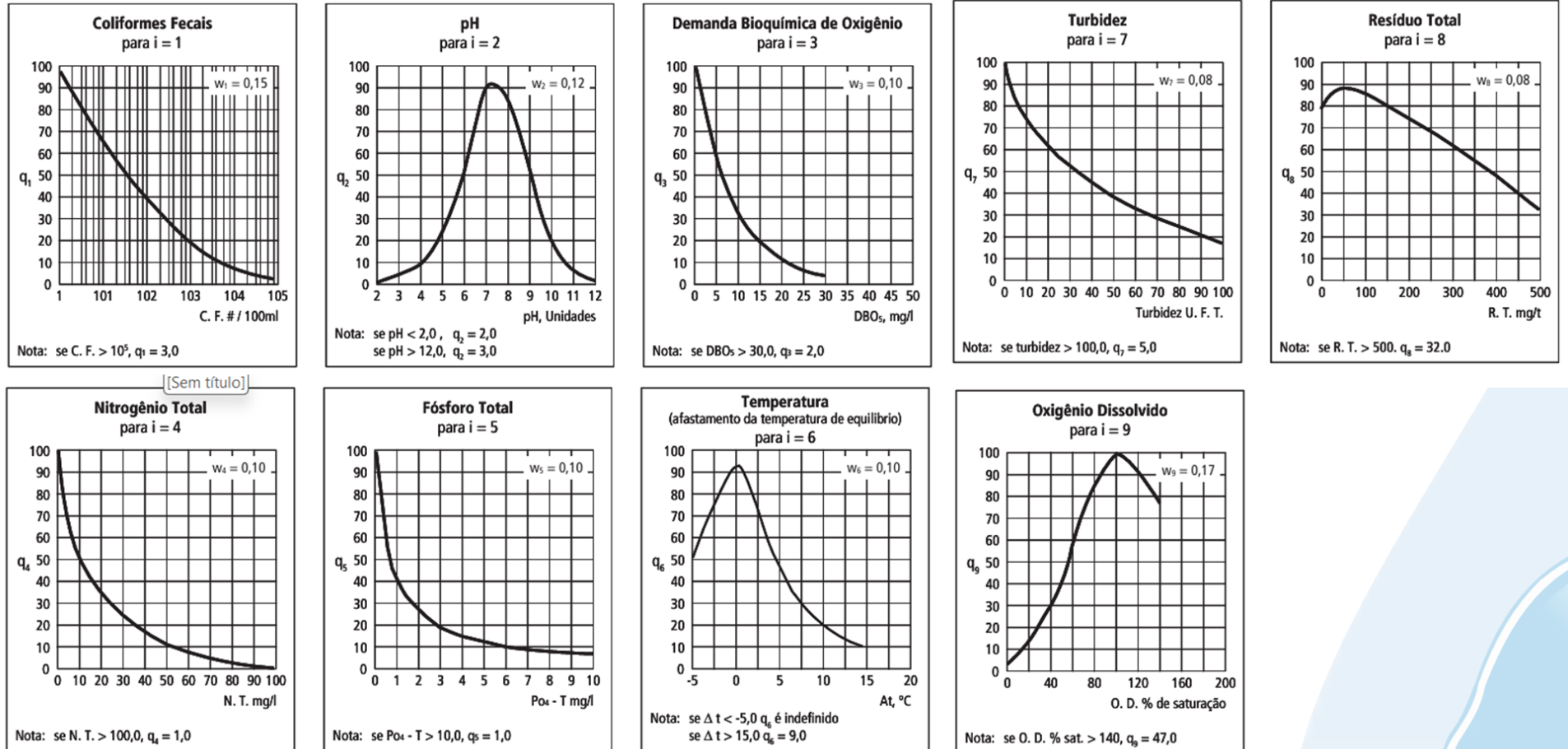
Os parâmetros previamente mencionados do IQA CETESB e seus respectivos pesos estão apresentados no Quadro 4-6 e a Figura 4-5 apresenta a curva de variação de qualidade da água de cada parâmetro. Ressalta-se que a fórmula utilizada para o cálculo do IQA CETESB é a mesma do IQA NSF, a distinção ocorre somente para os pesos utilizados e parâmetros selecionados em cada método.

Quadro 4-6 – Parâmetros de qualidade da água que compõem o IQA CETESB e respectivos pesos.

Parâmetro de Qualidade da Água	Unidade de medida	Peso (W)
Oxigênio dissolvido (OD)	% de Saturação	0,17
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	-	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L O ₂	0,10
Temperatura da água	°C	0,10
Nitrogênio total	mg/L	0,10
Fósforo total	mg/L	0,10
Turbidez	uT	0,08
Resíduo total	mg/L	0,08

Fonte: CETESB (2017).

Figura 4-5 – Curvas de avaliação de qualidade dos parâmetros que compõem o IQA CETESB.



Fonte: CETESB (2017).

A partir do cálculo do IQA efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme apresentado no Quadro 4-7.

Quadro 4-7 – Faixas de classificação do IQA.

Categoria de Resultados	IQA	Significado
Ótima	$79 < IQA \leq 100$	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.
Boa	$51 < IQA \leq 79$	
Regular	$36 < IQA \leq 51$	
Ruim	$19 < IQA \leq 36$	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
Péssima	$IQA \leq 19$	

Fonte: CETESB (2017).

Verifica-se uma distinção na faixa de classificação entre o IQA CETESB (Quadro 4-5) e o IQA NSF (Quadro 4-7). O IQA CETESB apresenta maior amplitude, com faixas mais largas, na categoria de resultados boa e ótima, enquanto o IQA NSF para essas classificações dispõe de faixas mais restritivas (WANICK et al. 2011).

Salienta-se que no monitoramento ambiental será realizado o cálculo dos dois índices detalhados previamente, entretanto, para fins comparativos, serão adotados os pesos de cada parâmetro estabelecido pelo IQA NSF e a classificação de referência da mesma metodologia, já que apresenta maior restrição nas categorias que indicam a qualidade da água, com intervalos de valores mais baixos. A principal diferença será na seleção das variáveis ambientais. De maneira geral, os parâmetros são semelhantes, mas o IQA NSF inclui sólidos dissolvidos totais, fosfato total e nitratos, enquanto o IQA CETESB avalia resíduo total, fósforo total e nitrogênio total (INEA, 2019; ANA, 2024).

Um fator importante do IQA, considerando os dois métodos previamente mencionados, é que embora a avaliação da qualidade da água pelo índice de IQA seja amplamente utilizada, essa ferramenta apresenta limitações, já que sua análise não contempla alguns parâmetros importantes para o abastecimento público, como por exemplo, metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos, protozoários patogênicos e compostos capazes de alterar as características organolépticas da água (ANA, 2024).

Para avaliar a evolução do IQA ao longo do monitoramento, será realizada a comparação entre o IQA calculado da campanha com os IQAs do último ano de monitoramento realizado, bem como os resultados apresentados nos boletins disponibilizados pelo INEA. A taxa de mudança no valor do IQA será apresentada em porcentagem.

4.4.3 Análises estatísticas

Uma análise integrada dos resultados será apresentada por campanha, com a apresentação dos resultados em gráficos. Adicionalmente, os resultados serão avaliados de acordo com o uso do solo do entorno da bacia hidrográfica e em conjunto com os dados meteorológicos e de maré durante os dias da campanha. Ainda, com o objetivo de avaliar e entender quais são os principais parâmetros que contribuem para a qualidade da água, a avaliação apresentará uma Análise de Componentes Principais, do inglês *Principal component analysis* (PCA).

A PCA é uma ferramenta utilizada na análise de dados que permite a transformação de variáveis em um conjunto que é agrupado em um componente principal (SILVA, RAMOS; ANDRADE, 2018). Essa ferramenta é uma técnica estatística de análise multivariada que tem por característica verificar padrões de dados em que sua expressão através de fatores pode se apresentar por semelhanças ou diferenças (SILVA, RAMOS; ANDRADE, 2018). Além disso, a PCA é conhecida pela diminuição da quantidade de dados com a menor perda possível das informações (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2015).

Nas análises dos dados é necessário avaliar a aplicabilidade do método da PCA. Para tal, serão utilizados os testes estatísticos de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de Esfericidade de Bartlett (OLINTO, 2007). Para conferir a adequação da PCA, é realizada uma análise de matriz de correlações por meio do teste de Barlett, em que o requisito é que as variáveis apresentem normalidade (PRADO et al. 2016). E consiste em testar a hipótese nula, na qual a matriz de correlações é similar à matriz de identidade. No teste de Barlett o resultado igual o menor a 0,05 demonstra que os dados usados produzem uma matriz de identidade, desta forma, o modelo fatorial é adequado para a realização da análise de dados (OLINTO, 2007; PRADO et al. 2016).

Já o teste KMO apresenta a proporção da variância que os indicadores demonstram em comum, sendo considerados valores razoáveis de KMO entre 0,6 e 0,7, já entre 0,7 e 0,8 são avaliados como um KMO médio, e um resultado entre 0,8 e 0,9 indica um KMO bom e com valores acima de 0,9 o KMO é considerado muito bom (DINI et al. 2014).

Os testes de Bartlett e KMO serão analisados no software Jamovi versão 2.3.21 e a PCA no *Paleontological Statistics* (PAST) na versão 4.03.

4.5 Produtos a serem entregues

4.5.1 Plano de Trabalho

O Plano de Trabalho será apresentado em modelo técnico, contendo no mínimo: descrição de todas as atividades, identificação da equipe e responsabilidades, plano de amostragem e metodologia empregada, estrutura das atividades e cronograma.

4.5.2 Relatórios Técnicos Parciais (R-11, R-12, R-13, R-14 e R-15)

Os Relatórios Parciais serão apresentados em modelo técnico/científico, contendo no mínimo: Introdução; Metodologia; Área de Estudo; Resultados (contendo gráficos, tabelas e mapas); Discussão (incluindo dados pretéritos), Conclusões e Recomendações (quando possível) e Anexos. Cada parâmetro analisado terá uma pequena descrição introdutória das origens naturais e antropogênicas, bem como as consequências oriundas do acúmulo excessivo do respectivo parâmetro no ambiente analisado. Serão apresentados os valores de referência dos parâmetros analisados conforme os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 para a Classe 2, quando o ponto tiver características de água doce e Classe 1 quando forem registradas águas salobras e salinas. O documento conterà uma avaliação da condição ambiental dos corpos hídricos monitorados, além de conter o registro fotográfico das atividades de campo (em formato de Anexo).

Estes serão previamente submetidos à aprovação da Comissão Técnica de Acompanhamento do CILSJ, em arquivo digital, com frequência quadrimestral. Uma vez aprovados, serão entregues 02 (duas) vias em meio digital (CD/DVD) e 01 (uma) via impressa (impressão colorida). Serão produzidos 05 (cinco) Relatórios Parciais, referentes às campanhas de amostragem.

4.5.3 Relatório Consolidado Final e Diagnóstico da qualidade da água

O Relatório Consolidado Final do projeto irá reunir o conteúdo dos 05 (cinco) relatórios parciais e será apresentado em modelo técnico/científico, contendo no mínimo o seguinte escopo: Introdução; Metodologia; Área de Estudo (abarcando a caracterização preliminar dos aspectos sociais, econômicos, ambientais e políticas legais e institucionais); Resultados (contendo gráficos, tabelas e mapas); Discussão (incluindo dados pretéritos), Conclusões e Recomendações e Anexos.

O texto irá possuir caráter técnico, seguindo os padrões comumente apresentados na literatura técnica/científica. Os resultados serão apresentados com os valores de referência (dos critérios de qualidade da água) de forma clara e objetiva, integrando os dados obtidos por campanha por meio de análises estatísticas a fim de apresentar a caracterização e um diagnóstico da situação atual da área. Serão incluídas perspectivas para o programa de monitoramento, sugerindo melhorias, modificações, inclusão ou exclusão de parâmetros. Os dados brutos serão apresentados na forma de anexos.

Uma avaliação da condição ambiental dos corpos hídricos monitorados será realizada de acordo com a avaliação espacial, ou seja, entre as estações de amostragens e o uso do solo no entorno da estação. E de acordo com as condições da qualidade da água ao longo do tempo, considerando a sazonalidade das amostragens, os dados hidrometeorológicos e de maré. Os dados hidrometeorológicos e as marés também serão considerados para avaliar a variação da salinidade e ocorrência de estratificação do sal na coluna d'água. Será ainda realizada uma análise científica dos dados, identificando processos e mecanismos coerentes com aqueles estudados na literatura científica e indicações de possíveis medidas de recuperação, quando necessário. Também será apresentado a evolução dos resultados do IQA ao longo das cinco campanhas de monitoramento realizadas.

Além disso, será apresentada uma matriz de SWOT (do inglês *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) apresenta as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças e será adaptada para esse projeto, tendo como enfoque o controle da poluição e o fortalecimento da gestão da Bacia Hidrográfica do rio das Ostras, conforme modelo demonstrativo apresentado no Quadro 4-8.

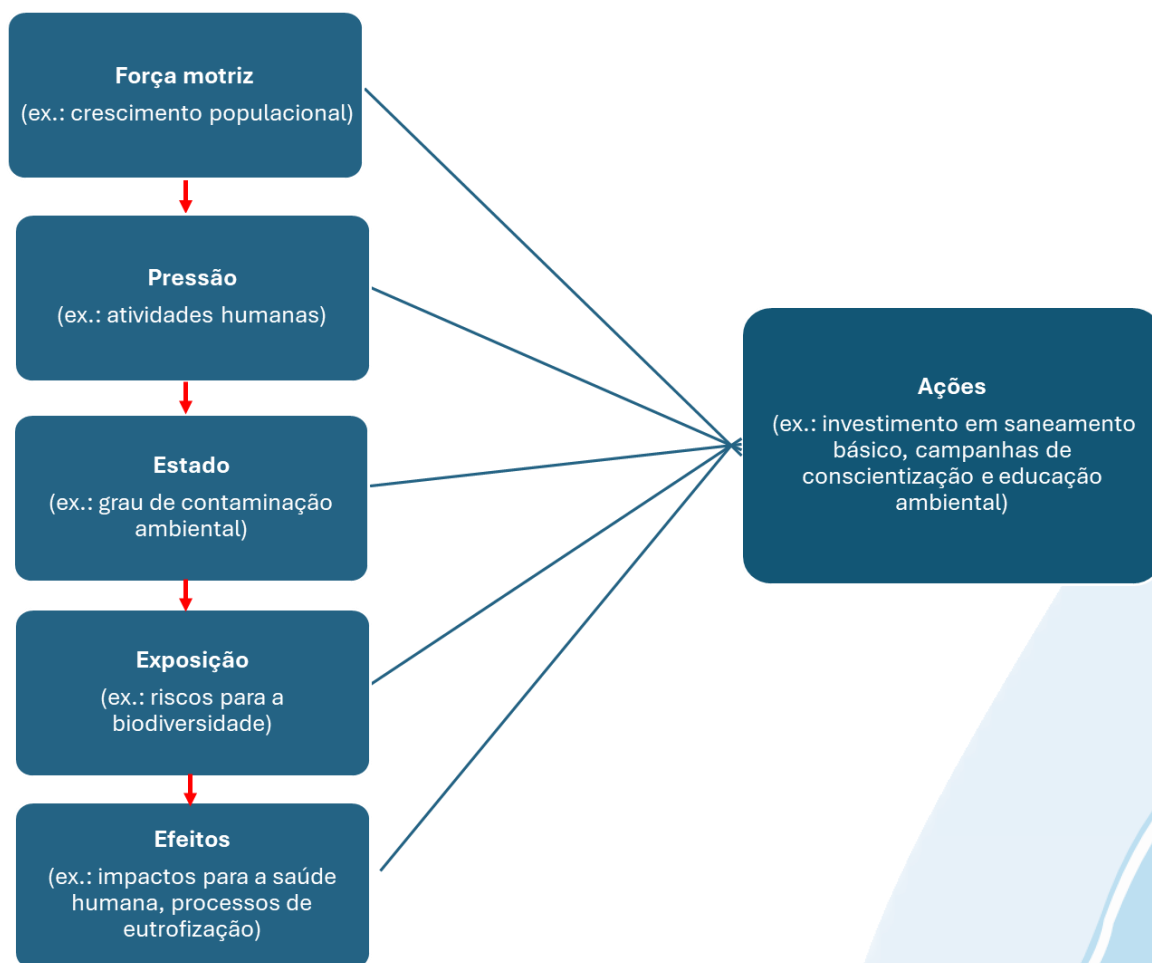
Quadro 4-8 – Exemplo demonstrativo de matriz de SWOT aplicada para corpos hídricos poluídos

PONTOS FORTES	FRAQUEZAS
<p>Ocorrência de vegetação secundária; Presença de Comitês de Bacias Hidrográficas; Elaboração de recursos didáticos para a divulgação em escolas e espaços não-formais.</p>	<p>Poluição intensa; Ausência de saneamento básico; Falta de informação da poluição sobre os impactos da poluição hídrica.</p>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<p>Projetos de biorremediação; Elaboração de políticas públicas Estudo ambientais realizados na região.</p>	<p>Crescimento urbano; Mudanças climáticas; Atividades econômicas.</p>

Fonte: Elaborado pela Oceanus.

Ademais, com base nos resultados obtidos nas cinco campanhas realizadas, será elaborada uma matriz FPSEEA (Força motriz, Pressão, Estado, Exposição, Efeito e Ações) que irá demonstrar todas as etapas desde os fatores e pressões que geram alterações nos recursos até as ações que podem ser adotadas visando a melhoria da saúde ambiental e bem-estar humano. A estrutura da matriz FPSEEA pode ser observada na Figura 4-6. Com base nesse modelo, será apresentada uma descrição detalhada de cada etapa, levando em consideração os resultados do monitoramento, bem como os fatores sociais, econômicos e ambientais da região.

Figura 4-6 – Estrutura da matriz FPSEEA



Fonte: Adaptado de WHO (1994).

A elaboração dessas ferramentas irá fornecer subsídios para a gestão dos recursos hídricos dos corpos hídricos monitorados, fornecendo importantes informações, além de indicar ações para auxiliar na tomada de decisão e manutenção dos recursos hídricos da região.

O Relatório Final será previamente submetido à aprovação do CILSJ, em arquivo digital. Uma vez aprovado, será entregue 02 (duas) vias em meio digital (CD/DVD) e 01 (uma) via impressa. Será produzido 01 (um) Relatório Final, reunindo as informações apresentadas nos Relatórios Parciais ao longo da vigência do contrato.

4.5.4 Planilha de Dados Brutos

Será entregue a planilha de dados brutos, reunindo os resultados dos parâmetros analisados por campanha e por corpo hídrico. Os dados serão organizados em abas, sendo um corpo hídrico por aba. Em cada aba, serão apresentados os resultados obtidos para cada parâmetro (coluna) em cada campanha (linha). A planilha de dados brutos será entregue em 02 (duas) vias em meio digital (CD/DVD), em formato editável (.XLS ou .XLSX) e não editável (.PDF).

4.5.5 Apresentação dos Resultados

Após a entrega do Relatório Final Consolidado, serão apresentados os resultados do monitoramento, considerando as informações referentes ao Relatório Final Consolidado e Diagnóstico da Qualidade das Águas. As apresentações serão realizadas de forma remota para o CBH Macaé-Ostras e de forma presencial para o Conselho Municipal de Rios das Ostras. As apresentações serão realizadas com o auxílio de slides, que serão previamente disponibilizados para avaliação e aprovação da fiscalização.

5 EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação / Função	Registro Conselho de Classe
Ronaldo Leão Guimarães	Responsável Técnico pelo Projeto PhD em Ciências Ambientais e Graduado em Ciências Biológicas ronaldoleao@oceanus.bio.br	CRBio 2339/02-D
Richard Secioso Guimarães	Biólogo Gerente do Projeto rsecioso@oceanus.bio.br	CRBio 84682/02-D
Viviane Krüger*	Gestora Ambiental Coordenador Geral* viviane@oceanus.bio.br	CREA/RS n° 195090
Edson Felipe Souza Ladeira	Químico Responsável Técnico pelas Análises Laboratoriais edson@oceanus.bio.br	CRQ/RJ n° 03155685
Mariana Ribeiro Monteiro	Bióloga Gerente de Laboratório mribeiro@oceanus.bio.br	CRBio n° 91828/02-D
Hamilton Pires Barbosa Mendes	Biólogo Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária Gerente Executivo oceanus@oceanus.bio.br	CRBio n° 78165/02-D
Silvia Lisboa de Araujo**	MSc. Geoquímica Ambiental, bióloga. Coordenadora de Projetos Ambientais projetos@oceanus.bio.br	CRBio n° 96163/02-D
Rafaela dos Santos Costa**	Dra. em Desenvolvimento e Meio ambiente, bióloga. Analista de Projetos Ambientais Pleno projetos04@oceanus.bio.br	-
Debora Costa	Supervisora de Logística deboracosta@oceanus.bio.br	-
Pedro Octavio da Silva Luna	Técnico de Campo	-
Leonardo Anunciação da Silva	Técnico de Campo	-
Daniel da Silva Ferreira	Técnico de Campo	-

Legenda: *Comunicação sempre em cópia (suplente).

**Principal contato de comunicação.

6 CRONOGRAMA PREVISTO

A seguir é apresentado o cronograma de atividades previsto, que será atualizado a cada relatório parcial, quanto a previsão das coletas e análises, bem como entrega dos produtos subsequentes.

Etapas	Meses												
	2024					2025							
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Entrega do Plano de Trabalho		04/set											
Campanha 1													
I - Coletas das amostras		02/set		04/nov*									
II - Análises das amostras		24/set		28/nov**									
III - Entregas dos Relatórios Parciais (Campanha 1)					26/dez**								
IV - Revisão CILSJ						24/jan**							
V- Entrega do Relatório Revisado						31/jan**							
VI- Revisão final/aprovação CILSJ							14/fev**						
Campanha 2													
I - Coletas das amostras						03/jan*		03/mar*					
II - Análises das amostras						27/jan**		26/mar**					
III - Entregas dos Relatórios Parciais (Campanha 2)									23/abr**				
IV - Revisão CILSJ										14/mai**			
V- Entrega do Relatório Revisado										21/mai**			
VI- Revisão fina/aprovação CILSJ										31/mai**			
Campanha 3													
I - Coletas das amostras										02/mai*			
II - Análises das amostras										26/mai**			
III - Entregas dos Relatórios Parciais (Campanha 3)											11/jun**		
IV - Revisão CILSJ											25/jun**		
V- Entrega do Relatório Revisado												02/jul**	
VI- Revisão fina/aprovação CILSJ												09/jul**	
Relatório Consolidado Final													
I - Entrega do Relatório Consolidado Final												20/jun**	
II - Compilação de planilha de dados brutos												20/jun**	
V - Revisão CILSJ													01/jul**
VI - Entrega do Relatório Revisado													15/jul**
VII- Revisão fina/aprovação CILSJ													29/jul**
III - Apresentação dos resultados													***
Legenda:													
* Datas a serem confirmadas, através de correio eletrônico, em até 10 dias antes das coletas, considerando a maré de sizígia e condições climáticas previstas.													
** Datas atreladas às datas de coleta, podendo sofrer alteração.													
*** Datas a serem definidas com o CILSJ, respeitando o encerramento do contrato.													

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: BRANDÃO, Carlos Jesus., BOTELHO, Marcia Janete Coelho., SATO, Maria Inês Zanoli. São Paulo: CETESB; Brasília, 2011.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Indicadores de Qualidade- Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 19 ago. 2024.

ANDRIETTI, Grasiane et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 162-175, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4136/1980-993X>. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/27525d96-6b40-4b62-95e0-3a50bebce61d/content>. Acesso em: 16 ago. 2024.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – SMEWW**. American Public Health Association – APHA, 23th ed., Washington – USA, 2017.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D5176-08, 2015. **Standard Test Method for Total Chemically Bound Nitrogen in Water by Pyrolysis and Chemiluminescence Detection**. ASTM International, 2015, DOI: 10.1520/D5176-08. Disponível em: www.astm.org. Acesso em: 16 ago. 2024.

BARROSO, Glenda Camila.; MOLISANI, Mauricio Mussi. Pequenos estuários alimentados por pequenas bacias estudo de caso dos estuários dos rios Macaé e das Ostras (RJ). In: **Engenharia & Ciências Ambientais: contribuições à gestão ecossistêmica**. [s.l.] Essentia Editora, 2019. p. 116–141.

BASHIR, Ishrat et al. Concerns and threats of contamination on aquatic ecosystems. **Bioremediation and biotechnology: sustainable approaches to pollution degradation**, p. 1-26, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-35691-0_1. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7121614/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

BIDEGAIN, P. P.; VÖLCKER, C.M. **Bacias dos rios São João e das Ostras – Águas, terras e conservação ambiental**. Consórcio Intermunicipal Lagos São João- CILSJ. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 31 ago.1981.

CBH MACAÉ OSTRAS. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras – Relatório Síntese**. 2012.

CBH MACAÉ OSTRAS - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS. **Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/a-bacia/>. Acesso em: 21. ago. 2024a.

CBH MACAÉ OSTRAS - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS. Mapas. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/mapas/>. Acesso em: 18 set. 2024b.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Apêndice D-Índices de Qualidade das Águas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CHIDIAC, Sandra et al. A comprehensive review of water quality indices (WQIs): history, models, attempts and perspectives. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 22, n. 2, p. 349-395, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09650-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-023-09650-7>. Acesso em 16 ago. 2024.

CILSJ. CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO **Ato convocatório nº 09/2022**. Termo de referência para contratação de empresa para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos na bacia do rio das Ostras com a elaboração de um estudo com capacidade de diagnosticar a bacia ao avaliar índice de qualidade da água (IQA) e a salinidade dos corpos hídricos. 2022.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 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, 2005.

CPRH - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO- **Índices e Indicadores**. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/monitoramento-ambiental/qualidade-da-agua/bacias-hidrograficas/indices-e-indicadores/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

DE SOUZA, Alexandre Teixeira et al. Assessment of water quality using principal component analysis: a case study of the Marrecas stream basin in Brazil. **Environmental technology**, v. 42, n. 27, p. 4286-4295, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1754922>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593330.2020.1754922>. Acesso em: 19 ago. 2024.

DINI, Ariane Polidoro et al. Validade e confiabilidade de um instrumento de classificação de pacientes pediátricos. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 22, p. 598-603, 2014.

EJIGU, Mamuye Tebebal. Overview of water quality modeling. **Cogent Engineering**, v. 8, n. 1, p. 1891711, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-1169.3575.2457>. Disponível em: 18 ago. 2024.

EPA - U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Method 6020B (SW-846): **Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry**, Revision 2. Washington, DC, 2014.

GOMES, Maria Laura Monnerat. Ocupação Urbana de Rio das Ostras: Elementos Definidores e os Impactos nos Recursos Hídricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v.3, n.2, p.145-161, 2009. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/2177-4560.20090018>. Acesso em: 16 ago.2024.

HONGYU, Kuang.; SANDANIELO; Vera Lúcia Martins; OLIVEIRA JUNIOR, Gilmar Jorge de. Principal component analysis: theory, interpretations and applications. **Engineering and**

Science, v. 1, n. 5, p. 83-90, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18607/ES20165053>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/3398>. Acesso em 16 ago. 2024.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Índice de Qualidade da Água (IQA)**. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Metodologia-Qualidade-de-%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.

INEMA - INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA BAHIA. Relatório técnico nº 028/16. **Diagnóstico da Qualidade Ambiental dos Rios de Salvador e Lauro de Freitas, Bahia, Brasil**. Bahia, 2016.

JARDIM, Márcia Elizabeth Trindade. **Planejamento ambiental e a Gestão de recursos hídricos: um estudo na bacia hidrográfica do Rio das Ostras, município de Rio das Ostras/RJ**. 2020. 128f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.btdt.uerj.br/handle/1/18574>. Acesso em: 21 ago. 2024.

KÖPPEN, Wladimir. **Climatologia: com um estudio de los clima de la tierra**. Fondo de Cultura Economica. México, 1948.

LEITÃO, Valéria de Souza. et al. Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 3, p. 794-803, 2015. Disponível em: https://www2.pucgoias.edu.br/ucg/prope/pesquisa/anais/2015/PDF/XVI_FORUM_PESQUISA/XVI_forum_de_pesquisa.206.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

LUMB, A. et al. A comparative study of USA and Canadian water quality index models. **Water Quality, Exposure and Health**, v. 3, p. 203-216, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12403-011-0056-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12403-011-0056-5>. Acesso em: 19 ago. 2024.

MASSOUD, May Afif. Assessment of water quality along a recreational section of the Damour River in Lebanon using the water quality index. **Environmental monitoring and assessment**, v. 184, p. 4151-4160, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2251-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-011-2251-z>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MIRZAEI, Mojgan; SOLGI, Eisa; SALMAN-MAHINY, Abdollrasoul. Evaluation of surface water quality by NSFQI index and pollution risk assessment, using WRASTIC index in 2015. **Archives of Hygiene Sciences**, v. 5, n. 4, p. 264-277, 2016. Disponível em: https://jhygiene.muq.ac.ir/browse.php?a_id=155&slc_lang=en&sid=1&ftxt=1&html=1. Acesso em: 20 ago. 2024.

MORESI, Eduardo Amadeu Dutra. **Monitoração ambiental e complexidade**. 2001. 191f. (Doutorado em Ciência da Informação). Faculdade de Estudos Sociais Aplicados, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/4920>. Acesso em: 20 ago. 2024.

NGUYEN, Thanh Giao; HUYNH, Thi Hong Nhien. Assessment of surface water quality and monitoring in southern Vietnam using multicriteria statistical approaches. **Sustainable Environment Research**, v. 32, n. 1, p. 20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42834-022-00133->

y. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s42834-022-00133-y>. Acesso em: 20 ago. 2024.

OLINTO, Maria Teresa Anselmo. In: KAC, Gilberto et al. orgs. **Epidemiologia nutricional**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Editora Atheneu, p. 213-25, 2007. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788575413203>. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/rw5w>. Acesso em 15 ago. 2024.

POZZA, Simone Andréa; SANTOS, Carmenlucia. **Monitoramento e caracterização ambiental**. São Carlos: EdUFSCar, 2015. Disponível em: http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/2702/1/EA_Simone_MonitoramentoAmbiental.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

PRADO, Bruna Queiroz de Melo et al. Avaliação de variáveis climatológicas da cidade de Uberlândia (MG) por meio da análise de componentes principais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 407-413, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016147040>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/7X3f79MpyfKs5FMv3pWwQbT/>. Acesso em: 16 ago. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO DAS OSTRAS. **Levantamento semidetalhado de solos do município de Rio das Ostras**. Rio de Janeiro. GERA Consultoria e Empreendimentos Ltda. 2004. Rio das Ostras, 2006.

PRIOSTE, Mauro Alexandre de Oliveira. **Bacia hidrográfica do Rio das Ostras: proposta para gestão ambiental sustentável**. 2007, 194f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <http://www.btd.uerj.br/handle/1/10917>. Acesso em 15 ago. 2024.

PROGRAMA ÁGUA AZUL. **Monitoramento das águas superficiais**. Natal, 2016. Disponível em: https://programaaguaazul.ct.ufrn.br/relatorios/aguas_superficiais/. Acesso em: 19 ago. 2024.

SÁNCHEZ, Enrique et al. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. **Ecological indicators**, v. 7, n. 2, p. 315-328, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.02.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X06000239?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SILVA, José de Paula; RAMOS, Salvador Boccaletti; ANDRADE, Monica. Análise multivariada da esquistossomose no estado de Minas Gerais: análise de componentes principais. **ABCS Health Sciences**, v. 43, n. 2, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/abcshs.v43i2.995>. Disponível em: <https://www.portalnepas.org.br/abcshs/article/view/995/807>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SILVEIRA, Livia Garcia. **Estudo comparativo da utilização do IQA-NSF e IQA-CCME para análise da qualidade da água no Estado do Rio De Janeiro**. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.btd.uerj.br/handle/1/13508>. Acesso em 19 ago. 2024.

SINGH, Kunwar P. et al. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)—a case study. **Water research**, v. 38, n. 18, p. 3980-3992, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.06.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135404003367>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SINGH, Kunwar P.; MALIK, Amrita; SINHA, Sarita. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques—a case study. **Analytica Chimica Acta**, v. 538, n. 1-2, p. 355-374, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.02.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267005001649>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - SMWW 2130. **Turbidity**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 2510 B. **Conductivity** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 2520. **Salinity** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 2540. **Solids**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 2550. **Temperature**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 4500-h B. **ph** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 4500-o G **Oxygen (dissolved)** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. SMWW 5210 b. **Biochemical oxygen demand (BOD)** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER SMWW 9221 E. **Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - SMWW 4500-P E. **Phosphorus**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press

THERMO SCIENTIFIC. D09727_04_Insert_Environmental_TON Vanadium. **TON as N, Total Oxidized Nitrogen (Vanadium Chloride reduction)**. Thermo Scientific, 2015.

THOMAZ, Danilo; CENTENO, Luana Nunes; CECCONELLO, Samanta Tolentino. Avaliação espaço-temporal da qualidade da água do Rio Comandaí, através do Índice de Qualidade da Água. **Revista Thema**, v. 22, n. 1, p. 79-103, 2023. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.V22.2023.79-103.3068>. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/3068>. Acesso em: 19 ago. 2024.

THYAGI, Shweta et al. Water quality assessment in terms of water quality index. **American Journal of water resources**, v. 1, n. 3, p. 34-38, 2013. DOI: <https://doi.org/10.12691/ajwr-1-3-3>. Disponível em: <http://pubs.sciepub.com/ajwr/1/3/3>. Acesso em 22 ago. 2024.

UDDIN, Md Galal; NASH, Stephen; OLBERT, Agnieszka I. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. **Ecological Indicators**, v. 122, p. 107218, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107218>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20311572>. Acesso em: 15 ago. 2024.

WANICK, Rodrigo Cunha. et al. Avaliação do IQA Como Ferramenta de Avaliação da Qualidade de Água Nos Corpos Hídricos Interceptados Pela Rodovia BR-163 (Guarantã do Norte - MT). **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió, 2011. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/153/43791ccc22fd6c37382d7963fa2e9c80>.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environmental Health Indicators: Framework and methodologies**. Protection of the Human Environment Occupational and Environmental Health Series. Geneva, 1999.

YANG, Xiao-e et al. Mechanisms and assessment of water eutrophication. **Journal of zhejiang university Science B**, v. 9, p. 197-209, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1631/jzus.B0710626>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1631/jzus.B0710626>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ANEXOS

ANEXO 1 – CCL INEA

ANEXO 2– Certificado de Acreditação INMETRO