



PREFEITURA DE
CAMPOS

SECRETARIA MUNICIPAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

 Mais
Ciência

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DO VIGÁRIO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS E DA DETERMINAÇÃO DO IQA

Orientador: Thiago Moreira de Rezende Araújo

Bolsista: Elianna Menezes Santana

INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE

2022/2023



Sumário

RESUMO	3
INTRODUÇÃO	4
JUSTIFICATIVA	5
OBJETIVO	6
REVISÃO DA LITERATURA	6
MATERIAIS E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	23

RESUMO

O monitoramento constante de parâmetros físico-químicos e microbiológicos é imprescindível para determinar o grau de interferência das atividades antrópicas em um corpo hídrico. Nesse contexto, o IQA surge no intuito de resumir os parâmetros de qualidade da água em um valor único, sendo um dos índices mais empregados no Brasil. Portanto o objetivo deste relatório é apresentar e analisar os resultados de IQA e de alguns parâmetros de qualidade da água da lagoa do Vigário, localizada no centro urbano do município de Campos dos Goytacazes (RJ), nas quatro saídas de campo realizadas no projeto. As amostras foram coletadas nos dias 06/10/22, 15/12/22, 22/03/23 e 31/05/23, em seis pontos distribuídos na lagoa, sendo 3 em cada porção, e foram analisados 9 parâmetros de qualidade de água. As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no LabFoz, do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes/IFFluminense. Os resultados obtidos para Oxigênio dissolvido (OD) variaram entre 2,11 (P3) a 20,00 (P4 e P5) mg/L. Os valores de pH apresentaram variação de 6,90 (P3) a 9,71 (P4) com muitos pontos distanciando-se da neutralidade. Nas análises microbiológicas, observa-se que o Ponto 5 (P5) foi o que apresentou os maiores valores de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, além disso, todos os pontos nas duas primeiras saídas excederam os valores máximos permitidos para uso de recreação de contato primário. Para a classificação do IQA-NSF obteve-se em P1 e P6 da S1 qualidade “ruim” e os demais pontos da S1 e S2 apontaram qualidade “regular”. Já na última saída o IQA chegou à classificação “boa” em 4 pontos, período esse que correspondeu à estiagem. Os resultados obtidos mostraram que a maior parte dos parâmetros analisados ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para água doce classe 2 e que os valores encontrados para estes e para o IQA são indicativos do lançamento de esgotos domésticos e águas pluviais no corpo hídrico.

INTRODUÇÃO

As águas doces continentais são imprescindíveis para a manutenção da vida na Terra, para a qualidade de vida e para o desenvolvimento econômico mundial. Estima-se que apenas 2,5 % da água existente no mundo é doce, sendo que sua maior parte, 69 %, é de difícil acesso, estando concentrada em geleiras, 30 % armazenadas em aquíferos (águas subterrâneas) e apenas 1 % em corpos hídricos superficiais (ANA, 2018a). Apesar disso, a quantidade e qualidade da água de alguns corpos hídricos vêm sendo ameaçadas em decorrência do seu uso excessivo em atividades antrópicas, incluindo, ambientes aquáticos superficiais (TUNDISI, 2003; TUNDISI, 2006).

O Brasil possui quantidade considerável de água. A estimativa é de que o país disponha de 12% da água doce do planeta, porém essa distribuição não é equilibrada ao longo do seu território. As regiões próximas ao litoral, onde se concentra a maior parte da população (mais de 45 %), apresenta menos de 3 % da quantidade de água disponível, enquanto que, a região Norte, onde se concentra o menor contingente populacional (apenas 5 %) e baixos valores de demandas consuntivas, concentra, aproximadamente, 80 % dos recursos hídricos do país (ANA, 2018a). Apesar disso, o principal problema enfrentado está relacionado à poluição das suas águas superficiais e subterrâneas (MEDRONHA et al., 2013).

As águas superficiais não se infiltram no solo, acumulando-se na superfície, escoando e dando origem a córregos, riachos, rios e lagoas. Assim sendo, são consideradas uma das principais fontes de água potável do planeta e também são utilizadas para muitos outros usos (ANA, 2018a). Esses corpos d'água são afetados por todos os eventos que ocorrem na bacia hidrográfica, interferindo tanto na qualidade quanto na quantidade de água dos mesmos. Esses eventos podem ser decorrentes de processos naturais ou, principalmente, do uso e ocupação da bacia, como a erosão, desmatamento, pastagem, uso do solo para agricultura, instalação de indústrias, despejo de esgoto doméstico entre outros (TUNDISI, 2006).

Desta forma, o monitoramento constante da qualidade da água se torna imprescindível para determinar o grau de interferência dos processos responsáveis pela

alteração de um corpo hídrico. Esses resultados servem para auxiliar os órgãos/poderes competentes a desenvolverem ações para recuperar ou manter a qualidade do mesmo visando propiciar os múltiplos usos desse sistema, sem que haja riscos à saúde humana e ao ecossistema de forma geral. A caracterização individual de parâmetros da qualidade da água é muito importante, no entanto, não possibilita uma avaliação geral do corpo hídrico através de um número único (SOUZA, 2015). O Índice de Qualidade da Água (IQA) surgiu da necessidade de se ter um único valor numérico que levasse em consideração os parâmetros mais significativos, visando a identificação de contaminação por esgoto doméstico, nutrientes e sólidos, para a caracterização da qualidade das águas e que possibilitasse uma compreensão geral, facilitando a interpretação dos dados e comunicação entre os profissionais e o público (BROWN et al., 1970).

A Lagoa do Vigário, objeto de pesquisa deste estudo, é um corpo hídrico de grande importância ambiental e social para a região onde está inserida, pois é local bastante procurado para recreação, prática de esportes e lazer durante a semana e finais de semana pelos moradores de seu entorno, além de abrigar fauna e flora considerável (MENDES, 2016; ALMADA, 2018). Porém, situa-se em uma região da cidade de elevada densidade demográfica e de menor poder aquisitivo, possuindo muitas casas em sua proximidade (SOUZA, 2009). Desta forma, o presente trabalho vem avaliando a qualidade da sua água para melhoria da gestão ambiental, visando a sua conservação e o uso sustentável dos recursos naturais.

JUSTIFICATIVA

De acordo com Souza (2009), a região do entorno da lagoa do Vigário vem passando por um processo de aumento populacional, o que pode comprometer as condições sanitárias desse ambiente, pois fica sujeito ao descarte de lixo, efluentes domésticos e industriais, assoreamento, erosão, retirada de mata ciliar, dentre outros fatores. Além disso, para que se estabeleça qualquer ação de gerenciamento, proteção ou de recuperação de um sistema hídrico, é necessário que se tenha um diagnóstico da qualidade da água do mesmo.

Desta forma, o presente trabalho se justifica pelo fato de que há poucos estudos relacionados à qualidade da água da lagoa do Vigário e que os resultados que foram obtidos podem contribuir para a melhoria da gestão ambiental desse importante recurso hídrico da cidade de Campos dos Goytacazes, possibilitando assim o cumprimento das suas funções ecológicas, recreativas e econômicas.

OBJETIVO

O presente relatório almeja apresentar e analisar os resultados de IQA e de alguns parâmetros de qualidade da água da lagoa do Vigário que foram obtidos nas quatro saídas de campo realizadas no projeto, visando verificar as condições da lagoa frente aos parâmetros avaliados e as legislações pertinentes.

REVISÃO DA LITERATURA

A Legislação Brasileira através das Resoluções CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento (BRASIL, 2005), CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000, que trata da balneabilidade (BRASIL, 2000) e a Portaria do Ministério da Saúde GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021, que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, e dispõem sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021), estabelecem limites máximos e/ou mínimos de alguns parâmetros em água dependendo do uso da mesma.

Para avaliar a qualidade da água utiliza-se de parâmetros indicadores, podendo ser biológicos, físicos ou químicos. As variáveis biológicas são medidas em termos de densidade populacional dos organismos de interesse, como os coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*. As variáveis físicas, como por exemplo, a turbidez, temperatura e cor, são medidas em escalas próprias, enquanto que as variáveis químicas são medidas em concentração (mg L⁻¹ ou ppm, por exemplo), como o oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio e fósforo. Cada parâmetro tem sua metodologia específica, que são padronizados por entidades especializadas (BRAGA

et al. 2005). Há uma grande variedade de parâmetros indicadores de qualidade de água que podem ser determinados, sendo os objetivos do estudo que irão determinar quais serão utilizados.

A caracterização de parâmetros físico-químicos e biológicos da qualidade da água de forma independente tem uma grande importância, uma vez que permitem uma análise individual das espécies que estão acometendo a qualidade da água. No entanto, quando analisados isoladamente não possibilitam uma compreensão geral do corpo hídrico, sobretudo por profissionais de outras áreas de conhecimento. Assim sendo, um método bastante utilizado para expressar a qualidade da água de um ecossistema aquático é o Índice de Qualidade da Água (IQA) (SOUZA, 2015).

Em 1970, a *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos, criou o Índice de Qualidade da Água (IQA). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou este índice em 1975, sendo este um dos índices mais empregados no Brasil atualmente. O IQA reflete a contaminação dos corpos hídricos causados principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos, nutrientes e sólidos e a questão do efluente doméstico ainda é a principal influência sobre a qualidade das águas brasileiras, o que justifica a sua utilização (ANA, 2013).

O IQA é obtido pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos nove parâmetros que compõem o índice e cada um destes recebe um determinado peso (w) (Tabela 1):

Tabela 1- Parâmetros de qualidade da água e seus respectivos pesos.

PARÂMETROS	PESO (W)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO _{5,20})	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total ou nitrato	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08

Resíduo total	0,08
---------------	------

Fonte: (ANA, 2018b)

A seguir, a fórmula utilizada para o cálculo do IQA (ANA, 2013; CETESB, 2018):

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

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, variando entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

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

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Tabela 2- Classificação do IQA.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA ≤ 100
BOA	51 < IQA ≤ 79
REGULAR	36 < IQA ≤ 51
RUIM	19 < IQA ≤ 36
PÉSSIMA	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB (2018)

MATERIAIS E MÉTODOS

A Lagoa do Vigário (21° 45' 15" S e 41° 19' 28"), importante recurso hídrico da região, possui uma área de aproximadamente 0,3 km², compreendendo duas porções de lâmina d'água, e está localizada na área urbana do município de Campos dos Goytacazes, região

norte do estado do Rio de Janeiro, entre os bairros Jardim Carioca e Parque Calabouço (SANTOS, 2007; PRECIOSO et al., 2011). A Figura 1 apresenta a Lagoa do Vigário (LV) ao centro.

Figura 1: Lagoa do Vigário, município de Campos dos Goytacazes/RJ: Google Earth (2022).



Para a presente pesquisa foram selecionados 6 pontos de amostragem, 3 em cada porção da lagoa, georreferenciados através do sistema de posicionamento de satélite Global Position System (GPS) da marca Garmin modelo GPSMAP 76Cx. (Tabela 3). Foram realizadas 4 saídas de campo para coleta de água em diferentes épocas do ano com pluviosidade variada. A primeira saída de campo (S1) foi realizada no dia 06/10/22 e a segunda saída de campo (S2) ocorreu no dia 15/12/2022, dias de clima nublado e sem precipitação. A terceira saída de campo (S3) ocorreu em 22/03/23, dia ensolarado, e a quarta saída (S4) ocorreu no dia 31/05/23, dia nublado e chuvoso. Estas ocorreram sempre no período da manhã entre 9:00 e 12:00. Os dados da precipitação acumulada nos sete dias anteriores à data de cada saída de campo foram coletados da Estação Automática Campos dos Goytacazes-A607 do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2023) e estão apresentados na figura 9 (Página 13).

Tabela 3: Localização dos pontos amostrados na Lagoa do Vigário (coordenadas UTM).

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE
P1	0260005 S	7594293 W
P2	0260056 S	7594082 W
P3	0260194 S	7593938 W
P4	0260538 S	7593771 W
P5	0260488 S	7593633 W
P6	0260333 S	7593698 W

A seguir são apresentadas fotos que foram registradas na primeira saída de campo em cada um dos seis pontos de amostragem, onde é possível observar os bancos flutuantes de *Eichhornia crassipes*, estes migram pela lagoa de acordo com os ventos (Almada, 2018), portanto, em cada saída de campo estas macrófitas se encontravam em locais diferentes. Nas saídas 3 e 4 esses bancos de macrófitas dificultaram a entrada e saída do barco na porção sul da lagoa e a chegada a alguns pontos de amostragem.

A figura 8 apresenta uma das margens da porção norte da Lagoa do Vigário na primeira saída de campo, esta é próxima ao P3 e é possível observar o acúmulo de lixo ao lado das casas.

Figura 2: Ponto 1



Figura 3: Ponto 2



Figura 4: Ponto 3



Figura 5: Ponto 4



Figura 6: Ponto 5



Figura 7: Ponto 6



Figura 8: Margem da Lagoa na porção norte na S1



Foram coletadas amostras simples em frascos apropriados e previamente identificados a cerca de 20-30 cm da superfície, estes logo foram armazenados e conservados em caixa térmica para serem encaminhados ao laboratório.

A seguir, na Tabela 4, estão listados os parâmetros que foram analisados no local de coleta e no Laboratório de Análise e Monitoramento das Águas (LabFoz) do PICG/IFF. Os métodos de análise seguiram as normas técnicas estabelecidas pelo Standard Methods for examination of water & wastewater 23th.

Tabela 4: Parâmetros e métodos utilizados para análise

ANÁLISE	MÉTODO/EQUIPAMENTO
Coliformes termotolerantes e <i>Escherichia coli</i>	Método Colilert
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO _{5,20})	Aparelho de medição de DBO
Condutividade	Condutivímetro de bancada
Salinidade	Condutivímetro de bancada
Temperatura (in loco)	Termômetro
Oxigênio dissolvido (in loco)	Oxímetro
Turbidez	Turbidímetro
pH	pHmetro
Fósforo total	Colorimétrico
Nitrato	Cromatógrafo de íons
Resíduo total	Gravimétrico

Após a realização das análises, os resultados obtidos nas quatro saídas de campo foram dispostos em planilhas e comparados aos padrões estabelecidos pela legislação vigente, principalmente a Resolução CONAMA Nº 357 de 2005 e a CONAMA 274 de 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 as águas doces, salobras e salinas são definidas pelos valores de salinidade que apresentam, sendo caracterizadas como água doce as que têm salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (partes por mil, em razão da massa), água salobra, que tem entre 0,5 ‰ e 30 ‰ e água salina acima de 30 ‰. Pelos resultados obtidos observa-se que a LV apresenta salinidade de 0,3 ‰ (Tabela 5), tratando-se, portanto, de um corpo hídrico de água doce. Segundo a mesma resolução, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces são consideradas como classe 2. As águas, nessa classificação, podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca. Desta forma, os resultados obtidos nessa pesquisa serão comparados à classificação previamente apresentada (água doce/classe 2).

Tabela 5: Valores médios obtidos para alguns parâmetros físico-químicos nas amostras de água da LV. (pH: potencial hidrogeniônico)

Pontos	Turbidez (UNT)		pH		Condutividade elétrica (µS/cm)		Salinidade (‰)	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
P1	36,20	18,64	9,08	8,93	440,67	346,67	0,3	0,2
P2	26,33	19,48	7,89	9,36	470,53	340,60	0,3	0,2
P3	26,53	20	8,03	8,05	460,13	350,47	0,3	0,2
P4	16,36	22,47	7,69	9,38	536,53	324,37	0,3	0,2
P5	19,01	24,17	7,86	9,01	539,67	326,60	0,3	0,2
P6	26,37	25,63	7,72	8,87	538,03	330,97	0,3	0,2
	S3	S4	S3	S4	S3	S4	S3	S4
P1	15,78	14,15	7,72	6,88	403,75	408,77	0,2	0,2
P2	17,74	14,69	7,24	6,89	408,1	413,83	0,2	0,2
P3	11,10	14,74	6,9	6,92	412,2	408,93	0,2	0,2

P4	29,88	22,1	9,71	6,9	379,7	400,3	0,2	0,2
P5	32	26,8	9,35	7,05	381,2	389,47	0,2	0,2
P6	32	14,48	9,21	6,96	380,7	398,17	0,2	0,2
¹ CONAMA 357/05	100		6,0 - 9,0		-		≤ 0,5	

¹Valores máximos, mínimos ou faixa permitida considerando-se água doce/classe 2.

A turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz através da água, que confere aparência turva devido à presença de sólidos em suspensão (Sperling, 2005). Todos os pontos apresentaram resultados inferiores ao valor máximo segundo à Resolução CONAMA. O P1 da S1 apresentou o maior valor (36,20 UNT) e o P3 da S3 apresentou o menor valor (11,10 UNT). Um fator que pode ter contribuído para o valor encontrado no P1 é o fato de ser um local mais próximo à margem e mais raso, onde os ventos e ondas podem revolver os sedimentos do fundo. Já o valor inferior de P3 pode estar relacionado ao fato de que está em um ponto onde as águas tem menor movimento e os sólidos decantam com maior facilidade.

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (Sperling, 2005). Os valores obtidos enquadram-se na Resolução CONAMA na maior parte dos pontos da S1 e S4, como mostrado na Tabela 5, com exceção de P1 da S1, de resultado 9,08. Já na S2 e S3 metade dos pontos ultrapassou a faixa permitida, distanciando-se da neutralidade, com valores encontrados na faixa de 8,05 a 9,38 na S2 e 6,90 a 9,71 na S3, podendo afetar a vida aquática e a variação pode também influenciar o equilíbrio de compostos químicos (Sperling, 2005). O P1 da S4 apresentou o menor valor (6,88), sendo este próximo à neutralidade.

Com relação à condutividade elétrica, que é uma medida indireta da concentração de poluentes por indicar a quantidade de sais existentes na coluna d'água (CETESB, 2017), a resolução CONAMA não estabelece limites aceitáveis para o parâmetro. Porém, de acordo com Von Sperling (2014), o valor máximo para água doce não poluída é de até 100,00 $\mu\text{S cm}^{-1}$, ao relacionar a determinação de condutividade com o grau de contaminação do corpo hídrico. Desse modo, todos os pontos apresentaram valores bastante elevados em relação ao limite mencionado pelo autor, como pode ser

observado na Tabela 5, indicando assim a poluição do corpo hídrico.

Tabela 6: Valores médios obtidos para os parâmetros microbiológicos avaliados, oxigênio dissolvido e temperatura nas amostras de água da LV.

(Col. ter: coliformes termotolerantes; *E. coli*: *Escherichia coli*; NMP: número mais provável; DBO_{5,20}: demanda bioquímica de oxigênio; OD: oxigênio dissolvido)

Pontos	OD (mg/L)		DBO _{5,20} (mg/L)		Col. ter (NMP/100 mL)		<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
P1	12,1	11,84	103	16	3836	6896	1526	1092
P2	9,9	12,32	28	20	3030	7308	1714	674
P3	7,1	11,4	22	15	6510	60490	2446	48392
P4	4,7	20	27	13	8212	18416	2534	3262
P5	7,4	20	23	15	15402	25994	5190	5702
P6	6,85	11,29	33	14	5818	34658	2306	8320
	S3	S4	S3	S4	S3	S4	S3	S4
P1	9,15	8,4	11	14	5416	4242,4	300	366,3
P2	10,7	7,4	11	13	27468	5957,4	2284	1195,5
P3	2,11	9,11	6	16	41848	6623,4	3440	1705
P4	12,91	8,54	19	51	2480	5278,1	80	669,33
P5	7,81	4,15	11	12	1204	842,49	963,2	33,3
P6	7,72	4,5	8	14	1168	1388,6	80	616,05
¹ CONAMA 274/00	-				≤ 2500		≤ 2000	
² CONAMA 357/05	≥ 5		≤ 5		≤ 1000		-	

¹ Valores máximos permitidos para uso de recreação de contato primário; ² Valores máximos ou mínimos permitidos para os demais usos, considerando água doce/classe 2

O oxigênio dissolvido (OD) é vital para os seres aquáticos aeróbios e o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, segundo Von Sperling (2014). Valores superiores são indicativos da presença de algas e

inferiores do excesso de matéria orgânica, provavelmente proveniente efluentes domésticos (Sperling, 2005). Com relação aos valores de OD encontrados (Tabela 6), observa-se que houve grande variação entre os pontos, sendo o P4 da S1, P3 da S2, P5 e P6 da S4 os que apresentaram valores inferiores ao estabelecido pela Resolução para a classe 2, que é de ≥ 5 mg/L, indicativo de água mais parada (dificulta a aeração) e presença de matéria orgânica. Já o P4 e P5 da S2 apresentaram o maior valor de OD (20,00), sendo este maior que 5, porém é um valor superior à concentração de saturação, que é de 9,2 mg/L na temperatura de 20°C ao nível do mar, indicando supersaturação pelo crescimento excessivo de algas. Além disso, diversos pontos apresentaram valores acima de 10,00 mg/L, sendo este indicador de eutrofização (ANA, 2018).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa, de forma indireta, o teor de matéria orgânica no corpo hídrico, onde as bactérias são as responsáveis por fazerem a oxidação da mesma (Sperling, 2005). Observando os valores encontrados para a LV (Tabela 6), percebe-se que todos os pontos ultrapassaram os valores máximos preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de 5 mg/L, o que indica elevado lançamento de matéria orgânica na água, principalmente de esgotos domésticos.

O monitoramento dos parâmetros microbiológicos é de grande importância, pois a presença de grandes quantidades de coliformes termotolerantes e de *E. coli*, que ocorrerem na microbiota intestinal de animais homeotérmicos, são indicadores de poluição por esgotos domésticos e da possibilidade da presença de microrganismos patogênicos (Sperling, 2005).

A Resolução CONAMA nº 274/00 prevê os limites máximos de coliformes termotolerantes (Col. ter) e *Escherichia coli* (*E. coli*) para uso de recreação de contato primário, que são de ≤ 2500 e ≤ 2000 respectivamente. Já a CONAMA nº 357/05 estabelece que para os demais usos, considerando-se água doce/classe 2, não deverá ser excedido um limite de 1000 NMP para coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de, pelo menos, 6 amostras coletadas durante o período de um ano. Com isso, observa-se pela Tabela 6 que os valores obtidos na maioria dos pontos da LV apresentaram resultados bastante elevados, sendo estes preocupantes para o parâmetro. As águas de todos os pontos avaliados na S1 e S2 encontram-se, por exemplo, impróprias para a recreação de contato primário. Já na S3 e S4 percebe-se uma

melhora nos valores principalmente em P4, P5 e P6, que fazem parte da mesma porção da lagoa, e um fator a ser destacado é que a precipitação acumulada nos dias anteriores a essas duas saídas de campo foi menor, como pode ser observado na figura 9. Isso pode indicar que no período de chuvas, com o aumento do escoamento superficial, há transporte de poluentes do entorno para a lagoa.

Tabela 7: Valores médios obtidos para os parâmetros nitrato, fósforo total, resíduo total e temperatura.

Pontos	Fósforo total (mg de P L ⁻¹)		Nitrato (mg de N L ⁻¹)		Resíduo total (mg L ⁻¹)		Temperatura (°C)	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
P1	0,316	0,474	0,530	0,789	220	296	24,9	26,8
P2	0,215	0,412	0,423	0,466	284	324	24,1	25,9
P3	0,528	0,498	0,353	0,730	276	292	23,3	26
P4	0,690	0,416	5,050	0,175	356	304	24,5	26
P5	0,702	0,462	4,718	0,344	348	280	23,6	26,5
P6	0,776	0,509	4,808	0,273	316	312	23,7	26,6
	S3	S4	S3	S4	S3	S4	S3	S4
P1	0,327	0,420	0,954	1,074	228	324	34	24,6
P2	0,419	0,473	0,608	0,865	204	308	30,5	23,2
P3	0,471	0,483	0,265	0,634	256	312	29	23,1
P4	0,305	0,346	0,139	0,209	248	300	30,9	23,5
P5	0,299	0,312	0,269	0,340	236	324	29,3	22,7
P6	0,334	0,352	Abaixo LD	0,563	208	284	30,1	23,2
³ CONAMA 357/05	0,03		10		-		-	

³Ambiente lântico.

O nitrogênio e o fósforo são fundamentais para os processos biológicos, estes são macronutrientes por serem exigidos em grandes quantidades pelas células. O fósforo e o nitrogênio aparecem em águas naturais principalmente pelo despejo de esgotos

domésticos, sendo as principais fontes de fósforo a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó (CETESB, 2017d). Quando nitrogênio e fósforo se encontram em excesso provocam o enriquecimento das águas, eutrofizando-as. Isso possibilita o crescimento mais intenso de seres vivos que utilizam esses nutrientes, especialmente as algas, prejudicando o uso das águas e ocasionando poluição pela morte e decomposição desses organismos. Em áreas urbanas o escoamento das águas pluviais, associado às deficiências no sistema de limpeza pública, também contribui para a presença de nitrogênio (CETESB, 2017a).

O parâmetro nitrato foi expresso em miligramas de nitrogênio por litro e os valores encontrados em todos os pontos (Tabela 7) se encontram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05. Os resultados variaram de 5,050 a 0,139 mg de N L⁻¹. Observa-se que os maiores valores foram obtidos em P4, P5 e P6 da S1 e estes são pontos da mesma porção da lagoa, que é a porção sul. Já nas S2, S3 e S4 os maiores valores foram encontrados nos pontos P1, P2 e P3, que fazem parte da outra porção da lagoa.

Os resultados obtidos para o fósforo total variaram entre 0,215 a 0,776 mg de P L⁻¹ (Tabela 7), houve menor variação que os valores de nitrogênio, porém todos os pontos ultrapassaram o valor limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 e estes se mantiveram similares nas quatro coletas. Os resultados destes dois parâmetros podem indicar, no geral, que na porção norte há maior lançamento de esgotos domésticos e drenagem de águas pluviais.

Com relação ao parâmetro resíduo total a legislação não estabelece limites, porém os sólidos podem ocasionar danos à vida aquática ao sedimentarem no leito dos rios e destruir organismos fornecedores de alimentos além de que ao sedimentarem podem reter bactérias no fundo, causando decomposição anaeróbia (CETESB, 2017b). Os resultados variaram entre 356 mg L⁻¹ na S1 e 204 mg L⁻¹ na S3.

Comparando os resultados expostos de IQA na Tabela 8 verifica-se que o P1 e P6 da S1 foram os que apresentaram a pior qualidade, obtendo a classificação “ruim”, enquanto todos os demais pontos da S1 e S2 apresentaram qualidade “regular”. Ao analisar individualmente os parâmetros e o IQA-NSF, observa-se que o P1, com pior

qualidade, foi o que obteve o maior valor de OD, indicando supersaturação, o maior valor de pH, se distanciando da neutralidade, o maior valor de DBO, e estes parâmetros têm pesos elevados no cálculo do IQA-NSF.

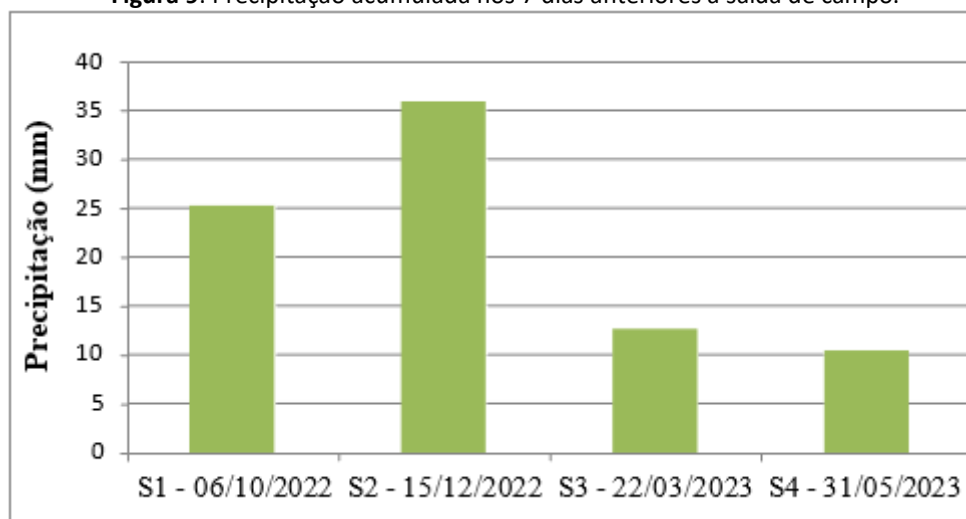
Tabela 8: Resultados obtidos no cálculo do IQA-NSF

Pontos	IQA Produtório			
	S1	S2	S3	S4
P1	33	40	57	58
P2	47	37	47	56
P3	44	46	39	49
P4	37	42	39	40
P5	40	42	56	54
P6	36	44	57	53



Legenda: Ruim Regular Boa

Figura 9: Precipitação acumulada nos 7 dias anteriores à saída de campo.



Observa-se que a classificação do IQA obtida nas duas últimas coletas (S3 e S4) melhorou em 4 pontos, chegando a uma classificação “boa”, e nesses dois períodos a precipitação acumulada nos dias anteriores foi menor que nas duas primeiras saídas. Isso pode sinalizar que com a incidência de mais chuva há um carreamento de poluentes junto às águas pluviais. Portanto o aumento da precipitação afeta negativamente o IQA da lagoa, sendo o coeficiente de deflúvio maior que o efeito de diluição dos poluentes que pode ocorrer em corpos hídricos.

Resultados diferentes foram encontrados no estudo feito por Pinto Filho *et al.* (2012) na lagoa do Apodi, RN, em que houve uma tendência da diminuição do IQA no período de estiagem, devido o aumento do escoamento superficial permitir diluir os contaminantes presentes nesse corpo hídrico no período chuvoso.

No estudo feito por Sousa *et al.* (2020) na Lagoa de Cima, localizada na área rural de Campos dos Goytacazes, os resultados encontrados para o IQA produtivo variaram entre 70 e 90 e a maioria dos pontos apresentaram classificação boa. Observa-se que o pior valor encontrado na Lagoa de Cima é bem mais alto que o melhor valor encontrado na Lagoa do Vigário (58), sendo possível notar a diferença que a urbanização excessiva no entorno da lagoa vem acarretando.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a avaliação da qualidade da Lagoa do Vigário através da realização de análises de diversos parâmetros na água da mesma. Foi possível constatar os possíveis riscos aos quais a população está submetida e, além disso, obteve-se mais dados das possíveis causas de sua poluição.

Os resultados obtidos demonstram que a lagoa não se enquadra em diversos parâmetros de qualidade de água estabelecidos pelas resoluções CONAMA 274/2000 e 357/2005, principalmente nos parâmetros microbiológicos, indicando que ainda ocorre o despejo de esgoto não tratado na lagoa, acarretando riscos ao ecossistema e à população do entorno que utiliza a mesma para pesca e recreação de contato primário.

Os resultados do IQA apresentaram valores que variaram entre as classes ruim, regular e boa de acordo com a classificação da CETESB, sendo os pontos 1 e 6 os onde houveram maior variação das classes de qualidade de água, partindo de “ruim” na primeira saída de campo para “boa” nas duas últimas. Observa-se que estes resultados foram altamente influenciados pela presença de coliformes termotolerantes provenientes do lançamento de esgotos domésticos e pelo transporte de águas pluviais para a lagoa, pois foi evidenciado que a qualidade da água melhorou quando a precipitação acumulada foi menor.

A partir da observação *in loco* e de imagens de satélite, foi possível constatar que as regiões às margens da Lagoa apresentam pouca cobertura vegetal, resultado da ocupação destas por construções muito próximas e da poluição física devido a deposição de lixo pelos moradores.

Por fim, ressalta-se a importância da proteção desse recurso hídrico tão importante para a região, através de medidas mitigadoras para que se reduza a poluição, como medidas de saneamento ambiental, recuperação da vegetação das margens e controle da ocupação por construções no entorno da Lagoa. Também se faz necessário monitorar de forma contínua a qualidade da água, a fim de compreender os processos que impactam a Lagoa do Vigário, pois esta é uma ferramenta de gestão ambiental que pode auxiliar na recuperação e conservação desse recurso natural.

REFERÊNCIAS

ALMADA, E.V.C. **Proposta de mitigação da eutrofização na lagoa do Vigário-RJ através da macrófita Eichhornia crassipes: de praga a fitorremediadora.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes/RJ, 2018.

Agência Nacional das Águas. **Panorama das águas.** Disponível em:

<<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas>>. Acesso em: 20 dez. 2022

APHA. **American Public Health Association et al. Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21th ed. Washington, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução **CONAMA 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. Brasília,

DF. Disponível em:

<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 dez. 2022

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.**

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Brasília. 2021.

BROWN, R.M., McCLELLAND, N.I., DEININGER, R.A., TOZER, R.G. **Water quality index-do**

we dare? Water Sewage Works, v. 117, n. 10. p. 339-343, 1970.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas. Disponível em:

<<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2022

MEDRONHA, G. A., et al. **Avaliação da qualidade da água do canal São Gonçalo-RS através do índice de qualidade de água.** Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.

PINTO FILHO J. L.O., SANTOS E. G., SOUZA M. J.J. B. **Proposta de índice de qualidade de água para a lagoa do Apodi, RN, Brasil.** Holos, 2012. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/692/531> Acesso em: 20 mai. 23

PRECIOSO, C.H.O., KALAS, F.A., RODRIGUES, P.W.G., LUGON JUNIOR, J. **Avaliação da variabilidade de parâmetros ambientais numa lagoa urbana (Campos dos Goytacazes, RJ) com auxílio do sistema MOHID.** In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011.

SOUZA, F. P. **Estudo da Ocupação Espontânea na lagoa do Vigário, no Município de Campos dos Goytacazes/RJ, Propostas Mitigadoras e Amparo Legal.** Dissertação de Mestrado. Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes/RJ, 2009.

SOUZA, M. F. **Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/Brasil - uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos.** 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2015.

TUNDISI, J. G. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos.** Revista USP,

70, 24-35, junho/agosto, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.**
Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005