

Impactos do Despejo Irregular de Esgoto Doméstico Não Tratado no Reservatório Billings, São Paulo- SP: Caso Condomínio Residencial Espanha

Marta Angela Marcondes

Professora Mestre, Universidade Municipal de São Caetano do Sul- USCS, Brasil

marta.marcondes@online.uscs.edu.br

ORCID iD

Renata Borges Franchi

Graduada em Biomedicina, Universidade Municipal de São Caetano do Sul- USCS, Brasil

renata.franchi@uscsonline.com.br

ORCID iD

Nathalia Magarotto Gardinal

Estudante em Biomedicina, Universidade Municipal de São Caetano do Sul- USCS, Brasil

nathalia.gardinal@uscsonline.com.br

ORCID iD

Livia Putini Ribeiro Monaco

Estudante em Biomedicina, Universidade Municipal de São Caetano do Sul- USCS, Brasil

livia.monaco@uscsonline.com.br

ORCID iD

Impactos do Despejo Irregular de Esgoto Doméstico Não Tratado no Reservatório Billings, São Paulo- SP: Caso Condomínio Residencial Espanha

RESUMO

Objetivo – Avaliar a qualidade da água no ponto de coleta localizado próximo à Estação Elevatória de Esgoto DAVIDE - SABESP, no Jardim Apurá, São Paulo- SP, adjacente ao Condomínio Residencial Espanha, verificando possíveis impactos ambientais decorrentes de lançamento irregular de esgoto no Reservatório Billings

Metodologia – O estudo seguiu protocolos estabelecidos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Foram realizadas coletas de amostras em tubos estéreis, e análises físico-químicas, microbiológicas e parasitológicas em laboratório, além de medições em campo utilizando equipamento multiparâmetro.

Originalidade/Relevância – A pesquisa aborda um conflito socioambiental pouco explorado em áreas de reassentamento habitacional, evidenciando os riscos decorrentes da falta de fiscalização e da urbanização em Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM), com impacto direto na saúde pública e no ecossistema aquático.

Resultados – As análises apontaram níveis alarmantes de contaminação: parâmetros físico-químicos como amônia, fósforo e sulfeto excederam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005; além disso, a contaminação microbiológica apresentou concentrações de coliformes termotolerantes 51 mil vezes superiores ao valor permitido, com isolamento de bactérias patogênicas como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Providencia spp.* e *Pseudomonas spp.* .

Contribuições teóricas/metodológicas – O estudo reforça a necessidade de integração entre parâmetros físico-químicos e microbiológicos para avaliação da qualidade da água em áreas urbanizadas sobre mananciais, propondo protocolos de monitoramento contínuo e evidencia a ineficiência do sistema de esgotamento sanitário pelo não funcionamento de uma usina elevatória.

Contribuições sociais e ambientais – Evidencia-se a urgência de políticas públicas mais eficazes para proteção de mananciais e mitigação dos impactos da urbanização irregular, prevenindo riscos à saúde humana e à biodiversidade aquática.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água. Poluição hídrica. Reservatório Billings.

Impacts of Irregular Dumping of Untreated Domestic Sewage into the Billings Reservoir, São Paulo-SP: Case of the Espanha Residential Condominium

ABSTRACT

Objective – To evaluate water quality at a collection point near the DAVIDE-SABESP Sewage Pumping Station, in Jardim Apurá, adjacent to the Espanha Residential Complex, identifying environmental impacts caused by illegal sewage discharge into the Billings Reservoir.

Methodology – The study followed the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and the National Guide for Sample Collection and Preservation. Samples were collected in sterile Falcon tubes, with laboratory analyses of physicochemical, microbiological, and parasitological parameters, as well as field measurements using a multiparameter probe.

Originality/Relevance – This research addresses an underexplored socio-environmental conflict in resettlement housing areas, highlighting risks arising from lack of oversight and urbanization in Environmental Protection and Recovery Areas (APRMs), directly impacting public health and aquatic ecosystems.

Results – Analyses revealed alarming contamination levels: physicochemical parameters such as ammonia, phosphorus, and sulfide far exceeded limits established by CONAMA Resolution 357/2005; moreover, microbiological contamination showed thermotolerant coliform counts 51,000 times higher than allowed, with pathogenic bacteria such as *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Providencia spp.*, and *Pseudomonas* identified.

Theoretical/Methodological Contributions – The study reinforces the importance of integrating physicochemical and microbiological indicators for water quality assessment in urbanized water sources, proposing continuous monitoring protocols.

Social and Environmental Contributions – The findings highlight the urgent need for more effective public policies to protect water sources and mitigate impacts of irregular urbanization, preventing risks to human health and aquatic biodiversity.

KEYWORDS: Water quality. Water pollution. Billings Reservoir.

Impactos del vertido irregular de aguas residuales domésticas sin tratamiento en el embalse de Billings, São Paulo-SP: Caso del Condominio Residencial Espanha

RESUMEN

Objetivo – Evaluar la calidad del agua en un punto de muestreo cercano a la Estación Elevadora de Aguas Residuales DAVIDE-SABESP, en el barrio Jardim Apurá, adyacente al Condominio Residencial Espanha, identificando los impactos ambientales provocados por el vertido ilegal de aguas residuales en el Embalse Billings.

Metodología – El estudio siguió los protocolos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y la Guía Nacional de Recolección y Preservación de Muestras. Las muestras fueron recolectadas en tubos estériles y sometidas a análisis físico-químicos, microbiológicos y parasitológicos en laboratorio, además de mediciones en campo con equipo multiparámetro.

Originalidad/Relevancia – La investigación aborda un conflicto socioambiental poco explorado en áreas de reasentamiento habitacional, evidenciando los riesgos derivados de la falta de fiscalización y de la urbanización en Áreas de Protección y Recuperación de Manantiales (APRM), con impacto directo en la salud pública y en los ecosistemas acuáticos.

Resultados – Los análisis revelaron niveles alarmantes de contaminación: parámetros físico-químicos como amoníaco, fósforo y sulfuro excedieron los límites establecidos por la Resolución CONAMA 357/2005; además, la contaminación microbiológica presentó concentraciones de coliformes termotolerantes 51 mil veces superiores al valor permitido, con aislamiento de bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Providencia spp.* y *Pseudomonas*.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas – El estudio refuerza la necesidad de integrar parámetros físico-químicos y microbiológicos para evaluar la calidad del agua en áreas urbanizadas sobre manantiales, proponiendo protocolos de monitoreo continuo.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Se evidencia la urgencia de políticas públicas más eficaces para proteger los manantiales y mitigar los impactos de la urbanización irregular, previniendo riesgos para la salud humana y la biodiversidad acuática.

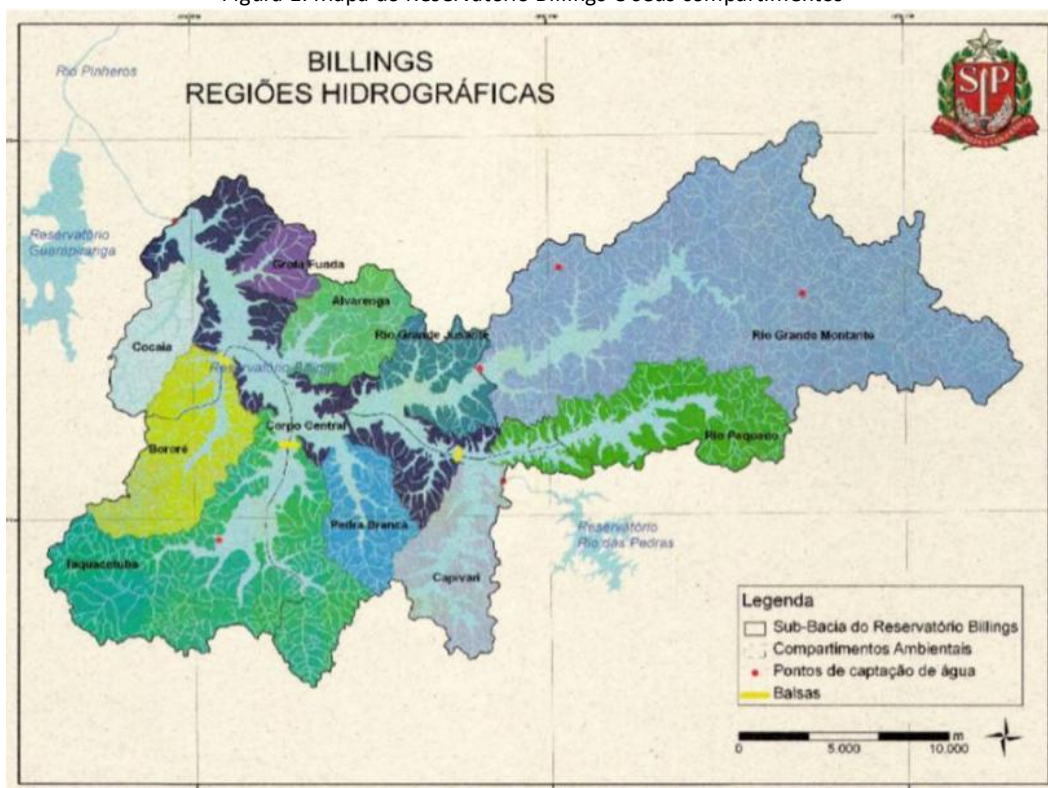
PALABRAS CLAVE: Calidad del agua. Contaminación hídrica. Embalse Billings.

1 INTRODUÇÃO

1.1. Reservatório Billings

A Represa Billings é um dos maiores e mais importantes reservatórios de água doce da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Com área aproximada de 127 km² e 463 km de margens, subdivide-se em oito unidades, denominadas braços ou compartimentos: Rio Grande, Rio Pequeno, Capivari, Pedra Branca, Taquacetuba, Bororé, Cocaia e Alvarenga/Grota Funda, e os Corpos Centrais 1 e 2. Estendem-se pelos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e São Paulo. (PÔMPEO, 2020; MARCONDES, 2025). A estrutura do reservatório pode ser observada na figura 1.

Figura 1: Mapa do Reservatório Billings e seus compartimentos



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

A crise energética do início do Sec. XX, obrigou a busca por geração de energia na Região Metropolitana de São Paulo e Baixada Santista. Desta forma e com o intuito de gerar energia hidrelétrica, em 1925, com o Projeto do Engenheiro Asa White Kenney Billings, foi iniciada a construção do Reservatório Billings finalizando em 1927. Ainda em 1925, foi construída a usina de Cubatão, pela então Companhia Light, e foi aprovado o plano de obras para aproveitamento da força hidráulica de vários rios do Planalto da Grande São Paulo, através do Decreto Federal nº 16844. (PÔMPEO, 2020; UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2021).

A partir dos anos 40, parte do volume hídrico do rio Tietê e seus afluentes foi desviado para o reservatório Billings, através das Usinas Elevatórias de Pedreiras e Traição, para isso houve a reversão do curso do rio Pinheiros com o intuito de aumentar a vazão do reservatório

e ampliar a capacidade de geração energética na UHE Henry Border. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2021; PÔMPEO, 2020)

Para assistir à alta demanda, conseguinte ao acréscimo populacional no ABC, no final da década de 50 inicia-se a captação de água do Braço do Rio Grande (Sistema Rio Grande) para abastecimento urbano. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2021) Apesar de ter sido primeiramente projetado com objetivo de geração de energia elétrica, atualmente, ocorrerem os usos múltiplos como recreação, pesca, abastecimento público, geração de energia hidrelétrica, irrigação, controle de enchentes e ainda, embora ilegal, receptor de resíduos industriais e domésticos. (SÃO PAULO (Estado), 2009; MARCONDES, 2025)

As Leis de Proteção aos Mananciais, Lei Estadual nº 1.172/76 e Lei Estadual nº 9.866/97, entre outras normas jurídicas, destacam que, as Áreas de Preservação Permanente-APP, têm o objetivo de proteger a bacia hidrográfica da Billings, instruindo o uso e ocupação do território. Em 2009, foi sancionada a Lei Específica da Billings, a qual estrutura os limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais Billings (APRM-B), o modo de intervenção e normas ambientais e urbanísticas regionais. (SÃO PAULO (Estado), 2009). Esses arcabouços legais foram criados para que as áreas que fazem a recarga do reservatório permaneçam intactas e desempenhem seu papel. Porém com o passar dos anos, e o não cumprimento das leis, essas áreas estão em grande risco, levando a episódios como em 2014 e 2015 e mais recentemente no período de agosto de 2025, incluindo do reservatório Billings do Relatório de Escassez Hídrica.

Segundo estabelece o Decreto nº 10.755/1977 que atende artigos 7º, 10º e 11º do Decreto Estadual nº 8.468/1976, as águas do Reservatório Billings são de Classe 1 e 2, classificação regulamentada pela Resolução CONAMA 357/2005, portanto o despejo de materiais contaminantes desrespeita as normas jurídicas empregadas.

Nesse cenário, e com todos os riscos que os reservatórios de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo estão sofrendo, uma Estação Elevatória, que deveria levar o esgoto gerado pelo Condomínio Residencial Espanha, no Jardim Apurá, extremo sul de São Paulo-SP, foi flagrada com uma tubulação que fica ao lado, jogando um líquido de cor e odor extremamente fortes, diretamente nas águas do Reservatório Billings – Região do Corpo Central 1.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade da água da tubulação localizada ao lado da Estação Elevatória de Esgoto DAVIDE-SABESP, no Jardim Apurá, São Paulo- SP, adjacente ao Condomínio Residencial Espanha, verificando possíveis impactos ambientais decorrentes de lançamento irregular de esgoto no Reservatório Billings

1.2 Caracterização do Local de Estudo – Jardim Apurá

O bairro Jardim Apurá, uma área periférica da zona Sul da cidade de São Paulo, pertencente à Subprefeitura da Cidade Ademar, está localizada em uma Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM), o que intensifica o embate socioambiental na região. Caracterizado pela vulnerabilidade socioeconômica na carência ao acesso à saúde de qualidade, moradia e educação. (SILVA, 2023)

O Laboratório de Análise Ambiental do Projeto IPH – Índice de Poluentes Hídricos da Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS, foi procurado por moradores do Jardim Apurá, para realizar coleta e análise de amostras em um ponto específico, uma tubulação anexa à Estação Elevatória de Esgoto DAVIDE-SABESP, próximo do condomínio Espanha, Jardim Apurá, no município de São Paulo. As figuras 3, 4 e 5 ilustram o local da Estação Elevatória, pode ser visualizado também na figura 4 a saída de grande volume de “água” bem ao lado da estação.

332

Figura 5: Vista da Estação elevatória



Fonte: Arquivo Projeto IPH

Com o intuito de reassentamento de famílias em áreas de risco próximas à Represa Billings, com Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) a Prefeitura de São Paulo iniciou a construção habitacional do Condomínio Residencial Espanha em 2013. A obra terminou em 2018 e a finalização do reassentamento em 2020, com enfrentamento de embargos judiciais por questões ambientais. (SILVA, 2023/ G1, 2019), na figura 6 se pode ter uma visão panorâmica do condomínio.

Figura 6: Jardim Apurá: 193 prédios de residencial e, no entorno, Represa Billings. Área verde à esquerda e à direita do condomínio é do Parque dos Búfalos (Agência Substancial/ Secretaria Municipal de Habitação)



Fonte: Secretaria Municipal de Habitação – Prefeitura de São Paulo

O conglomerado de edifícios abrange 193 prédios com 3.860 unidades habitacionais, que se dividem em 14 condomínios. Abrigando uma população média de 15.000 pessoas. Houve a participação da Prefeitura Municipal de São Paulo (com a Secretaria Municipal de Habitação - SEHAB), a Construtora EMCCAMP Residencial S.A., e a Ingaí Incorporadora e Empreendimentos Imobiliários S.A. (CORDEIRO, 2024/ PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2018). O condomínio foi instalado às margens do Corpo Central 1 do Reservatório Billings.

É importante salientar que, as águas do Reservatório Billings são de Classe 1 e 2, segundo estabelece o Decreto nº10.755/1977 que atende artigos 7º, 10 e 11 do Decreto Estadual nº 8.468/1976, em que:

“Artigo 7º. Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção.

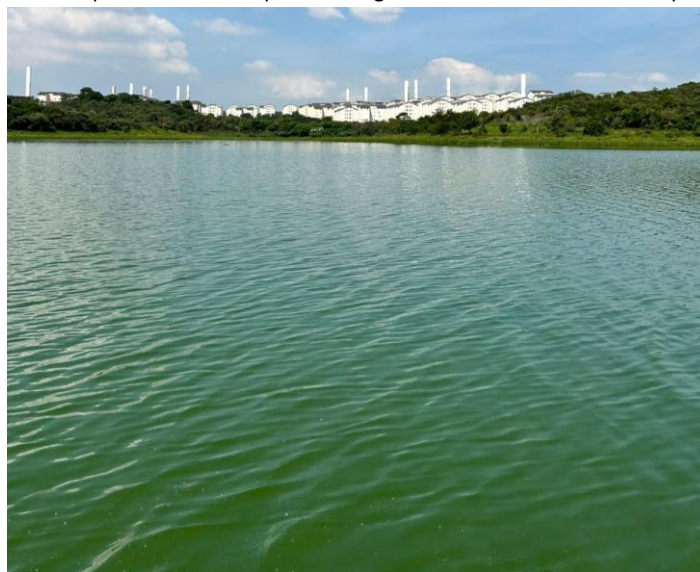
Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e a recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho):

Artigo 10: Nas águas de Classe 1 não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados.

Artigo 11: Nas águas de Classe 2 não poderão ser lançados efluentes mesmo tratados, que prejudiquem sua qualidade.”

Lembrando que a classificação das águas em Classe 1 e 2 são da RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005, e que os resultados obtidos após as análises das amostras coletadas para esse estudo, têm como referência os valores de águas de classe 2. Na figura 7 se pode visualizar Corpo Central 1 do reservatório Billings e o Condomínio Residencial Espanha.

Figura 7: Área do corpo central I da Represa Billings. Condomínio Residencial Espanha ao fundo.



Fonte: Acervo do Projeto IPH

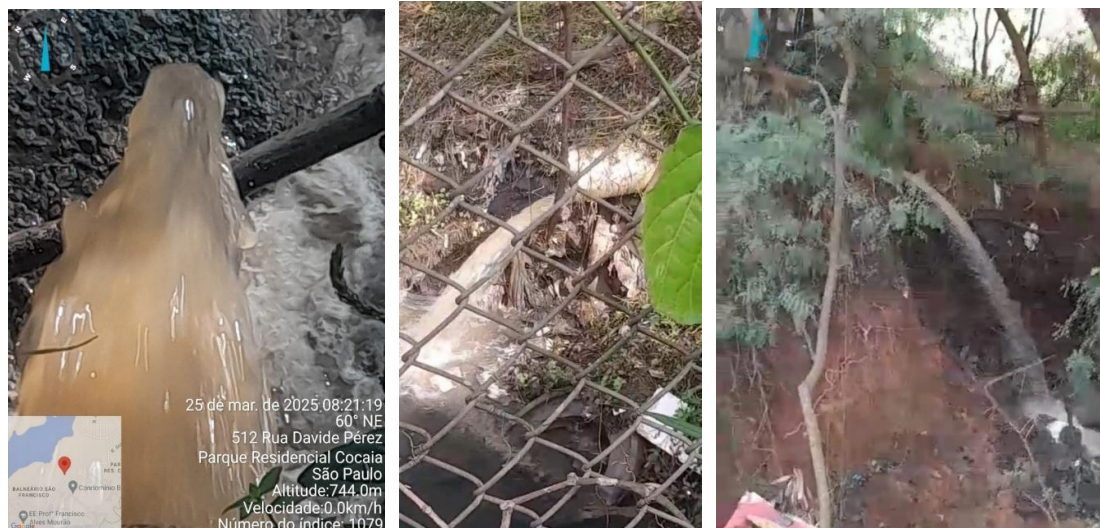
Foram denúncias dos moradores que afirmaram a existência da tubulação pertencente à Estação Elevatória de Esgoto Davide Perez, e que essa tubulação despeja o esgoto doméstico sem tratamento diretamente no Reservatório Billings. Apesar da negativa da empresa de saneamento às irregularidades, fatores como mau cheiro, cor amarelada, acúmulo de plantas aquáticas características sugerem alta concentração de materiais orgânicos. (METRÓPOLES, 2025), esse estudo procurou verificar quais eram as substâncias presentes nessa “água”.

Apesar da Lei Específica da Billings, com a urbanização em áreas de proteção ambiental e a falta da fiscalização adequada para o descarte ilegal de esgoto e resíduos industriais, a recuperação ambiental fica em déficit, comprometendo seu ciclo natural. Atualmente, o Reservatório Billings completa 100 anos com baixa expectativa de melhora na qualidade da água (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2025).

1.3 PONTO DE COLETA

O Ponto de Coleta, que pode ser visualizado nas figuras 8, 9 e 10, em datas diferentes e em perspectivas distintas, se trata de um cano que está anexo a Estação Elevatória de Esgoto.

Figuras 8, 9 e 10: Cano anexo a Estação elevatória de esgoto.



Fonte: Arquivo Projeto IPH

3. METODOLOGIA

3.1. Campanhas de coleta

Foram realizadas duas campanhas de coleta uma em dezembro de 2024 e a outra em abril de 2025, momento em que existia um grande aporte de água na tubulação.

3.2 Coleta de campo

Para a realização das análises foram utilizados parâmetros microbiológicos, físico-químicos e parasitológicos, as técnicas utilizadas em campo e em laboratório seguem os protocolos estabelecidos pelo *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23RD EDITION*

Essa metodologia seguiu os critérios estabelecidos pelo “Guia Nacional De Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos. Autores: Brandão, Carlos Jesus; Botelho, Marcia Janete Coelho; Sato, Maria Inês Zanoli; ANA; CETESB- 2011”.

As coletas foram feitas diretamente da água que saia de um cano anexo a Estação Elevatória de Esgoto DAVIDE.

As amostras foram coletadas em tubos Falcon estéreis de 50ml, identificados de acordo com o ponto de coleta e acondicionadas em caixa de transporte refrigerada como pode ser visualizado na figura 11.

Figura 11: Material de coleta e acondicionamento de amostra.



Fonte: Arquivo Projeto IPH

3.3 Análise de campo

Em campo foram realizadas análises utilizando um equipamento Multiparâmetro que faz o monitoramento dos seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Sólidos Dissolvidos Totais, Condutividade e pH. A figura 12 ilustra o equipamento.

Figura 12: Equipamento Multiparâmetro da Hanna Instruments – HI 98494



Fonte: Arquivo Projeto IPH

3.4 Parâmetros Analisados

Os parâmetros de análise são fundamentais para entender as condições de um corpo hídrico, pois ajudam a caracterizar diversas variáveis que influenciam sua qualidade.

Esses parâmetros incluem aspectos físicos, químicos, microbiológicos, biológicos, toxicológicos e radiológicos. É importante que esses indicadores sejam escolhidos com cuidado, levando em conta seu significado, alcance, limitações, confiabilidade e também os custos associados à sua medição.

Conforme a RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005, os parâmetros analisados são adequados para corpos de água de Classe 2. No caso do estudo sobre o Reservatório Billings, ele foi classificado como tal. Além disso, a seleção desses parâmetros é crucial, já que eles fazem parte do Índice de Qualidade da Água (IQA), uma ferramenta que ajuda a avaliar a saúde dos corpos hídricos. No quadro 1 se pode verificar quais são os Limites Máximos Permitidos para os parâmetros analisados nesse estudo. No quadro 2 estão descritos os parâmetros utilizados para a composição do IQA – Índice de Qualidade de Água.

Quadro 1: Parâmetros adequados para corpos de água de classe 1 e 2.

Constituintes	Classe 1	Classe 2
Cor	Ausente	Ausente
Odor	Ausente	Ausente
Turbidez	Até 40 UNT	Até 100 UNT
Nitrogênio Amoniacal	3,7 mg/L N, pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, pH > 8,5	Mesmo limite da Classe 1
Fósforo Total	Até 0,020 mg/L (ambientes lênticos) Até 0,025 mg/L (ambientes lóticos)	Até 0,030 mg/L
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6 mg/L O ₂	Não inferior a 5 mg/L O ₂
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Coliformes Fecais	Até 200 UFC/100 mL	Até 1000 UFC/100 mL
DBO (5 dias, 20°C)	Até 3 mg/L O ₂	Até 5 mg/L O ₂

Fonte: Resolução CONAMA Nº 357/2005

Quadro 2 : Parâmetros Analisados – Compõem o IQA

Físicos	Químicos	Microbiológicos	Climáticos
Temperatura da água e ambiente	pH	Coliformes fecais e totais	Sol
Turbidez	Oxigênio dissolvido	Grupos específicos:	Nublado
	Amônia	Escherichia coli	Chuvoso
	Fosfato	Shigella spp.	
	Fósforo	Salmonella spp.	
	Nitrito	Klebsiella spp.	
	Nitrato	Pseudomonas spp.	

Fonte: CETESB (2011)

3.5 Análises em Laboratório

3.5.1 Análises Físico-químicas

Para as análises físico-químicas, foi utilizado o Espectrofotômetro Pastel UVline (Aqualabo), equipado com display gráfico. Os procedimentos seguiram rigorosamente as instruções descritas nas bulas dos reagentes, visando à determinação da concentração de substâncias químicas nas amostras.

As análises contemplaram os seguintes parâmetros: amônia, cobre, cromo hexavalente, ferro, fosfato, nitrato, nitrito, sulfato e sulfeto. A turbidez foi determinada por meio do Turbidímetro Portátil H198703, empregando-se 10 mL de cada amostra, enquanto o pH foi mensurado com o aparelho mPA-201, assegurando a precisão dos resultados.

3.5.2 Análises Microbiológicas

Nas análises microbiológicas, foram empregados meios de cultura previamente preparados e armazenados no laboratório, prontos para utilização. Todas as etapas, desde o manuseio dos meios até as inoculações, foram conduzidas em condições assépticas no fluxo laminar, preservando a integridade das amostras. As amostras foram processadas em até 24 horas após a coleta, sendo previamente homogeneizadas com o auxílio de um agitador de tubos Vortex, de modo a garantir a uniformidade das suspensões.

O processo microbiológico teve início com a técnica de diluição seriada. Inicialmente, 1 mL da amostra foi transferido para o frasco de Água de Diluição -1. Em seguida, 1 mL desta diluição foi repassado ao frasco de Água de Diluição -2 e, posteriormente, 1 mL deste último foi transferido para o frasco de Água de Diluição -3. Esse procedimento permitiu a obtenção de concentrações progressivamente menores da amostra, facilitando a quantificação e identificação dos microrganismos.

Após a diluição seriada, os meios Plate Count Agar (PCA) e Lauryl Tryptose Broth (LST) foram inoculados em triplicata, resultando em três placas e três tubos para cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}). Cada tubo de LST continha 9 mL de meio e um tubo de Duran invertido, destinado à criação de ambiente anaeróbico. As inoculações nos meios PCA e TSB foram incubadas em estufa a 38 °C por 48 horas.

Posteriormente, nas placas de PCA que apresentaram crescimento bacteriano, procedeu-se à contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), com auxílio de contador manual, contador analógico e marcação em caneta permanente diretamente nas placas.

As colônias obtidas foram transferidas para lâminas de microscopia, coradas e submetidas à técnica de Gram para diferenciação entre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, bem como entre cocos e bacilos, utilizando microscópio óptico.

Nos tubos de LST que apresentaram turbidez e/ou formação de bolhas no tubo de Duran, foram selecionadas alíquotas para continuidade da análise. Com o auxílio de uma alça calibrada, uma porção do conteúdo homogeneizado foi inoculada em placas de Petri com uma divisória, por meio da técnica de estriamento, nos meios Eosin Methylene Blue Agar (EMB) e Brilliant Green Agar (VB). As placas foram incubadas em estufa a 37 °C por 48 horas.

Após a incubação, as colônias foram identificadas conforme as características descritas nas bulas dos meios utilizados. Na sequência, as colônias selecionadas foram inoculadas em Salmonella Shigella Agar (SS) e MacConkey Agar (MC), com incubação subsequente a 37 °C por 48 horas. Para confirmação final, as amostras foram transferidas para Rugai, permanecendo em incubação por 12 a 18 horas antes da leitura dos resultados.

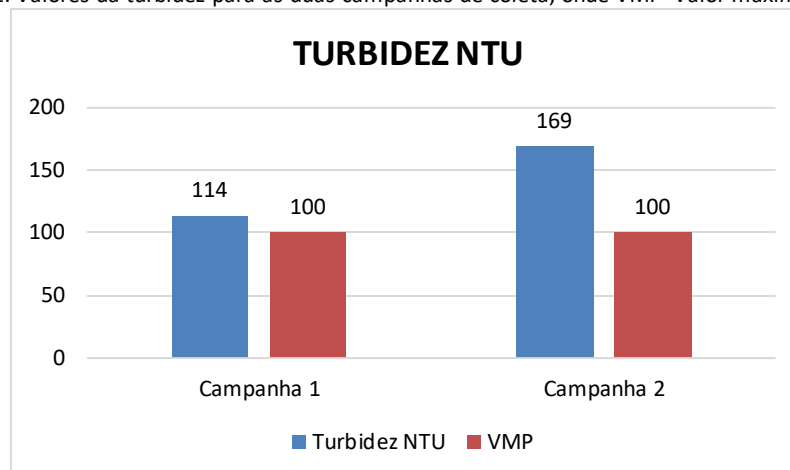
4. RESULTADOS

4.1 Físico-químicos

4.1.1 Turbidez

A turbidez corresponde a uma característica física da água, relacionada à presença de partículas em suspensão que reduzem sua transparência e dificultam a passagem da luz. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos d'água enquadrados como Classe 2, como é o caso da Represa Billings, o valor máximo permitido de turbidez é de 100 NTU. Dessa forma, os resultados obtidos devem ser comparados a esse limite de referência, esses resultados podem ser observados no gráfico 01.

Gráfico 01: Valores da turbidez para as duas campanhas de coleta, onde VMP=Valor máximo permitido



Fonte: Autoria Própria.

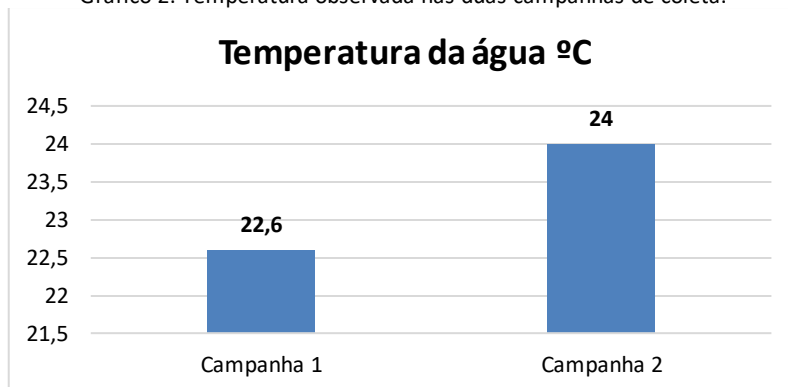
Nas duas campanhas de coleta os resultados estavam acima do que determina a legislação, pode-se inferir que, esse parâmetro já demonstra alterações nos líquidos oriundos da tubulação estudada.

4.1.2 Temperatura da Água

A temperatura é um fator que influencia a disponibilidade de oxigênio, ou seja, quanto maior a temperatura menor a disponibilidade de oxigênio na água.

Outro fator importante é que a alta temperatura favorece o desenvolvimento de microrganismos termotolerantes. Os resultados das duas campanhas de coleta podem ser observados no gráfico 02.

Gráfico 2: Temperatura observada nas duas campanhas de coleta.



Fonte: Autoria própria

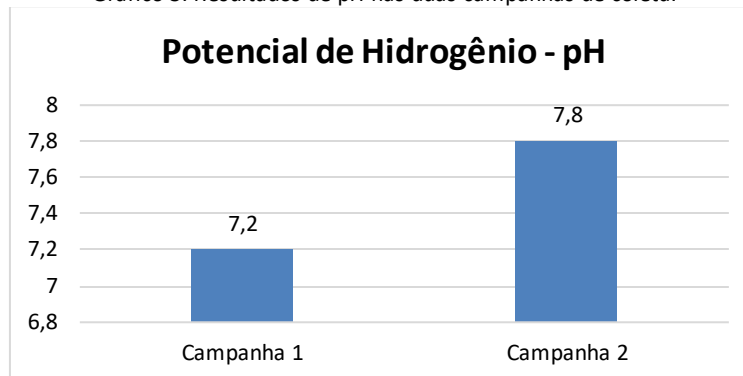
A temperatura não se alterou significativamente nas duas campanhas de coleta.

4.1.3 pH – Potencial de Hidrogênio

Conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, o intervalo aceitável de pH para corpos d'água de Classe 2 situa-se entre 6,0 e 8,0. Assim, as amostras coletadas devem ser avaliadas considerando esse parâmetro normativo. O gráfico 03 ilustra os resultados obtidos

da análise das amostras, e demonstram que estão dentro do que preconiza a legislação para as águas de Classe 2.

Gráfico 3: Resultados de pH nas duas campanhas de coleta.



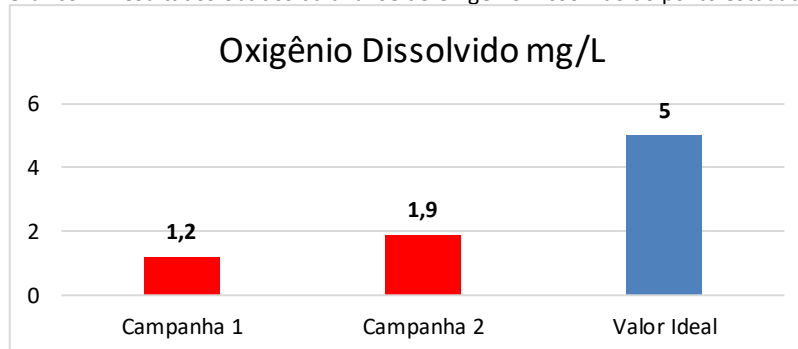
Fonte: Autoria própria

Os resultados desse parâmetro estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

4.1.4 Oxigênio Dissolvido

Esse parâmetro é fundamental para a manutenção da vida em corpos hídricos. Concentrações acima de 5 mg/L de oxigênio dissolvido, além de possibilitarem a sobrevivência de organismos aquáticos, favorecem a decomposição da matéria orgânica sem a formação de gás metano. O Gráfico 04 apresenta os resultados obtidos, que evidenciam baixas concentrações de oxigênio dissolvido nas amostras do ponto de coleta. Esse achado indica a presença de matéria orgânica, possivelmente proveniente de esgoto sem tratamento.

Gráfico 4: Resultados obtidos da análise de Oxigênio Dissolvido do ponto estudado



Fonte: Autoria própria

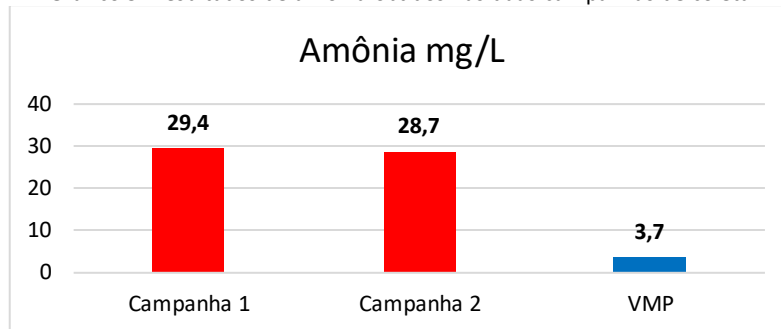
Os resultados obtidos para esse parâmetro evidenciam que, apesar do constante movimento da água decorrente do processo de escoamento, os níveis de oxigênio dissolvido encontravam-se cerca de quatro vezes abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente. Tal condição sugere elevada concentração de matéria orgânica, possivelmente associada ao lançamento de esgoto doméstico sem tratamento. Essa hipótese é reforçada pela análise de outros parâmetros discutidos neste estudo, que contribuem para a confirmação da origem da carga poluidora.

4.1.5 Amônia

Esse parâmetro é analisado para que se verifique a presença/ausência de contaminação por esgoto doméstico, pois amônia é um indicador de despejo desse esgoto sem tratamento.

De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005, a amônia não pode ultrapassar de 3,7 mg/L quando pH for $\leq 7,5$. O gráfico 05 demonstra os resultados obtidos nas duas campanhas de coleta.

Gráfico 5: Resultados de amônia obtidos nas duas campanhas de coleta.



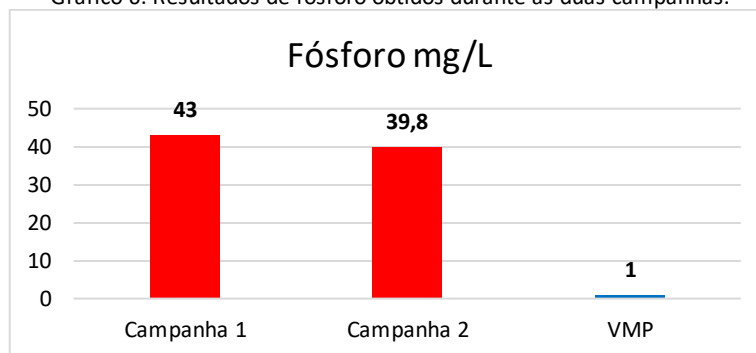
Fonte: Autoria própria

Segundo a RESOLUÇÃO CONAMA 357, o Valor Máximo Permitido – VMP, para águas de Classe 2 é de 3,7 mg/L, quando o pH está entre 7,0-7,5, e como observado no gráfico 05, durante as duas campanhas de coleta esses valores estão aproximadamente 8 vezes acima do que permite a legislação. Esse é um indicador de que a qualidade da água é incompatível com o lançamento desse efluente no reservatório Billings.

4.1.6 Fósforo

Os níveis máximos de fósforo (P) permitido em ambientes lóticos, como é o caso da tubulação, que lança suas águas diretamente no reservatório Billings, é de 1,0 mg/L. No gráfico 06 se pode verificar os resultados obtidos nas duas campanhas de coleta.

Gráfico 6: Resultados de fósforo obtidos durante as duas campanhas.



Fonte: Autoria própria.

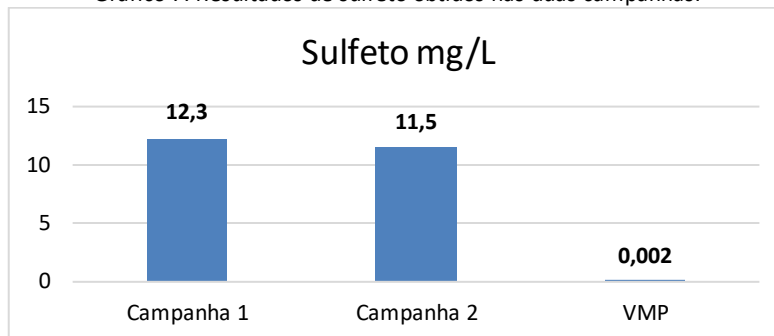
Os resultados obtidos indicam que o fósforo total, cuja principal origem está associada a efluentes domésticos não tratados contendo saponáceos, detergentes e outros produtos de limpeza, apresentou concentrações aproximadamente 40 vezes superior ao valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,030 mg/L para corpos hídricos de Classe 2).

Considerando que o reservatório Billings se enquadra nessa classificação, tal excedente configura um cenário de poluição significativa, comprometendo a qualidade da água e favorecendo processos de eutrofização.

4.1.7 Sulfeto

A análise da concentração de sulfeto na água é essencial para garantir a qualidade e prevenir potenciais danos à saúde. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, “As fontes principais de sulfetos nos diversos corpos hídricos são os esgotos domésticos, efluentes industriais (papel e celulose) e atividades agrícolas.” O gráfico 07 ilustra os resultados obtidos para a concentração desse elemento nas amostras estudadas.

Gráfico 7: Resultados de sulfeto obtidos nas duas campanhas.



Fonte: Autoria Própria

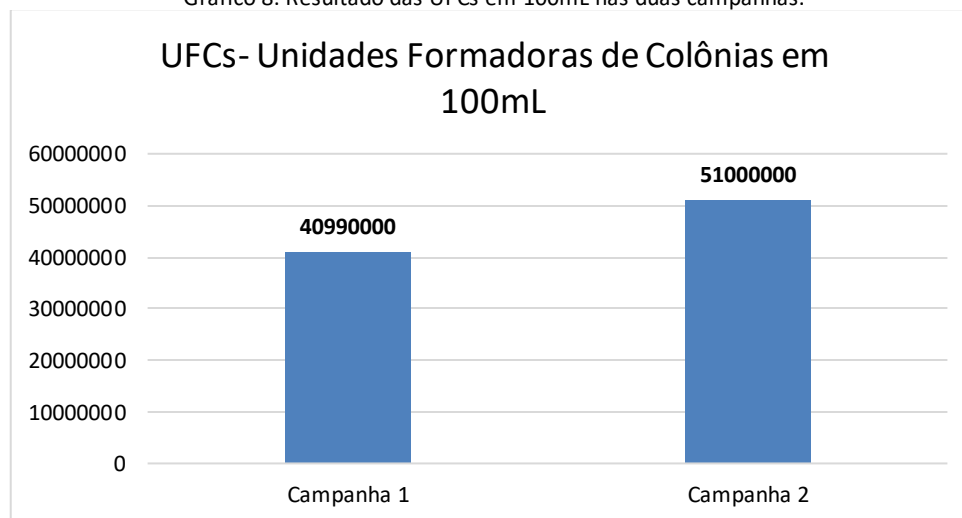
Os resultados observados no gráfico 07 demonstram que a concentração desse elemento está 6.000 vezes acima do que preconiza a RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005, da qual o limite é de 0,002 mg/L (Valor Máximo Permitido). Esse também é um indicador de despejo de esgoto doméstico sem tratamento.

4.2 Microbiológicos

4.2.1 Estudo quantitativos – Unidades Formadoras de Colônias (UFC)

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos d'água enquadrados como Classe 2, categoria na qual se insere o Reservatório Billings, os efluentes lançados devem apresentar características de qualidade compatíveis com as do corpo receptor. Nesse contexto, o Valor Máximo Permitido (VMP) para Unidades Formadoras de Colônia (UFC) de coliformes termotolerantes é de 1.000 UFC/100 mL. Conforme demonstrado no Gráfico 08, os resultados obtidos evidenciam concentrações significativamente superior a esse limite, indicando elevada contaminação microbiológica no ponto de coleta em todas as campanhas realizadas.

Gráfico 8: Resultado das UFCs em 100mL nas duas campanhas.



Fonte: Autoria própria.

Os valores encontrados estão aproximadamente 51 mil vezes acima do que preconiza a legislação para águas de classe 2. Esse é um indicador que determina que esse efluente que é lançado nas águas do reservatório Billings é proveniente de esgoto sem tratamento.

4.2.3 Estudo Qualitativo das bactérias identificadas nos pontos estudados.

Para a identificação dos grupos microbianos presentes nas amostras coletadas, empregaram-se meios de cultura seletivos para a detecção de coliformes totais e termotolerantes, seguidos da realização de testes confirmatórios em meio Rugai com Lisina. Os resultados referentes à ocorrência desses grupos em cada ponto de amostragem estão apresentados no Quadro 03.

Quadro 3: Tipos e grupos de bactérias encontradas no ponto em cada campanha. A coloração amarela indica a presença da bactéria/grupo nas amostras das duas campanhas.

CAMPANHAS	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella spp</i>	<i>Enterobacter</i>	<i>Providencia spp</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Klebsiella spp</i>	<i>Proteus</i>	<i>Shigella spp</i>
1								
2								

Fonte: Autoria própria.

Os resultados microbiológicos indicaram a presença de diversos gêneros de bactérias de relevância clínica. O gênero *Providencia spp.* tem sido reconhecido como um patógeno oportunista em infecções nosocomiais, principalmente do trato urinário, apresentando resistência a múltiplos antimicrobianos (O'HARA; BRENNER; MILLER, 2000).

Escherichia coli, habitante natural do intestino humano, pode causar infecções urinárias e gastrointestinais quando cepas patogênicas são ingeridas por meio de alimentos ou água contaminados (KAPER; NATARO; MOBLEY, 2004).

Salmonella spp. entérica é um importante agente de intoxicações alimentares, capaz de causar desde gastroenterites autolimitadas até infecções sistêmicas graves, com transmissão associada a alimentos e água contaminados (ENG et al., 2015). Os gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Serratia* são comumente envolvidos em infecções hospitalares, incluindo pneumonia, bacteremia e infecções urinárias, e apresentam elevada capacidade de resistência a antimicrobianos (PODSCHUN; ULLMANN, 1998).

O gênero *Pseudomonas spp.*, especialmente *Pseudomonas aeruginosa*, é um patógeno oportunista resistente a múltiplos antibióticos, responsável por infecções respiratórias, urinárias e de feridas, e capaz de sobreviver em condições ambientais adversas (MORADALI; GHODS; REHM, 2017).

Shigella spp. causa shigelose, caracterizada por diarreia com sangue, febre e dor abdominal, transmitida principalmente por via fecal-oral (KOTLOFF et al., 2018).

Proteus spp. está associado a infecções urinárias e formação de cálculos renais devido à produção de urease, podendo evoluir para sepse em casos graves (ARMEBRUSTER; MOBLEY, 2012).

5. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA – IQA

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta utilizada para avaliar a qualidade da água de um corpo hídrico, como rios, lagos, reservatórios ou fontes de abastecimento. Ele é calculado com base em um conjunto de parâmetros físico-químicos e biológicos que determinam o estado de conservação da água e sua adequação para diversos usos, como

consumo humano, recreação, irrigação ou proteção à vida aquática. O resultado do IQA para cada ponto pode ser visualizado no quadro 04.

Quadro 04: Resultados do IQA

CAMPANHAS	IQA
1	PÉSSIMO
2	PÉSSIMO

Fonte: Autoria própria

Os resultados do IQA indicam a péssima qualidade do efluente que é lançado diretamente no reservatório Billings, além do que esse lançamento vai totalmente contra o que preconiza a legislação vigente.

5. CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo destacam pontos relevantes acerca da qualidade da água analisada. Primeiramente, as substâncias químicas presentes nas amostras, embora comuns em corpos hídricos, encontravam-se em concentrações elevadas, indicando contaminação proveniente de esgoto doméstico e industrial sem tratamento, o que representa risco potencial à saúde humana. Além disso, os microrganismos isolados mostraram-se patogênicos, sugerindo não apenas a presença de indivíduos contaminados na região, mas também a possibilidade de transmissão para outras pessoas, aumentando o risco à população local. Por fim, a detecção de bactérias com resistência a múltiplos antimicrobianos evidencia um agravante adicional, pois dificulta o tratamento de infecções e potencializa os impactos sobre a saúde pública.

Com o estudo foi demonstrado que a qualidade de água que saía da tubulação ao lado da Estação Elevatória, é comparada a de esgotos domésticos sem tratamento, pode-se inferir que essa tubulação traz consigo esgoto oriundo do Condomínio Residencial Espanha, e todo esse volume cai diretamente para o Reservatório Billings, colocando em risco a saúde ambiental do reservatório e a saúde das pessoas que vivem no seu entorno.

6. REFERÊNCIAS

ARMEBRUSTER, C. E.; MOBLEY, H. L. T. Merging mythology and morphology: the multifaceted lifestyle of *Proteus mirabilis*. **Nature Reviews Microbiology**, v. 10, n. 11, p. 743–754, 2012. DOI: 10.1038/nrmicro2890.

ENG, S.-K. et al. Salmonella: A review on pathogenesis, epidemiology and antibiotic resistance. **Frontiers in Life Science**, v. 8, n. 3, p. 284–293, 2015. DOI: 10.1080/21553769.2015.1051243.

KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBLEY, H. L. T. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 2, p. 123–140, 2004. DOI: 10.1038/nrmicro818.

KOTLOFF, K. L. et al. Shigellosis. **Lancet**, v. 391, n. 10122, p. 801–812, 2018. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)33296-8.

MARCONDES, Marta Angela; SOUZA, Camila Menezes de; FRANCHI, Renata Borges. Avaliação da Qualidade da Água no Reservatório Billings: Análise dos Impactos da Poluição e Mortandade de Peixes. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S. l.], v. 13, n. 41, 2025. DOI: 10.17271/23178604134120255656. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/5656.

MATSUZAKI, Mayla. Transposição das águas do braço Taquacetuba da represa Billings para a represa Guarapiranga: aspectos relacionados à qualidade de água para abastecimento. **Tese (Doutorado em Saúde Pública)** – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.6.2007.tde-24032008-091725>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MORADALI, M. F.; GHODS, S.; REHM, B. H. *Pseudomonas aeruginosa* lifestyle: a paradigm for adaptation, survival, and persistence. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, p. 39, 2017. DOI: 10.3389/fcimb.2017.00039.

O'HARA, C. M.; BRENNER, F. W.; MILLER, J. M. Classification, identification, and clinical significance of *Providencia* species (Enterobacteriaceae) isolated from clinical specimens. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 38, n. 4, p. 1531–1535, 2000. PMID: 10747131.

PODSCHUN, R.; ULLMANN, U. *Klebsiella* spp. as nosocomial pathogens: epidemiology, taxonomy, typing methods, and pathogenicity factors. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 11, n. 4, p. 589–603, 1998. DOI: 10.1128/CMR.11.4.589.

NO JARDIM Apurá, prédios prontos e nada de sinal das contrapartidas de interesse social (CEI, EMEF, CRAS, GCM, Posto de Saúde). Implantação do Parque dos Búfalos. **Parque dos Búfalos**, [s.l.]. Abr. 2018. Disponível em: <http://www.parquedosbufalos.com/>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO – Secretaria Municipal de Habitação. **Conheça o Residencial Espanha**. São Paulo, 5 out. 2018. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/habitacao/w/residencial_espanha/264960.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO – Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento. **Portal de Licenciamento**. São Paulo, c2025. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/licenciamento/w/servicos/297928>.

SILVA, P. M. da; NEIMAN, Z. Conflitos socioambientais e desenvolvimento de políticas públicas no território do Jardim Apurá, São Paulo (SP). **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, São Paulo, v. 28, p. e88329, 2023. DOI: 10.12660/cgpc.v28.88329. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/cgpc/article/view/88329>.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009. Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings – APRM-B**. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13579-13.07.2009.html>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA). **Elaboração do plano diretor de desenvolvimento e proteção ambiental da bacia hidrográfica do reservatório Billings: relatório final**. São Paulo, 2010. 274 p., 1 CD-R, il. color. PDF. Editora: SMA/CLAPCOBRAPE. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/handle/123456789/2237>.

Vídeo: Moradores denunciam esgoto da Sabesp na Billings. Empresa nega. Metrôpoles, São Paulo. [s.l.]. Mar. 2025. Disponível em: <https://www.metrosoles.com/sao-paulo/video-moradores-denunciam-esgoto-da-sabesp-na-billings-empresa-nega>.

DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Marta Angela Marcondes e Renata Borges Franchi
 - **Curadoria de Dados:** Nathalia Magarotto Gardinal e Livia Putini Ribeiro Monaco
 - **Análise Formal:** Todas as autoras
 - **Aquisição de Financiamento:** Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS
 - **Investigação:** Todas as autoras.
 - **Metodologia:** Todas as autoras
 - **Redação - Rascunho Inicial:** Nathalia Margarotto Gardinal
 - **Redação - Revisão Crítica:** Marta Angela Marcondes
 - **Revisão e Edição Final:** Marta Angela Marcondes e Renata Borges Franchi
 - **Supervisão:** Marta Angela Marcondes
-

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Eu/Nós, Marta Angela Marcondes, Renata Borges Franchi, Nathalia Magarotto Gardinal e Livia Putini Ribeiro Monaro, declaramos que o manuscrito intitulado " Impactos do Despejo Irregular de Esgoto Doméstico Não Tratado no Reservatório Billings, São Paulo- SP: Caso Condomínio Residencial Espanha".

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui/possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. (Detalhe aqui, se aplicável: "Este trabalho foi financiado por Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS.
 2. **Relações Profissionais:** Não possui/possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possui/possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-