

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## QUALIDADE DE EFLUENTES DE SISTEMAS PLUVIAIS: UMA ANÁLISE NA PRAIA DE SÃO MARCOS - MA

Amanda Caroline da Silva Buna, Universidade Federal do Maranhão, amanda.buna@discente.ufma.br  
Charlene Silva Pestana, Universidade Federal do Maranhão, charlene.pestana@discente.ufma.br  
Daniel Rocha Pereira, Universidade Federal do Maranhão, daniel.rocha.drp@gmail.com  
Gleison de Sousa, Universidade Federal do Maranhão, gleison.s@discente.ufma.br  
Hedilane dos Santos de Araujo, Universidade Federal do Maranhão, hedilane.araujo@discente.ufma.br  
Ihasmin Alves Silva, Universidade Federal do Maranhão, ihasmin.alves@discente.ufma.br  
João Yuri da Silva Carneiro, Universidade Federal do Maranhão, joao.ysc@discente.ufma.br

### Resumo

O crescimento descontrolado da ocupação tem levado à poluição das águas costeiras devido ao despejo de efluentes, prejudicando a qualidade da água e afetando a balneabilidade das praias. Dessa forma, a alta densidade populacional nessas áreas costeiras é responsável por uma poluição marinha frequente, principalmente por esgoto industrial e doméstico. Além disso, o lançamento inadequado de esgotos no mar, sem tratamento adequado, tem implicações na qualidade da água, turismo e na saúde pública. Assim, o monitoramento da balneabilidade das praias, destacando a Praia de São Marcos, em São Luís, Maranhão, como área de estudo devido à alta atividade turística, lançamento de galerias pluviais e presença de barracas. O objetivo do trabalho é avaliar a qualidade dos efluentes provenientes do sistema de drenagem de águas pluviais e do Rio Calhau nesta praia, analisando nove pontos específicos. Neste trabalho, foi adotada a metodologia de pesquisa exploratória de caráter quantitativo para avaliar a condição dos pontos de lançamentos de efluentes na praia de São Marcos. A coleta de dados envolveu o levantamento bibliográfico e a pesquisa de campo. Os parâmetros analisados incluíram temperatura, TDS (sólidos totais dissolvidos), pH, salinidade, ORP (potencial de oxirredução), oxigênio dissolvido, amônia, ferro, nitrato, nitrito e dureza total.

**Palavras-chave:** Sistema pluvial, esgotamento sanitário, qualidade da água, poluição marinha.

### 1. Introdução

O crescimento populacional e econômico, no país, a partir do século XX, influenciou a exploração predatória dos recursos naturais e em particular, os recursos hídricos que são limitados e possuem papel importante no desenvolvimento econômico e social de uma região. De acordo com Tucci (2008), com a concentração humana cada vez mais em espaços reduzidos, como no caso das cidades, produz grande competição pelo acesso aos recursos naturais como o solo e a água, e leva ao desequilíbrio uma parte de sua biodiversidade. A ocupação desenfreada dos ecossistemas costeiros ocasiona significativas agressões ao meio, afetando a dinâmica e o equilíbrio ecológico em diferentes escalas. A zona costeira maranhense segue o perfil de ocupação brasileiro e mundial, no que diz respeito à especulação imobiliária. Tal fato tem ocasionado a poluição das águas costeiras, através de lançamentos de efluentes, comprometendo a balneabilidade.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Biocchi (2018) em suas análises afirma que a alta densidade populacional nas áreas costeiras leva à poluição marinha frequente, especialmente por esgoto industrial e doméstico, tratado ou não. O esgoto doméstico não tratado, proveniente de fontes não conectadas a sistemas de tratamento em terra, polui o ambiente. Esse esgoto, quando não tratado, é levado pelas chuvas diretamente para rios, córregos, praias e áreas costeiras, contribuindo para a poluição dos oceanos.

O lançamento inadequado de efluentes em praias persiste sendo um grave problema ambiental, contaminando ecossistemas marinhos com resíduos industriais, esgoto doméstico e substâncias tóxicas. Isso prejudica a biodiversidade, danifica recifes de corais, afeta a reprodução de peixes e pode representar riscos à saúde humana ao contaminar frutos do mar na cadeia alimentar.

Para as comunidades locais, a poluição das praias resultante do lançamento de efluentes tem impactos econômicos significativos. O turismo, que frequentemente é uma fonte vital de receita nessas áreas, é severamente prejudicado pela má qualidade da água e pelas praias sujas. Além disso, a saúde das pessoas que vivem nessas regiões pode ser afetada, levando a problemas respiratórios, dermatológicos e gastrointestinais devido à exposição a esses poluentes.

Conforme corrobora WHO (1995) o lançamento inadequado de esgotos domésticos ou industriais no mar, sem tratamento adequado, altera a qualidade da água e cria ambientes propícios para agentes patogênicos prejudiciais à saúde humana. Além disso, isso pode afetar o turismo, principal atividade econômica de muitas cidades litorâneas.

O estudo do lançamento de efluentes em praias é crucial por diversas razões: preservação ambiental, proteção da saúde pública, sustentabilidade econômica para as comunidades costeiras, conservação da biodiversidade marinha e promoção dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Compreender os efeitos dos efluentes ajuda a implementar medidas de conservação e gestão sustentável, garantindo um futuro mais saudável e equilibrado para todos.

Devido à alta frequência turística nas praias de São Luís, é imprescindível o monitoramento da balneabilidade das praias da região. A área escolhida para estudo foi a Praia de São Marcos, local esse com elevada atividade turística, além de possuir lançamento de grande parte das galerias pluviais da avenida Litorânea e regiões adjacentes. Outro motivo para a escolha se dá pela presença em massa de diversas barracas e, portanto, é importante determinar as condições de balneabilidade do local.

Assim, este trabalho foi proposto com o intuito de avaliar a qualidade dos efluentes advindos do sistema de drenagem de águas pluviais e do rio Calhau, na praia de São Marcos, em São Luís, Maranhão, analisando nove pontos ao total.

## 2. Fundamentação teórica

A Ilha de São Luís compreende a microrregião de aglomeração urbana de São Luís e faz parte da mesorregião norte maranhense, abrangendo em seu território quatro municípios: São

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa (SMEPE, 2011). A ilha situa-se na Região Costeira Norte do estado do Maranhão, limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico; ao sul, com a Baía de São José e o Estreito dos Mosquitos; a Leste com a Baía de São José e a oeste com a Baía de São Marcos. O referido local ocupa a parte central do Golfão Maranhense, separando-se do continente pelo Estreito dos Mosquitos (Santos, 1996).

A ilha apresenta (quantidade de praias), entre elas estão: Praia do Calhau, Praia de São Marcos, Praia do Meio, Praia Ponta D' Areia, Praia do Caolho, Praia Caúra, Praia do Olho d'Água, Praia da Guia, Praia da Boa Viagem, Praia Itapari e Praia do Boqueirão. A Baía de São Marcos é um complexo estuarino brasileiro do estado do Maranhão localizado na região do Golfão Maranhense, possui aproximadamente 100 quilômetros de extensão, sendo a maior baía estuarina do litoral do Nordeste.

## 2.1. Praia de São Marcos

A praia de São Marcos apresenta um elevado potencial para urbanização e empreendimento turístico conforme constatado por Santos e Xavier da Silva (1997). O Maranhão possui o segundo maior litoral do Brasil, com grande potencial turístico. Na Baía de São Marcos são oito praias que recebem um maior fluxo de turistas: Praia da Guia, Ponta D'Areia, São Marcos, Calhau, Olho d'Água, Praia do Meio, Araçagi e Raposa. As praias da capital do Estado, São Luís, possuem características que as diferenciam das praias dos demais estados brasileiros, por exemplo, é o que ocorre na praia de São Marcos que a água é mais escura por influência dos rios que desembocam na Baía de São Marcos. A cidade de São Luís possui 32 quilômetros de praia, sendo que deste, 7 quilômetros foram beneficiados com a construção da Avenida Litorânea, que se inicia na Praia de São Marcos, tendo o seu final limitado pela desembocadura do rio Pimenta. A praia de São Marcos é uma das praias mais frequentadas e que tem uma melhor estrutura para receber os turistas, sendo um local de atividades turísticas e comerciais na região.

## 2.2. Qualidade da água

Analisar o lançamento de efluentes em corpos hídricos é vital para preservar o meio ambiente, proteger a saúde pública e promover a sustentabilidade. Sendo essencial para manter a qualidade da água, proteger a biodiversidade e apoiar atividades econômicas. Além disso, definições claras dos padrões de lançamento facilitam a fiscalização e responsabilização dos poluidores, como Von Sperling (1998) ressalta.

Os apontamentos dos parâmetros físico-químicos presentes nos efluentes lançados em corpos hídricos é crucial por várias razões, dentre os parâmetros que foram analisados neste trabalho destaca-se os expostos no Quadro 1 abaixo.

**Quadro 1** – Parâmetros Físico-químicos.



# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11

23/11

24/11

evento

100% online

e gratuito

Parâmetros Físico-Químicos	Características	Autores
Oxigênio Dissolvido	Refere-se ao oxigênio molecular (O <sub>2</sub> ) dissolvido na água. A concentração de OD nos cursos d'água depende da temperatura, da pressão atmosférica, da salinidade, das atividades biológicas, de características hidráulicas (existência de corredeiras ou cachoeiras).	Petruf, Sacco e Lúcio (2011)
Temperatura	Tem interferência nas reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água, assim como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais. E como cada microrganismo tem sua faixa ideal de temperatura, conforme a temperatura aumenta há o crescimento microbiológico.	Macedo (2001)
pH	O pH é um importante parâmetro para a determinação da qualidade da água. Além disso, influencia diretamente os ecossistemas aquáticos naturais e contribui para a precipitação dos metais através da sua capacidade de atacar os minerais das rochas, solos e sedimentos, induzindo a lixiviação ou solubilização dos seus constituintes.	Bagio, Freitas e Araújo (2016)
Salinidade	Quantidade de sais definida pela condutividade elétrica. A partir da transformação da condutividade elétrica em salinidade, classifica-se a água em: doce, salobra ou salgada. A salinidade varia de acordo com os períodos chuvoso e seco, no verão atinge maiores valores que no inverno. Sendo influenciado pela evaporação e pela chuva, a evaporação aumenta a salinidade e a chuva diminui.	Nozaki et.al (2014)
TDS	Representam a quantificação das substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas num líquido, demonstrando a proporção de diferentes sólidos.	Zorzin et.al (2011)
Oxirredução	A disponibilidade de oxigênio do meio irá estabelecer as condições de oxidação e redução e por consequência as rotas de transformação de poluentes. Às sequências de transformação da matéria carbonácea e da matéria nitrogenada são função do acceptor de elétrons e do estado de oxidação do composto, que podem ser compreendidas através do potencial redox.	Von Sperling (1996)
Amônia, Ferro, Nitrito e Nitrato	O nitrogênio aparece de diversas formas (amônia, nitrogênio orgânico, nitrito, nitrato ou gás nitrogênio). No tratamento de efluentes é um elemento importante no desenvolvimento de processos biológicos aeróbicos, mas se faz necessário a sua remoção quando são lançados em altas concentrações em, lagos, lagos e rios podendo causar a eutrofização dos mesmos.	Jordão e Pessoa (2014)
Dureza Total	O índice de dureza da água é muito importante, usado para avaliar a sua qualidade. Denomina-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de cálcio e magnésio.	Graziella (2005)

Fonte: Diversos autores

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

A análise desses parâmetros é utilizada para garantir que os efluentes não causem danos aos ecossistemas aquáticos, à saúde humana e à qualidade geral da água, assegurando que os corpos hídricos se mantenham saudáveis e sustentáveis.

#### 2.4. Balneabilidade

A manutenção da vida dos seres vivos passa pela qualidade da água, principalmente para o consumo da mesma, como afirma Souza et al. (2014), que diz também que a importância da água não está apenas relacionada às funções naturais, mas exerce papel primordial na saúde, economia e qualidade de vida humana.

A balneabilidade serve como um indicador que avalia se as águas são apropriadas, principalmente para atividades de lazer (Macedo-Silva, Tchaicka e Sá-Silva, 2016). Existem fatores que podem influenciar na balneabilidade de corpos hídricos, como a praia, como afirma Pruss (1998), que afirma que o lançamento de efluentes das galerias pluviais no mar pode alterar a qualidade da água.

Segundo o site da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA) a sua função é planejar e coordenar a aplicação das políticas relacionadas à promoção, organização, regularização, supervisão e gestão das atividades ligadas à exploração e conservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

Dessa forma, a SEMA é o órgão ambiental que divulga os relatórios e laudos de balneabilidade das praias de São Luís, usando a Resolução CONAMA 274 de 29 de novembro de 2000, onde no seu artigo 2º disse que: “As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria”. Um relatório recente foi divulgado no site da secretaria supracitada, onde diversos pontos próximos aos pontos de coleta do presente trabalho, possibilitando a discussão acerca da comparação dos pontos aferidos pela SEMA (corpo hídrico) e os do presente trabalho (drenagem e antigo rio).

De acordo com Neres e Neres (2019) São Luís ocupa a posição de segunda maior do Brasil em termos de quantidade de manguezais. Portanto, se esses manguezais forem contaminados, assim como os rios e córregos que deságuam neles, os efeitos se estenderão à poluição de toda a costa maranhense. Portanto, são fatores que comprometem a balneabilidade das praias as tornando impróprias para as atividades de lazer.

Outro fator apontado por Neres e Neres (2019) que compromete a balneabilidade das praias de São Luís é a presença de óleo, resultante dos vazamentos dos navios ancorados na Baía de São Marcos enquanto aguardam o carregamento ou descarregamento de cargas. Com o fluxo das marés, esse derramamento de óleo atinge as praias, resultando em poluição e tornando-as inadequadas para o lazer da comunidade.

Neres e Neres (2019) concluíram que vários elementos comprometem a balneabilidade, principalmente a ausência de infraestrutura de saneamento básico e a falta de tratamento adequado de esgoto. Além disso, o comportamento cultural da população ao descartar de forma inadequada resíduos sólidos na praia.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Existem diversas políticas ambientais implementadas, no entanto, a supervisão por parte do poder público em relação às praias está aquém do necessário, mesmo com a existência da Lei Estadual n. 5405/04/1992, Capítulo III e Seção VI, que aborda o controle, monitoramento e fiscalização. Além disso, acredita-se que somente ao impedir o despejo de esgoto e resíduos sólidos por parte da população nas praias, será possível uma redução significativa dessa poluição. (NERES; NERES,2019)

A partir da década de 80 e 90, a praia de São Marcos, localizada na região Norte de São Luís, foi sofrendo grandes alterações devido à construção da avenida litorânea, contribuindo para uma grande ocupação urbano do local supracitado, e conseqüentemente gerando um grande impacto ambiental (MASULLO, 2016). Esses impactos ocorrem devido às obras de engenharia, especulação imobiliária e principalmente pelo lançamento de efluentes no corpo hídrico desta praia.

## 2.5. Legislação

No ano 2000, foi implementada a Resolução CONAMA N° 274, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Como já citado neste trabalho, esta resolução define que as águas doce salina e salobra que são destinadas para recreação de contato primário terão avaliados em própria e imprópria.

As águas consideradas próprias se subdividem em: excelente, muito boa e satisfatória, sendo elencado desta forma de acordo com o nível máximo de coliformes fecais ou *Escherichia coli* ou *Enterocos*.

Em 2005, foi homologada a Resolução N° 357, que dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos, bem como o estabelecimento acerca das condições e padrões de lançamento de efluentes. A classificação dos corpos hídricos é dividida em águas doces, águas salinas e águas salobras, em consonância com a CONAMA N° 274, de 2000. As subdivisões destas classificações são de acordo com a destinação que este corpo hídrico se enquadra.

O objeto de estudo fica próximo a um corpo hídrico, mais precisamente a praia de São Marcos, e se enquadra na classificação de águas salinas, que em seu artigo 5° da Resolução CONAMA N°357 mostra uma subclassificação das águas salinas em: classe especial, classe 1, classe 2 e classe 3, sendo considerada a destinação desta água com parâmetro. A classe especial tem sua destinação relacionada à preservação do ambiente aquático e à preservação do equilíbrio natural; A classe 1 se limita à recreação de contato primário, conforme a Resolução CONAMA N° 274, à proteção das comunidades aquáticas e a aqüicultura e atividades de pesca; A classe 2 se limita à pesca amadora e à recreação de contato secundário; Por fim, a classe 3 está limitada à navegação e harmonização paisagística.

Segundo o laudo da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), a maioria dos pontos da praia é balneável, sendo possível o contato primário, e se encaixando na classe 1 citada acima. Logo, é importante considerar que o objeto de estudo pode interferir nesta classificação e na qualidade do corpo hídrico, porém esta discussão será estendida à conclusão deste trabalho.



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se ao norte da Ilha do Maranhão, no município de São Luís, capital do estado, compreendendo a franja costeira da praia de São Marcos, desde a Praça dos Pescadores até a embocadura do rio Calhau, trecho que ocorreu a coleta dos pontos de lançamentos de efluentes na Praia de São Marcos, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Localização da Praia de São Marcos.



Fonte: Autores (2023).

#### 3.2 Procedimento Metodológico

Para a elaboração deste trabalho, adotou-se uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo, em que foram levantados dados bibliográficos sobre o local de estudo e dados de campo sobre os pontos de lançamentos de efluentes na praia de São Marcos avaliando parâmetros de qualidade de água e sua possível influência na balneabilidade da praia.

Esse levantamento bibliográfico foi realizado através de sites como o Google Acadêmico, onde possibilitou o acesso a artigos científicos que expõem diferentes tipos de perspectivas, uma vez que enriquecem a abordagem do assunto neste trabalho. Para a realização da pesquisa de campo, foi necessário um contato inicial, sendo realizadas duas visitas no local de estudo, nos meses de setembro e outubro de 2023. A pesquisa de campo, caracterizou-se por uma investigação em que, foi realizada a coleta de amostras *in loco*, para posterior análise de índices físicos e químicos.

Os parâmetros Temperatura, pH, Salinidade, TDS e Oxirredução, foram analisados por meio do Multiparâmetro BLE-C600 calibrado. Já o Oxigênio Dissolvido foi utilizado o Multiparâmetro BLE-9100 calibrado. Em relação aos demais parâmetro analisados, seguiu-se a metodologia de colorimétrica do laboratório Alcon, conforme descrição abaixo:

Quadro 2 - Pontos de coleta

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11

23/11

24/11

evento

100% online

e gratuito

Parâmetros	Procedimento
Nitrato	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em 5 ml adicionou-se 4 gotas do reagente 1;</li> <li>2. Adicionou-se, usando a ponta da espátula o reagente 3.</li> <li>3. Adicionar 4 gotas do reagente 2;</li> <li>4. Aguardou-se 5 minutos para finalização do teste;</li> <li>5. Colocou-se sobre a cartela colorimétrica perto da cor mais parecida.</li> </ol>
Dureza Total	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em 5 ml de amostra adicionou-se 4 gotas da solução reagente de EDTA, cloreto de magnésio, cloreto de amônio, hidróxido de amônio e água destilada;</li> <li>2. Adicionou-se uma medida do reagente de negro de eriocromo T e cloreto de sódio até o desenvolvimento de cor vermelho vinho;</li> <li>3. Adicionou-se gota a gota a solução reagente de EDTA e água destilada, contando o número de gotas e agitando a proveta após cada gota adicionada. Ao ocorrer a viragem persistente para a cor azul, registrou-se o número de gotas utilizadas;</li> <li>4. Verificou-se na tabela a condição de Dureza da água:</li> </ol>
Amônia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em 5 ml de amostra adicionou-se 8 gotas da solução reagente de Fenol, nitroprussiato de sódio, álcool isopropílico e água destilada;</li> <li>2. Adicionou-se 8 gotas da solução reagente de hidróxido de sódio, hipoclorito de sódio e água destilada;</li> <li>3. Após 3 minutos, comparou-se a cor desenvolvida no teste com a escala de cores apresentada, buscando aquela que mais se aproximou-se.</li> </ol>
Nitrito	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em 5 ml de amostra adicionou-se 4 gotas da solução reagente de ácido sulfanílico, ácido acético e água destilada;</li> <li>2. Adicionou-se 4 gotas da solução reagente de alfa-naftilamina e álcool etílico;</li> <li>3. Após 10 minutos, comparou-se a cor desenvolvida com a escala de cores.</li> </ol>
Ferro	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em 5 ml de amostra adicionou-se gota a gota da solução de Permanganato de potássio e água destilada até que a cor se tornou levemente rósea persistente;</li> <li>2. Adicionou-se 6 gotas da solução Tiocianato de potássio e água destilada;</li> <li>3. Adicionou-se 6 gotas da solução de Ácido nítrico e água destilada;</li> <li>4. Após 5 minutos, comparou-se a cor desenvolvida com a escala de cores apresentada do fabricante. Cada tonalidade de cor corresponde a uma determinada concentração de ferro em ppm.</li> </ol>

Fonte: Autores (2023).

Abaixo, o Quadro 3 descreve os pontos de coleta, mostra as coordenadas e uma imagem do local.

### Quadro 3 - Pontos de coleta



# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11

23/11

24/11

evento

100% online

e gratuito

Pontos	Coordenadas		Descrição	Foto
	Latitude	Longitude		
P1	-2,488124	-44,291950	Ponto de drenagem de água pluvial, com a presença de resíduos sólidos ao redor da tubulação.	
P2	-2,488331	-44,290883	Ponto de drenagem de água pluvial, com descarga de efluente da comunidade. Com presença de espuma e resíduos sólidos ao redor da tubulação.	
P3	-2,488398	-44,289696	Ponto de drenagem de água pluvial, com descarga de efluente da comunidade. Com presença de resíduos sólidos ao redor da tubulação.	
P4	-2,488459	-44,288585	Ponto de drenagem escoando em direção da faixa de areia, com acúmulo de água devido a declividade do terreno, com a presença de espuma e resíduos sólidos.	
P5	-2,488541	-44,286623	Ponto de drenagem de água pluvial, com descarga de efluente da comunidade, presença de espuma e resíduos sólidos ao redor da tubulação.	
P6	-2,488113	-44,277747	Ponto de drenagem de água pluvial, com a presença de resíduos sólidos ao redor da tubulação, apresentando também coloração incomum no solo	

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:


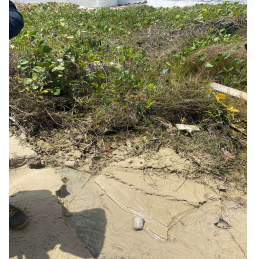

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Pontos	Coordenadas		Descrição	Foto
	Latitude	Longitude		
P7	-2,488125	-44,277751	Rio Calhau, que recebe contribuição de diferentes fontes de descarga de efluentes. Apresenta espuma e bastante resíduos sólidos no leito e ao redor.	
P8	-2,229030	-44,15500	Ponto de drenagem de água pluvial, com a presença de resíduos sólidos ao redor da tubulação.	
P9	-2,229035	-44,15507	Ponto de drenagem de água pluvial, com a presença de resíduos sólidos ao redor da tubulação, apresentando também coloração incomum no solo	

Fonte: Autores (2023).

Para a coleta, foram utilizadas garrafas plásticas. As amostras foram conservadas e preservadas, e, posteriormente, transportadas para o laboratório onde foram processadas e analisadas.

#### 4. Resultados

A temperatura influencia nas reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água, assim como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais (MACEDO, 2001). De acordo com a Resolução CONAMA nº430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, a temperatura deve ser inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura. Nas amostras coletadas nos 9 pontos em estudo, a temperatura esteve no intervalo de 29,7°C a 32,2°C, como mostra a Tabela 1.

É possível verificar, na Tabela 1, que os níveis de sólidos totais dissolvidos variaram de 12 ppm a 7690 ppm. Os sólidos totais dissolvidos podem ser utilizados no controle da poluição dos corpos hídricos, sendo utilizados para avaliar a eficiência dos tratamentos de efluentes, conforme aplicado por Marimuthu et al. (2013, *apud*, SALDANHA et al., 2022). Para Zorzini

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

et.al (2011), sólidos sedimentáveis representam a quantificação das substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas num líquido, demonstrando a proporção de diferentes sólidos.

Observa-se ainda que, na Tabela 1 a seguir, os valores de pH variaram entre 5,06 e 7,05. É possível perceber que apenas os pontos P8 e P9 permaneceram dentro dos padrões para lançamento de efluentes, que varia entre 5 e 9, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Os valores mais baixos foram encontrados nos pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7, em desacordo com o recomendado na Resolução Conama 357/2005 (pH de 6,5 a 8,5). É importante ressaltar que os fatores naturais, como a absorção de CO<sub>2</sub> atmosférico e a atividade biológica, desempenham papéis muito mais significativos na determinação do pH da água do mar, porém o pH pode ser alterado por vários fatores, incluindo poluição e descarga de resíduos, uma vez que os pontos se situam em áreas onde foram construídos edifícios. Logo, se esses empreendimentos não possuírem sistemas adequados de tratamento de esgoto, a descarga de poluentes no mar pode alterar a qualidade da água, afetando indiretamente o pH. Ademais, a grande concentração de navios costeiros, que fazem o manuseio e armazenamento de produtos químicos no local, podem aumentar o pH da água.

**Tabela 1** - Resultados dos pontos de amostras

Parâmetro	Unid.	Metodologia de Referência	CONAMA 430/2011	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Temperatura	°C	Multiparâmetro BLE-C600	< 40°C	30,8	31,1	31,1	30,0	30,6	31,8	32,1	29,7	32,2
TDS	ppm	Multiparâmetro BLE-C600	N.A	321	12	2250	2050	7690	968	123	1770	111
pH		Multiparâmetro BLE-C600	5 a 9	6,32	5,91	5,86	6,03	6,44	5,81	5,06	6,83	7,05
Salinidade	ppm	Multiparâmetro BLE-C600	-	160	6450	1130	1030	3900	485	126	1800	110
ORP	mV	Multiparâmetro BLE-C600	-	226	0	0	30	-7	115	162	-164	152
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Multiparâmetro BLE-9100	> 6 mg/L	16,68	5,59	8,38	16,28	16,22	2,10	3,00	1,87	9,72
Amônia	ppm	Reagentes	0,20 mg/L	0,50	3,50	2,00	0,25	0,50	3,50	3,50	>6,5	0,25
Nitrato	ppm	Reagentes	-	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	1,00	0,50	0,25	0,50
Nitrito	ppm	Reagentes	-	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,25	0,00	0,00
Ferro	ppm	Reagentes	0,15 mg/L	0,00	1,00	3,50	1,00	0,50	0,00	0,00	3,50	0,00

Fonte: Autores (2023).

Os valores para oxirredução variaram entre -164 e 226. A disponibilidade de oxigênio do meio irá estabelecer as condições de oxidação e redução e por consequência as rotas de



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

transformação de poluentes. As sequências de transformação da matéria carbonácea e da matéria nitrogenada são função do acceptor de elétrons e do estado de oxidação do composto, que podem ser compreendidas através do potencial redox, de acordo com Von Sperling (1996).

Os valores correspondentes ao Oxigênio dissolvido, variaram de 1,87 a 16,68. Os pontos P2, P6, P7 e P8 apresentaram baixas concentrações de oxigênio dissolvido, permanecendo abaixo do mínimo (5mg/L) — valor pré-estabelecido na Resolução Conama 357/2005 para águas salinas de classe I. De acordo com Petruf, Sacco e Lúcio (2011), a concentração de Oxigênio Dissolvido nos cursos d'água varia em função de diversos fatores, tais como temperatura, pressão atmosférica, salinidade, atividades biológicas, características hidráulicas do corpo hídrico.

A análise de amônia nas amostras coletadas mostrou que os valores estiveram no intervalo de 0,25 ppm a 6,5 ppm. Os pontos P1, P2, P3, P5, P6, P7 e P8 apresentaram uma alta concentração de amônia, principalmente o P8 com 6,25 ppm. Todos os pontos ultrapassaram o valor máximo de amônia permitido pela Resolução CONAMA n° 430/2011, o qual é tolerado apenas 0,2 mg/L (0,2 ppm). A presença da amônia, mesmo com baixa e alta concentração, em todos os pontos desse trabalho é evidenciada pela contribuição de efluentes provenientes de diversas fontes. Ademais, até mesmo em pontos de drenagem de água pluvial foram encontrados amônia, o que mostra que há uma irregularidade das ligações.

Quanto à identificação de nitrogênio, Von Sperling (2005) citado por Costa (2013) explica que é possível obter informações sobre quando e onde a poluição ocorreu em um corpo d'água, principalmente se essa poluição foi causada por esgoto. Segundo o autor, se a poluição for recente, o nitrogênio estará principalmente na forma de nitrogênio orgânico ou amônia, enquanto se for uma poluição antiga, ele estará principalmente na forma de nitrato, com menos presença de nitrito.

Os resultados para a análise de nitrato variaram entre 0 e 1 ppm. Os pontos mais críticos foram P2, P6, P7 e P9, com valores de 0,5, 1, 0,5 e 0,5 ppm, respectivamente. Contudo, o valor máximo permitido para águas salinas de Classe I, pela Resolução CONAMA n° 357/2005, é de 0,40mg/L(ppm).

Quanto ao nitrito, o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de Classe 1, é de 0,07 mg/L. No entanto, os pontos P3, P6 e P7 apresentaram um aumento na concentração de nitrito.

A concentração de ferro variou entre 0,5 e 3,5mg/L, ultrapassando o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n°430/2011, que é de 0,15mg/L.

De acordo com Graziella (2005), o índice de dureza da água é muito importante para avaliar a sua qualidade. Denomina-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de cálcio e magnésio. Nos pontos analisados, as amostras dos pontos P2, P3, P5 e P8 foram classificadas como muito dura.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Tabela 2 – Dureza Total

Pontos de Coleta	Dureza Total (GH)	
	ppm de CaCO <sub>3</sub>	Água
P1	50 - 150	Branda
P2	> 450	Muito dura
P3	> 450	Muito dura
P4	50 - 150	Branda
P5	> 450	Muito dura
P6	150 - 300	Semidura
P7	50 - 150	Branda
P8	>450	Muito dura
P9	50	Muito Branda

Fonte: Alcon (2023).

## 5. CONCLUSÕES

Podemos concluir que, a partir das análises realizadas, os pontos de drenagem de águas pluviais possuem contribuição de efluentes advindos de regiões adjacentes. A presença de esgoto em sistemas de drenagem de águas pluviais e nas proximidades de barracas na praia é uma questão alarmante que exige a atenção imediata de autoridades, gestores públicos, comunidades e demais atores envolvidos. Este artigo explorou os impactos negativos dessa contaminação, incluindo riscos para a saúde pública, danos ambientais e a degradação das experiências de lazer à beira-mar.

Sugere-se outros parâmetros microbiológicos e físico-químicos para complementar a análise da água,

## 6. Referências bibliográficas

BAGGIO, H. FREITAS.O.M. ARAUJO, A.D. Análise dos parâmetros físico químicos, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e temperatura, no baixo curso do Rio das Velhas - MG. Caminhos de Geografia - Revista Online. Uberlândia, v.17, n.60. Dezembro/2016.

BIROCCHI, P. Estudo do impacto de efluentes dos emissários submarinos nas áreas adjacentes ao canal de São Sebastião, SP. Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 2018.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a qualidade das águas, de balneabilidade e alerta o disposto na Resolução 020, de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da União: Brasília, DF, seção 1, 25 jan. 2001.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). 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. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf)> Acesso em: 18 Out 2023.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União.

COSTA, M. E. L. Monitoramento e Modelagem de Águas De Drenagem Urbana na Bacia do Lago Paranoá. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: [http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/Maria\\_Elisa\\_Leite\\_Costa.pdf](http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/Maria_Elisa_Leite_Costa.pdf). Acesso em: 20 out. 2023.

JÚNIOR, D. G. S. A qualidade na prestação dos serviços na Avenida Litorânea. São Luís. UFMA, 2007.pdf

MACEDO-SILVA, W. TCHAICKA, L. SÁ-SILVA, J. R. Representações Sociais e Percepção Ambiental: A Balneabilidade de Praias de São Luís e São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. Rosa dos Ventos - Turismo e Hospitalidade, v. 8, n. 4, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4735/473552031014/html/>. Acesso em: 20 out. 2023.

MACEDO, J.A.B. Águas e águas. São Paulo, SP: Livraria Varela, 2001.

MARANHÃO. Lei Estadual no. 5.405 de 08 de abril de 1992. Institui o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão. São Luís: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, 1992.

MASULLO, Yata Anderson Gonzaga. Evolução do processo de urbanização e alterações ambientais na praia de São Marcos, São Luís-MA. Revista Espaço e Geografia, v. 19, n. 2, p. 561: 595-561: 595, 2016.

NERES, D. A. DOS S. L. E N.; NERES, R. L. LUÍS / MARANHÃO 1 Segundo Liberato (2008), o primeiro momento em que o Direito Internacional se Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, que a apontou como estratégia. 2019. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/965>. Acesso em: 19 out. 2023.



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

NOZAKI, C. T., MARCONDES, M. A., LOPES, F. A., SANTOS, K. F, LARIZZATTI, P.S.C. Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. Atas de Saúde Ambiental -ASA. São Paulo, v.2, n.1, p.29-44. Jan-Abr. 2014.

PETRUF, L.A. SACCO, A.V. LUCIO, C.L. Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura e Condutividade Elétrica como parâmetros físico-químicos da água do Ribeirão Morangureira, Maringá/PR. VII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica. 25 a 28 de outubro de 2011.

PRUSS, A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. International Journal of Epidemiology, v. 27, p. 1–9, 1998.

SALDANHA, E. DE GODOI, L. MANGINI, L. Avaliação e caracterização físico-química dos efluentes lançados em um corpo hídrico urbano na Amazônia. Cadernos - UNINTER, v. 11 n. 34 (2022): Exatas e sociedade: pesquisas em matemática, física e química. 2022.

SOUZA, Juliana Rosa de et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>>. Acesso em: 08 Out. 2023.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, [s. l.], v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em 19 out. 2023.

VEIGA, G. Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis. Relatório final apresentado à disciplina 5510 Estágio Supervisionado, do Curso de Química, da Universidade Federal de Santa Catarina, semestre 2005/2.

VON SPERLING. Marcos. Principios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias:Principios básicos do tratamento de esgotos, 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento deEngenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Health risks from marine pollution in the Mediterranean: part 1 - implications for policy makers. Technical report. Copenhagen: WHO. 6 p., 1995.

ZORZIN, F. M. OGATA, F. S. MASCARENHAS, F. A. N. ORSINE, J. V. C. SANTANNA, L. M. RICARDI. L. M. ASSIS, M. S. BITTENCOURT, M. L. S. A. RAMALHO, W. M. CARNEIRO, F. F. Análise da qualidade da água do ribeirão Sobradinho - contaminação ambiental e qualidade de vida. In: SABESP. Norma Técnica Interna. 2011.