



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Biociências
Campus do Litoral Paulista



LARISSA GONÇALVES ARRUDA

**OCORRÊNCIA DE *Escherichia coli* RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS
NAS ÁGUAS DA BAIJA DE SANTOS ATÉ O PARQUE ESTADUAL
MARINHO LAJE DE SANTOS (PEMLS-SP)**

São Vicente
2025

LARISSA GONÇALVES ARRUDA

**OCORRÊNCIA DE *Escherichia coli* RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS
NAS ÁGUAS DA BAIA DE SANTOS ATÉ O PARQUE ESTADUAL
MARINHO LAJE DE SANTOS (PEMLS-SP)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de bacharel em Ciências Biológicas, com habilitação em Biologia Marinha.

Orientador(a): Prof. Dra. Ana Julia Fernandes.

Coorientador: Msc. José Augusto de Souza

A779o Arruda, Larissa Gonçalves
OCORRÊNCIA DE Escherichia coli RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS
NAS ÁGUAS DA BAIÁ DE SANTOS ATÉ O PARQUE ESTADUAL
MARINHO LAJE DE SANTOS (PEMLS-SP) / Larissa Gonçalves Arruda. --
, 2025
39 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,
Orientadora: Dra. Ana Julia Fernandes
Coorientadora: Msc. José Augusto de Souza

1. Microbiologia marinha. 2. Escherichia coli. 3. Resistência microbiana a
medicamentos. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, pois é graças aos seus esforços que hoje posso concluir o meu curso.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Viviane Gonçalves, pelo apoio e incentivo durante toda minha jornada até aqui.

A minha avó falecida, Maria Gonçalves, que sempre acreditou que eu seria capaz de chegar até aqui.

A minha orientadora, Dra. Ana Julia Fernandes, por ter aceitado orientar este trabalho.

Ao pessoal do laboratório MICROMAR, por todo suporte, orientação e paciência não só ao longo deste trabalho como durante todo tempo que passei no laboratório.

Ao meu grupo de amigos, por todas as risadas, brincadeiras, companheirismo e incentivo ao longo do curso, deixando essa jornada mais leve e descontraída.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante dos meus olhos.”

– Isaac Newton

Resumo

Monitorar a balneabilidade de ambientes costeiros e marinhos é extremamente importante, visto que esses ambientes possuem uma microbiota autóctone responsável por vários processos necessários a manutenção e a qualidade destes ecossistemas, os quais podem ser alterados pela descarga de efluentes e pela introdução de microrganismos alóctones, como a bactéria *Escherichia coli*. A Baía de Santos - SP sofre grandes impactos ambientais com descargas de esgoto doméstico, principalmente por apresentar estrutura sanitária inadequada. Deste modo, avaliar a qualidade microbiológica com o uso dos indicadores de contaminação, *Escherichia coli*, é de suma importância para avaliar a saúde ambiental e pública desta região. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica das águas e analisar os padrões de resistência a antibióticos de *Escherichia coli* das águas da Baía de Santos - SP até o Parque Estadual Marinho Laje de Santos (PEMLS) de forma a relacionar sua ocorrência e influência à presença destas substâncias (antibióticos) na área de estudo. Os resultados mostraram que do total de cepas isoladas, 85% (12/14 cepas) apresentaram resistência a pelo menos um antibiótico, sendo o Ponto 4, saída do Emissário Submarino de Santos, a apresentar maior quantidade de cepas resistentes. Concluiu-se que o Emissário Submarino exerce forte influência na qualidade microbiológica da água, consequentemente influenciando na disseminação de genes de resistência entre essas bactérias.

Palavras-chaves: Antibióticos; *Escherichia coli*; Resistência; PEMLS; Emissário.

Abstract

Monitoring the bathing water quality of coastal and marine environments is extremely important, as these ecosystems possess an autochthonous microbiota responsible for various essential processes that maintain their balance and overall quality. However, these processes can be disrupted by the discharge of effluents and the introduction of allochthonous microorganisms, such as the bacterium *Escherichia coli*. The Santos Bay (São Paulo, Brazil) experiences significant environmental impacts from domestic sewage discharges, mainly due to inadequate sanitation infrastructure. Therefore, assessing microbiological quality using contamination indicators such as *Escherichia coli* is crucial to evaluate the environmental health of this region. In this context, the present study aimed to evaluate the microbiological quality of the waters and to analyze the antibiotic resistance patterns of *Escherichia coli* strains isolated from Santos Bay to the Laje de Santos Marine State Park (PEMLS), in order to relate their occurrence and influence to the presence of these substances in the study area. The results showed that, out of all the isolated strains, 85% (12 out of 14 strains) exhibited resistance to at least one antibiotic, with Point 4 — the outfall of the Santos Submarine Emissary — showing the highest number of resistant strains. It was concluded that the Submarine Emissary exerts a strong influence on the microbiological quality of the water, consequently contributing to the dissemination of resistance genes among these bacteria.

Keywords: Antibiotics; *Escherichia coli*; Resistance; PEMLS; Emissary

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 Área de estudo	16
3.2 Coleta e processamento	16
3.3 Fatores abióticos	18
3.4 Densidade de Escherichia coli	18
3.5 Teste de Susceptibilidade	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Fatores abióticos	20
4.2 Densidade de Escherichia coli	25
4.3 Teste de susceptibilidade	27
5. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

Os oceanos ocupam cerca de dois terços da superfície do nosso planeta com expressiva biodiversidade, contendo mais de 300.000 espécies de plantas e animais (Pereira et. al, 2020), e possuem um papel de grande relevância nos processos que ocorrem na interface oceano-atmosfera (Murrell, 2009). No entanto, estudos relacionados aos microrganismos são recentes e estima-se que menos de 1% do total existente é conhecido (Colweel, 1997).

Os microrganismos apresentam ampla atividade metabólica nos oceanos, sendo responsáveis por diversos processos biogeoquímicos em ambientes costeiros, portanto, a mudança na estrutura da comunidade pode ocasionar sérios desequilíbrios ecológicos, incluindo desbalanços nas ciclagens de nutrientes (Azam e Woeden, 2004; Andrade et al., 2020). Em contrapartida, o ambiente marinho abriga uma enorme diversidade de espécies de bactérias carreando genes e elementos genéticos envolvidos com a resistência microbiana, caracterizando o mar como um potencial reservatório de bactérias resistentes (Pereira et. al, 2020).

As regiões costeiras do Brasil apresentam grandes concentrações humanas, cerca de 70% da população se encontra nas regiões costeiras (IBAMA, 1993), de forma que essa ocupação acabe se tornando a causa de diversos impactos ambientais, como por exemplo descarga de efluentes nos corpos hídricos, muitas vezes sem tratamento prévio (Buruaem et al., 2013).

Locais onde a coleta e o tratamento de esgoto são ineficientes, precários ou até mesmo inexistente, são extremamente susceptíveis à elevação da concentração de microrganismos como bactérias, vírus e protozoários, incluindo organismos patogênicos (Oliveira, 2009), além de contaminantes emergentes, tais como antibióticos, expondo os usuários destas áreas ao risco de contrair diversas doenças (Olivieri 1982; Islam & Tanaka, 2004), assim como prejuízos ao meio ambiente.

Além disso, a disseminação ambiental de bactérias resistentes pode ser favorecida pelas águas residuais ricas em nutrientes, substâncias antibióticas e metais traço que oferecem ambiente favorável ao crescimento bacteriano mesmo em ambientes como o mar, com concentrações muito baixas de antibióticos em função da degradação e diluição dessas substâncias. A água do mar contaminada, os sedimentos e os intestinos dos organismos marinhos podem servir como reservatórios de cepas bacterianas virulentas e resistentes aos antibióticos (Pereira et. al, 2020).

O Sistema Estuarino de Santos-São Vicente sofre influência de diversas fontes poluidoras de origem antropogênica (Schepis et al., 2016). Uma grande problemática da Baixada Santista, é o descarte de efluentes domésticos de forma inadequada na região, como através de emissários, fazendo com que grande parte do seu aporte hídrico esteja contaminado pela presença de material de origem fecal. O tratamento de efluentes, feito pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) (Figura 1), antes de ser lançados ao mar por meio de emissários, é reconhecido por alguns pesquisadores como pouco eficiente por não eliminar todos os contaminantes dos efluentes, podendo causar diversas alterações ambientais (Abessa et al., 2012).

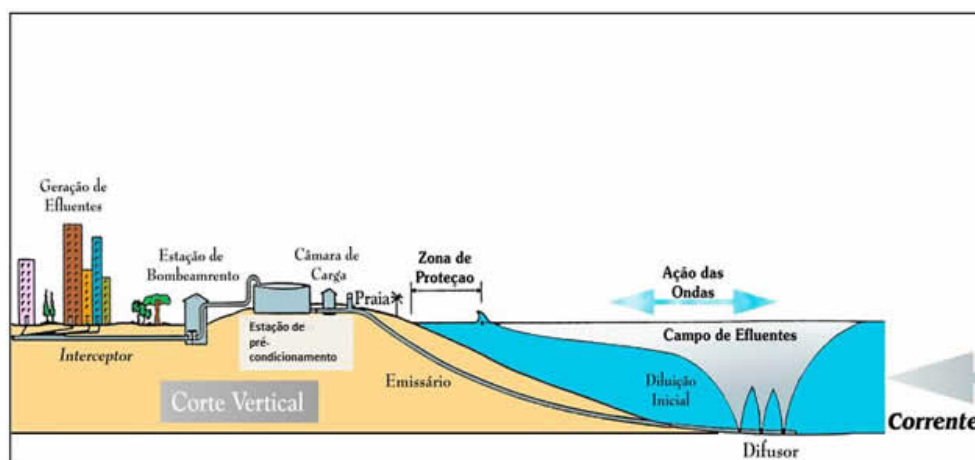


Figura 1: esquema de sistema de disposição oceânica. Fonte: CETESB.

Outros contaminantes encontrados na região têm origem na indústria (organoclorados e metais) e no Porto de Santos, o maior porto marítimo do continente sul americano. Além da significativa movimentação de cargas (119,9 milhões de toneladas em 2015), sua infraestrutura atende o escoamento da produção de diversos estados (Plano de Manejo – PEMLS, 2018).

O Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS) foi criado por decreto em 1993 (Decreto N° 37537, SÃO PAULO, 1993), sendo a primeira unidade de conservação marinha do Estado de São Paulo. Sua área retangular de 5.000 ha contém uma variedade de ecossistemas marinhos, incluindo a Laje de Santos e outros afloramentos rochosos e rochas submersas (Fey et al., 2016).

O PEMLS é um ambiente propício para a conservação de peixes de passagem e recifais, que torna local de grande diversidade biológica, além de ser ponto de abrigo, reprodução de aves marinhas é uma região de alto valor científico (Plano de Manejo – PEMLS, 2018).

A área do PEMLS é restrita para passagem de embarcações, pesca e turismo no geral. Porém, o fundeio das embarcações do Porto de Santos (Figura 2), conforme as marés, leva diretamente para o PEMLS, diferentes formas de poluição decorrentes do manejo inadequado dessas embarcações, como o descarte de resíduos oleosos e sólidos, o uso de tintas tóxicas anti-incrustantes, o lançamento de esgoto sanitário no mar e a contaminação da água por produtos de limpeza. (Plano de Manejo – PEMLS, 2018).

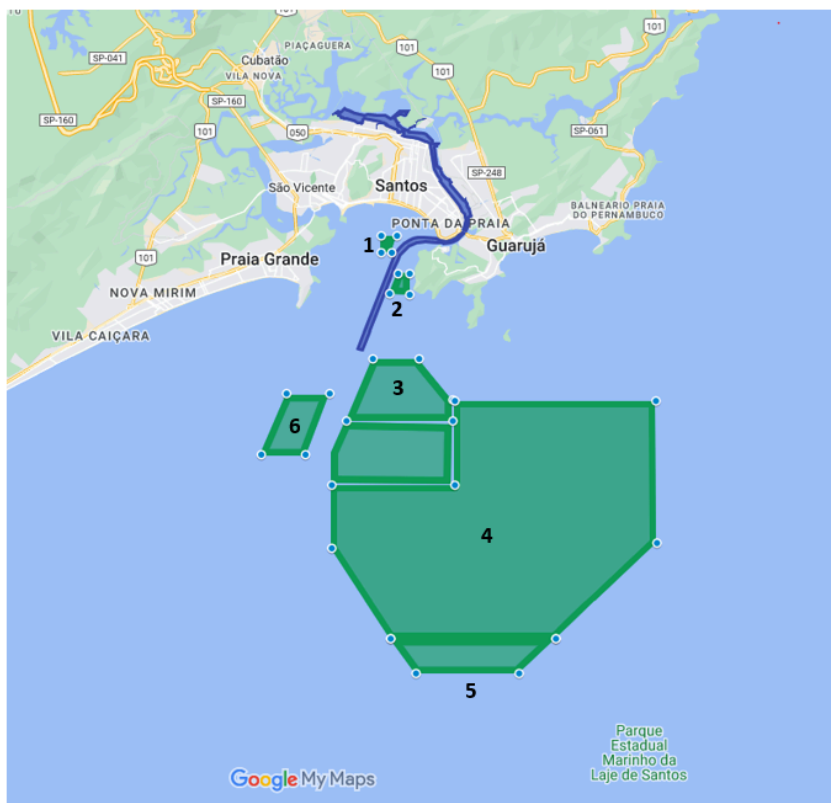


Figura 2: Regiões afetadas (polígonos destacados em verde) pela água de lastro proveniente de navios.

O Diagnóstico Participativo da APA Marinha Litoral Centro (SÃO PAULO, 2014) identificou o Parque Estadual Marinho da Laje de Santos como área crítica, devido à ocorrência de pesca amadora e subaquática que conflitam com a atividade de mergulho e os objetivos de conservação da UC, além de potencializar a ameaça à sustentabilidade do ecossistema marinho (Plano de Manejo – PEMLS, 2018).

Em 2018 foi realizado um plano de manejo do Parque Estadual Marinho Laje de Santos, onde foram avaliados os meios bióticos (plâncton, ictiofauna, elasmobrânquios, quelônios, avifauna, mastofauna e comunidades bentônicas) e físico (qualidade físico-química da água, e dos sedimentos e circulação hidrodinâmica) do Parque. No entanto, nenhuma avaliação da diversidade ou da qualidade microbiológica foi realizada.

Para avaliação da qualidade microbiológica da água, são utilizadas bactérias indicadoras de contaminação fecal, como a *Escherichia coli* conforme resolução 274/00 do CONAMA. As amostras de água são analisadas quanto às densidades de *Escherichia coli* e, de acordo com os valores obtidos, são classificadas como próprias ou impróprias para banho. Densidades acima de 800 Unidades Formadoras de Colônias em 100 mililitros (UFC/100 ml) de água, durante 20% de 5 análises semanais ou 2000 UFC/100 ml em uma única coleta classificam a água como imprópria ao uso devido ao comprometimento na qualidade sanitária das águas (Brasil, 2000).

Categoria		<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)
Própria	Excelente	até 200
	Muito Boa	até 400
	Satisfatória	até 800
Imprópria	Imprópria	> 2000

Quadro 1: classificação da qualidade da água de acordo com as normas do CONAMA. Fonte: CETESB, 2017 adaptado.

A bactéria *Escherichia coli* tem forma de bacilo, Gram negativo e pertencente à família *Enterobacteriaceae*, tendo como habitat o trato gastrointestinal inferior dos organismos endotérmicos. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *E. coli* é abundante em fezes humanas e de animais homeotermos sendo encontrada em esgotos, efluentes e águas doces, salobras e salinas que tenham recebido contaminação fecal recente.

Microrganismos patogênicos já foram encontrados em diversos organismos marinhos, inclusive da Baixada Santista, como cetáceos, pinípedes, aves e bivalves (recurso pesqueiro), que são animais filtradores, portanto podem concentrar elevadas densidades de compostos químicos (fármacos) e microrganismos em seus tecidos, incluindo aqueles resistentes a substâncias antimicrobianas (Ballesteros et al., 2016; Grillo, et al., 2001; Zampieri et al., 2015). E entre as espécies de bactérias provenientes de ambientes seletivos e que são lançadas em rios e mares, juntamente com o esgoto não tratado, está a *Escherichia coli*, popularmente conhecida como coliforme fecal (Pereira, et al., 2020).

Os antibióticos são uma classe de fármacos utilizados para o tratamento de doenças infecciosas, que diferem uns dos outros quanto às suas propriedades físicas, químicas, farmacológicas, no espectro e mecanismo de ação (Costa, 2017).

De acordo com Guimarães et al. (2010), os antibióticos podem ser classificados 1) de acordo com suas origens (antibióticos naturais, semi-sintéticos, ou sintéticos); 2) pelas suas ações sobre as células bacterianas (bacteriostáticos ou bactericidas); ou 3) pelos seus mecanismos farmacodinâmicos (Costa, 2017).

Entretanto, o uso desenfreado desses fármacos acelera o processo natural de resistência das bactérias contra os antibióticos, pois no ambiente natural, esses antimicrobianos são produzidos por populações microbianas como ferramenta de competição por recursos nutricionais e espaço dentro do micro-habitat que ocupam (Costa, 2017), contribuindo para surgimento de bactérias multirresistentes e, conseqüentemente, perda da eficácia destes compostos, representando também um risco para os ecossistemas (Diogo et al, 2023).

A existência de bactérias resistentes é preocupante, uma vez que a resistência aos antimicrobianos pode ser: 1) característica intrínseca da espécie que pode se dar atuando por meio de uma enzima estrutural ou funcionalmente no combate a um antibiótico específico, inativando sua ação (Figura 3); 2) presença de genes mutantes que atuam na rápida retirada do antibiótico para o meio extracelular, fazendo com que a quantidade na célula bacteriana seja insuficiente para bloquear suas funções; 3) modificação estrutural dos possíveis alvos dos antibióticos, que afetam o posterior reconhecimento do fármaco, diminuindo assim sua eficiência (Madigan et al., 2016) e 4) transferência de resistência por plasmídeos, por meio da conjugação, que pode ser disseminado tanto inter quanto intraespecificamente entre as bactérias (Oliveira, 2008).

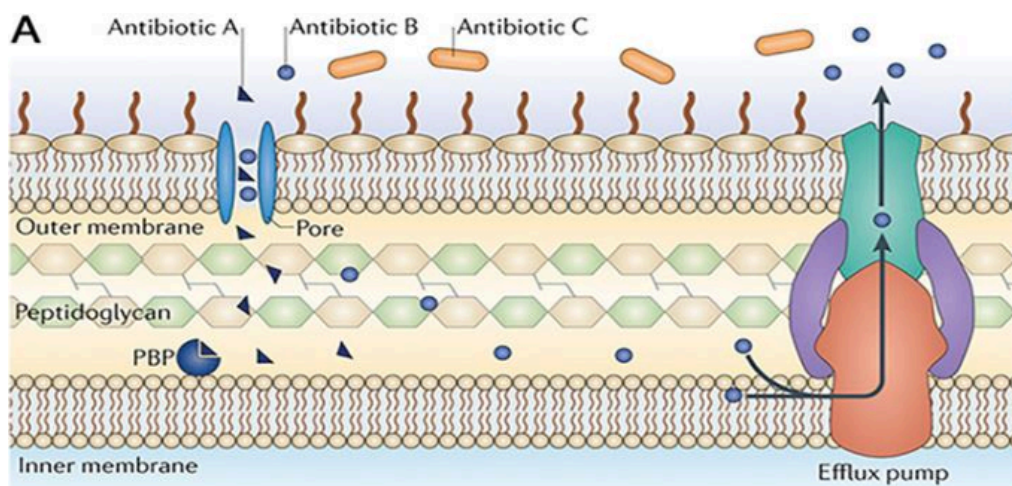


Figura 3: Mecanismos de resistência bacteriana intrínseca, evidenciada pelo esquema de antibiótico C, o antibiótico B é jogado para fora da membrana através da bomba de efluxo, enquanto o esquema A mostra a não resistência. Fonte: Blair *et al.* 2015.

Desta maneira, há necessidade de realizar cuidadosamente monitoramento de ambientes aquáticos, utilizando a densidade de bactérias indicadoras de poluição fecal (FIB), dentre elas estão a *E. coli*, e a resistência a antibióticos (Souto et al., 2015; Kelly et al., 2018), sendo assim podendo compreender sua possível relação com fatores ambientais e associados à diversidade do ambiente.

2. OBJETIVOS

De maneira geral, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade microbiológica das águas e analisar os padrões de resistência a antibióticos de *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal) das águas da Baía de Santos - SP até o Parque Estadual Marinho Laje de Santos (PEMLS) a fim de relacionar sua ocorrência à presença de contaminantes emergentes (antibióticos) na área de estudo.

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade microbiológica das águas através da determinação das densidades de *Escherichia coli*;
- Determinar a ocorrência de cepas bacterianas resistentes aos antibióticos mais comumente prescritos nos tratamentos de infecções;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A Baía de Santos apresenta orientação para o sul e é exposta a ação de ondas originadas pelos sistemas frontais. A Baía de Santos é corpo receptor das águas do estuário e dos efluentes de esgotos dos municípios de Cubatão, Guarujá, Praia Grande, Santos e São Vicente, estando limitada em suas laterais por costões rochosos com algumas pequenas praias (Farinnaccio et al., 2009) (Figura 4).

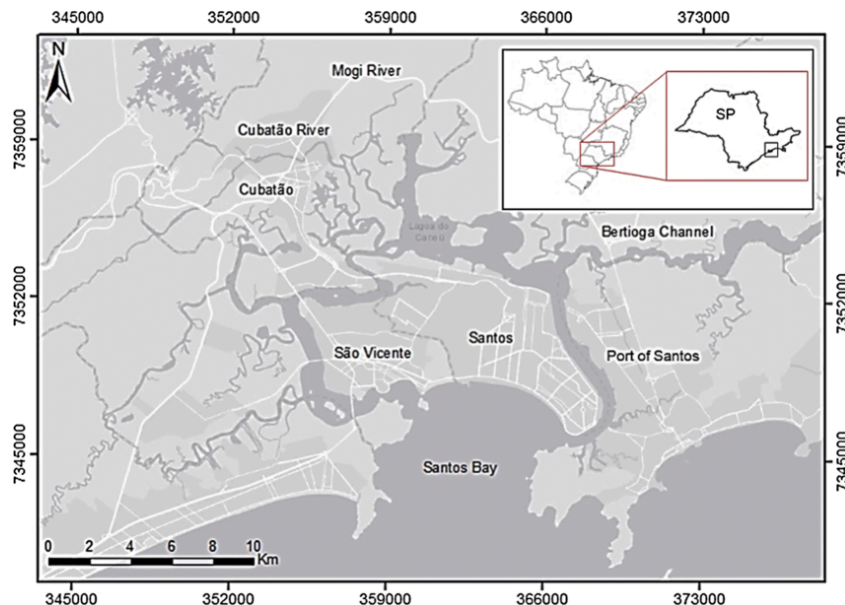


Figura 4: Mapa do complexo estuarino Santos-São Vicente. Fonte: Silva et al., 2020.

Outro fator que influencia bastante esta área de estudo, e a presença do Emissário Submarino de Santos, que opera desde 1978, servindo aos municípios de Santos e São Vicente, e que é uma fonte de contaminação para a área, uma vez que o esgoto não é tratado (Occhipinti, 1972; Rachid, 2002; Moser, 2002; Abessa et al., 2005). Deste modo, um dos pontos do litoral paulista mais sujeito a contaminação bacteriológica (Henrique et al., 2000).

O Parque Estadual Marinho Laje de Santos (PEMLS), é formado por costões rochosos e formações coralíneas, ambiente propício para a conservação de peixes de passagem e recifais, que o torna local de grande diversidade biológica, além de ser ponto de abrigo e reprodução de aves marinhas (Plano de Manejo – PEMLS, 2018).

3.2 Coleta e processamento

As coletas serão realizadas em 10 diferentes pontos, que serão distribuídos do emissário submarino de Santos até o Parque da Laje de Santos, conforme a Figura 5.

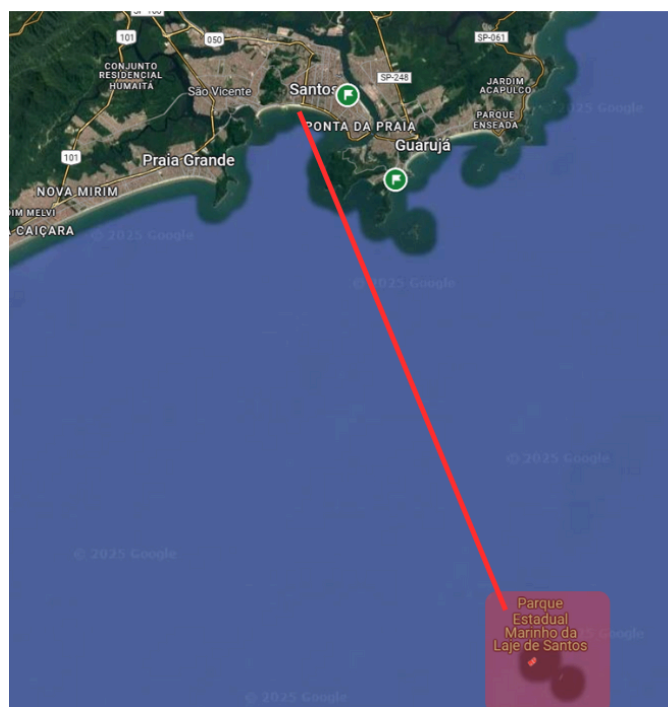


Figura 5: Localização geográfica da área de estudo. Os pontos de coleta serão distribuídos ao longo da linha e outros 3 pontos ao redor do PEMLS.

Os pontos foram georreferenciados com o auxílio de um equipamento de GPS (GPSMAP 70, Garmin) (tabela 1).

Tabela 1: Coordenadas georreferenciadas dos pontos de coleta de água. **Ponto 1:** Ilha Urubequeçaba, **Ponto 2:** Meio do Emissário, **Ponto 3:** Saída do Emissário, **Ponto 4:** Saída da Baía, **Ponto 5:** Caminho para o Parque Laje de Santos (Fundείο), **Ponto 6:** Caminho para o Parque Laje de Santos (Fundείο), **Ponto 7:** Entrada na área delimitada do Parque Laje de Santos, **Ponto 8:** Portinho (PEMLS), **Ponto 9:** Paredão Face Sul (PEMLS), **Ponto 10:** Boca da Baleia (PEMLS).

Dados GPS			
Descrição Ponto	Pontos	Latitude	Longitude
Urubequeçaba	1	-23.977.091	-46.350.444
1/2 Emissário	2	-23.995.216	-46.350.579
Saída Emissário	3	-24.004.837	-46.350.117
Saída Baía	4	-24.045.244	-46.349.930
meio caminho	5	-24.172.328	-46.270.253
meio caminho (fundείο)	6	-24.224.990	-46.239.682
Entrada área Parque	7	-24.285.864	-46.199.332
Portinho - Parque	8	-24.319.036	-46.182.953
Paredão Face Sul - Parque	9	-24.324.669	-46.173.763
Boca da Baleia - Parque	10	-24.297.093	-46.176.926

Amostras de água foram coletadas em cada ponto de amostragem, com a profundidade de 1m, com frascos plásticos de polipropileno estéreis. As amostras foram mantidas sob refrigeração (4°C) até seu processamento no laboratório de Microbiologia Marinha e Ambiental (Micromar – UNESP/IB CLP).

3.3 Fatores abióticos

Durante as coletas, por meio de uma Sonda Multiparâmetros (Horiba U-50), foram mensurados os seguintes parâmetros: temperatura (T°C), salinidade, oxigênio dissolvido (O.D.), turbidez (NTU) e pH.

Dados pluviométricos foram obtidos quando necessários como parâmetros de volume de chuva acumulado em milímetros nos cinco dias antecedentes a data de cada coleta, utilizando os dados do pluviômetro mais próximo das áreas de coleta pelo site oficial do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) e a variação de maré utilizando o site oficial CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) / INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

3.4 Densidade de *Escherichia coli*

A avaliação da densidade de *Escherichia coli* foi realizada pela Técnica de Membrana Filtrante (APHA, 2012) nas amostras de água conforme legislação vigente (Brasil, 2000).

Em membranas de nitrato de celulose de 47mm de diâmetro e 0,45µm de porosidade, foram filtrados os volumes de 10ml, 5ml e 1ml para as amostras de água dos pontos 1-4, e 50ml, 25ml e 10ml para as amostras de água dos pontos 5-10. Após a filtração, as membranas foram transferidas para placas Milipore®, contendo Ágar mTEC e incubadas a 36°C (±1°C) por 2 horas, posteriormente incubadas a 44,5°C (±1°C) por 22 horas em banho maria (APHA, 2023). Após o período de incubação, as colônias foram submetidas ao teste de confirmação com substrato de uréia e vermelho de fenol (2%). As colônias que se apresentaram com coloração amarela, foram consideradas positivas para *Escherichia coli*. O resultado das densidades é expresso em Unidades Formadoras de Colônias em 100ml (UFC 100ml⁻¹).

Colônias características de *E. coli* foram isoladas em Ágar MacConkey, utilizando a técnica de esgotamento, até obter colônias puras. As placas contendo Ágar MacConkey foram incubadas em estufa bacteriológica a 35°C por 24 horas.

3.5 Teste de Susceptibilidade

Para o teste de susceptibilidade a antimicrobianos foi utilizado o método de disco difusão (*Kirby-Bauer*), seguindo as recomendações do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2023) e conforme *Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (BrCAST) *guidelines* (BrCAST, 2025), de acordo com Portaria nº 64 do Ministério da Saúde (Brasil, 2018). Com o auxílio de swabs estéreis, as colônias selecionadas foram utilizadas para a preparação de suspensões com turvação de 0,5 na escala MacFarland.

As turvações foram semeadas em placas de Petri (\varnothing 120mm) contendo Ágar Mueller Hinton, deixando-se repousar por 15 minutos e posterior posicionado dos discos contendo os antibióticos. As placas foram incubadas por 18 horas a 37°C (\pm 1°C).

Foram verificados os perfis de sensibilidade para os seguintes antibióticos: imipenem (IPM 10 μ g), gentamicina (GEN 10 μ g), amoxicilina + ácido clavulânico (AMC 30 μ g), ampicilina (AMP 10 μ g), azitromicina (AZI 15 μ g), cefalexina (CFE 30 μ g) ciprofloxacina (CIP 5 μ g), levofloxacina (LEV 5 μ g) e nitrofurantoína (NIT 300 μ g). Os halos foram medidos em milímetros (mm) e a sensibilidade foi avaliada conforme normativa BrCAST (BrCAST, 2025), sendo os resultados expressos em: sensível (S), intermediário (I) ou resistente (R).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fatores abióticos

Durante as coletas, os dados físico-químicos como temperatura da água (Temp.C°), pH, oxigênio dissolvido (OD) e salinidade) foram medidos *in situ* para cada ponto utilizando uma Sonda Multiparametros (Horiba U-50), obtendo assim as Tabelas abaixo (2 e 3), como as coletas foram realizadas em estações diferentes (verão e inverno, respectivamente), pôde-se perceber a influência da sazonalidade para os fatores abióticos aferidos.

Tabela 2: fatores abióticos (Temperatura – T(°C); pH; Oxigênio Dissolvido (mg/l); Turbidez (NTU); Salinidade e profundidade (m)) aferidos durante a coleta de 06/01/2025. Onde os pontos são descritos; P1: Urubequeçaba; P2: 1/2 Emissário; P3: Saída Emissário; P4: Saída Baía; P5: Meio Caminho; P6: Meio Caminho (fundeio); P7: Entrada Área Parque; P8: Portinho – Parque; P9: Paredão Face-Sul – Parque; P10: Boca da Baleia – Parque.

Coleta 06/01/2025

Fatores abióticos						
Pontos	T (°C)	pH	OD (mg/l)	Turb (NTU)	Sal	Profundidade (m)
1	24.73	7.30	9.12	2.10	31.0	0.6
2	25.10	7.92	7.89	1.0	30.8	0.6
3	24.84	8.01	7.87	6.1	31.3	1
4	25.24	7.96	8.64	0.4	31.5	1
5	25.65	8.05	8.36	0.0	32.1	1
6	25.45	8.06	8.68	0.9	32.4	1
7	25.50	8.08	8.28	0.0	32.6	1
8	25.40	8.06	7.72	-	32.7	1
9	25.47	8.08	8.55	1.8	32.6	1
10	25.45	8.10	8.65	-	32.7	1

Tabela 3: fatores abióticos (Temperatura – T(°C); pH; Oxigênio Dissolvido (mg/l); Turbidez (NTU); Salinidade e profundidade (m)) aferidos durante a coleta de 04/08/2025. Onde os pontos são descritos; P1: Urubequeçaba; P2: 1/2 Emissário; P3: Saída Emissário; P4: Saída Baía; P5: Meio Caminho; P6: Meio Caminho (fundeio); P7: Entrada Área Parque; P8: Portinho – Parque; P9: Paredão Face-Sul – Parque; P10: Boca da Baleia – Parque.

Coleta 04/08/2025

Fatores abióticos						
Pontos	T (°C)	pH	OD (mg/l)	Turb (NTU)	Sal	Profundidade (m)
1	19.34	7.96	6.78	2.30	30.0	0.7
2	19.33	7.96	7.12	10.0	30.0	0.7
3	19.42	8.00	9.34	1.6	30.0	0.5
4	19.42	8.03	7.50	1.0	30.0	0.7
5	19.20	8.06	7.56	0.0	31.2	0.7
6	19.37	8.04	6.90	0.0	31.8	0.6
7	19.24	8.03	7.10	0.0	31.0	0.6
8	19.31	7.99	6.80	0.0	32.0	0.5
9	19.32	7.90	7.10	0.0	31.8	0.8
10	19.24	7.58	6.78	0.0	31.8	0.7

Segundo CONAMA 430/2011, o lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos deve atender aos padrões (Fatores Abióticos e Fatores Microbiológicos) da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura e ao padrão de balneabilidade, de acordo com as normas e legislação vigentes. A legislação vigente é a CONAMA 357/05 para condições de qualidade de água salina, devem apresentar as seguintes condições e padrões (Quadro 2), dos quais foram aferidos.

CONAMA 357/2005	
Carbono Orgânico Total (TOC)	até 3 mg/L
Oxigênio Dissolvido (OD)	não inferior a 6 mg/L
pH	6,5 a 8,5

Quadro 2: padrões para Carbono Orgânico Total (TOC), Oxigênio Dissolvido (OD) e pH, determinados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Na coleta do mês de janeiro, a temperatura variou de 24-25°C ao longo dos dez pontos. Já na coleta do mês de agosto, a temperatura não ultrapassou os 19°C ao longo dos dez pontos. Em relação ao pH, na primeira coleta variou de 7.3-8.1, já na segunda coleta variou de 7.58-8.06.

O oxigênio dissolvido teve valores maiores na primeira coleta (7.72-9.12m/l) quando comparados com a segunda coleta (6.78-7.56m/l), o que, além da sazonalidade já ter certa influência sobre isso, pode ser explicado pelo evento de ciclone extratropical que ocorreu alguns dias antes.

Nota-se que os valores de pH e Oxigênio Dissolvido estão dentro dos valores estabelecidos pela legislação.

Apesar de não estar estipulado um valor padrão de turbidez na legislação, é possível notar que o valor desse parâmetro no Ponto 3, local de saída do efluente do emissário, está elevado, evidenciando assim a presença de matéria orgânica e/ou particulados mesmo em água superficial.

Durante a coleta foi observado que o aspecto, cor e odor da água no ponto 3, estava alterado, quanto aos demais pontos. O local apresentava um forte odor de efluente doméstico e presença de óleo na superfície. Nos pontos fora da Baía de Santos (5, 6, 7, 8, 9 e 10) a água se apresentou bastante límpida visualmente, o que é evidenciado pelos valores de turbidez abaixo de 1 obtidos nesses pontos.

Nos sete dias que antecederam a primeira coleta, houve um total de 31.8mm de precipitação acumulada (Figura 6 e Tabela 4), desta forma certamente houve um despejo maior de águas pluviais pelo emissário, que pode ter ocasionado aumento de matéria orgânica despejada e da turbidez no Ponto 3. Contudo, não houve interferência em fatores como pH, salinidade e OD.

Tabela 4: precipitação em mm entre os dias 01-06 de janeiro e o total de precipitação acumulada.

Coleta 06/01/2025	
Precipitação (mm)	
01/0102025	1.3
02/0102025	0
03/0102025	17.7
04/0102025	1.9
05/0102025	10.9
06/0102025	0
Acumulado	31.8

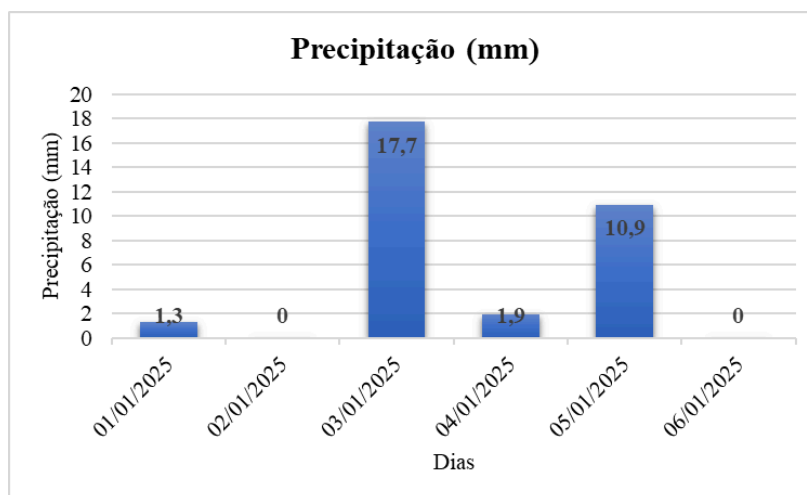


Figura 6: precipitação em mm entre os dias 01-06 de janeiro, 1 semana antes da coleta.

Na segunda coleta, houve um total de 4.5mm de precipitação acumulada (Tabela 5 e Figura 7), o que não seria o suficiente para aumentar o despejo de águas pluviais e alterar algum fator abiótico.

Tabela 5: precipitação em mm entre os dias 28/07 - 03/08 e o total de precipitação acumulada.

Coleta 04/08/2025	
Precipitação (mm)	
28/07/2025	4.5
29/07/2025	0
30/07/2025	0
31/07/2025	0
01/07/2025	0
02/07/2025	0
03/07/2025	0
Acumulado	4.5

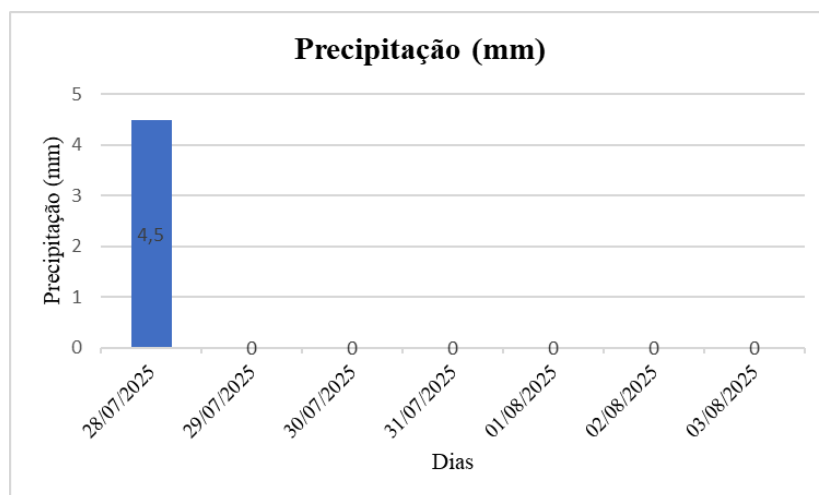


Figura 7: precipitação em mm entre os dias 28/07-03/08, 1 semana antes da coleta.

Nos dias 29, 30 e 31 de julho de 2025 (Tabelas 6 e 7), ocorreu um evento de ciclone extratropical, afetando a variação de maré, altura das ondas e velocidade dos ventos da baía de Santos, o que leva às mudanças dos fatores abióticos, tornando a água imprópria para a permanência da *E. coli* naquele ambiente. Conseqüentemente, a densidade de colônias na água e nas amostras reduziu consideravelmente.

Tabela 6: Parâmetros de ondas e ventos, aferidos durante o evento extremo de ciclone extratropical. Dados: O Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas - UNISANTA

Ciclone Extra Tropical

Data	Ondas (m)	Hora (h)	Ventos	Local
29/07/2025	3.98	18:30	≈ 81.69	Baía de Santos
30/07/2025	3.07	07:30	≈ 81.69	Baía de Santos
31/07/2025	2.5	05:00	-	Baía de Santos

Tabela 7: Parâmetro de maré alta, aferidos durante o evento extremo de ciclone extratropical. Dados: O Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas – UNISANTA.

Ciclone Extra Tropical

Data	Maré (m)	Hora (h)	Local
29/07/2025	1.34	17:05	Baía de Santos
30/07/2025	1.84	04:45	Baía de Santos

A salinidade variou de 31-32 ao longo dos dez pontos na coleta de janeiro, e de 30-32 na coleta de agosto.

4.2 Densidade de *Escherichia coli*

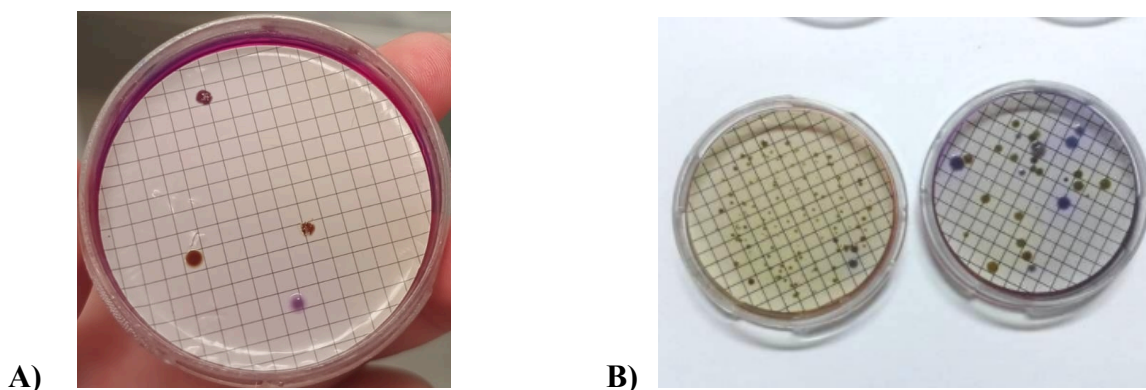
As densidades encontradas nas coletas de água foram expressas em UFC 100 ml⁻¹, conforme a Tabela 8.

Tabela 8: densidade de *E. coli*, medidas em UFC/100ml, nas amostras da primeira coleta (06-01-2025) ao longo dos dez pontos. Onde P1: Urubequeçaba; P2: 1/2 Emissário; P3: Saída Emissário; P4: Saída Baía; P5: Meio Caminho; P6: Meio Caminho (fundeio); P7: Entrada Área Parque; P8: Portinho – Parque; P9: Paredão Face-Sul – Parque; P10: Boca da Baleia – Parque.

Coleta 06-01-2025
*Coleta c/ Maré Enchente

Pontos	<i>Escherichia coli</i> (UFC100/ml)
1	40
2	700
3	80500
4	12
5	6
6	1680
7	10
8	0
9	10
10	4

A legislação CONAMA nº 274/2000 estabelece que valores de densidade de bactérias *Escherichia coli* (Figura 8A e B) na água do mar maiores ou iguais a 2000 UFC100/ml¹ na última amostragem classificam a água como imprópria. Nas amostras de água analisadas das duas coletas, o valor estabelecido pelo CONAMA foi ultrapassado apenas no ponto 3, saída do efluente do Emissário de Santos, com o valor de 80500 UFC/100ml¹. Além da alta densidade, a água apresentava forte cheiro e muita turbidez.



Figuras 8A: Colônias de *Escherichia coli*, em meio de cultura Ágar mTEC – **5B:** Teste confirmatório de Colônias de *Escherichia coli*, em meio a cultura Ágar mTEC.

Outros estudos, como o de Abessa et al. (2012) já demonstraram que o emissário influencia negativamente a qualidade das águas da Baía de Santos, pois há um aumento das densidades de indicadores de contaminação fecal, apresentando uma qualidade de água ruim. As maiores concentrações *Escherichia coli* (1000 a 10000 UFC/100ml⁻¹) foram obtidas na área próxima à descarga do emissário.

Testes microbiológicos realizados pela CETESB no ano de 2006, a fim de verificar as condições ambientais na região próxima ao lançamento de efluente pelo Emissário Submarino de Santos, mostraram que esse não está sendo eficiente quanto à redução do número de microrganismos indicadores de contaminação fecal nas águas da Baía de Santos e nas praias do município durante o verão. Uma explicação plausível é o fato de o emissário de Santos ser bem mais antigo e possuir uma vazão média muito maior que os demais emissários, estando localizado em uma área onde os processos hidrodinâmicos são menos acentuados que aqueles observados em Praia Grande, Guarujá e São Sebastião (Abessa et al. 2012).

As correntes da camada superficial (0 a 2m de profundidade), mesmo em marés enchentes, dirigem-se, na maioria do tempo, para fora da baía em direção ao mar aberto. Na maré vazante, as correntes se dirigem para fora da baía em mais de 75% das ocorrências. Quando a maré é enchente, as correntes convergem para as praias de Santos e em direção aos estuários (Mandaji et al. 2008).

Nos demais pontos, as colônias não ultrapassaram o valor de 200 UFC/100ml¹, com exceção dos pontos 2 e 6, que obtiveram o valor de 700 UFC/100ml¹ e 1680 UFC/100ml¹ respectivamente (Tabela 8). O ponto 2 sofre influência do Emissário Submarino, por estar localizado no meio dele. Já o ponto 6, estando fora da Baía, sofre influência de efluentes despejados no fundo.

Nas amostras da coleta de agosto, não houve crescimento de colônias entre os pontos 5-9 (Tabela 9) devido a, principalmente, o evento extremo de ciclone extratropical, que conseqüentemente alterou os fatores abióticos que permitem as condições adequadas para a permanência dos microrganismos no mar.

Tabela 9: densidade de *E. coli*, medidas em UFC/100ml, nas amostras da segunda coleta (04-08-2025) ao longo dos dez pontos. Onde **P1:** Urubequeçaba; **P2:** 1/2 Emissário; **P3:** Saída Emissário; **P4:** Saída Baía; **P5:** Meio Caminho; **P6:** Meio Caminho (fundeio); **P7:** Entrada Área Parque; **P8:** Portinho – Parque; **P9:** Paredão Face-Sul – Parque; **P10:** Boca da Baleia – Parque.

Coleta 04-08-2025
*Coleta c/ Maré Vazante

Pontos	<i>Escherichia coli</i> (UFC100/ml)
1	20
2	20
3	20
4	136
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	136

Os dados obtidos na tabela 9 mostram como a circulação de águas fica restrita dentro da Baía (Ponto 4) quando a Maré está Vazante, evidenciando assim como os efluentes despejados pelo Emissário Submarino de Santos ficam retidos naquela região.

4.3 Teste de susceptibilidade

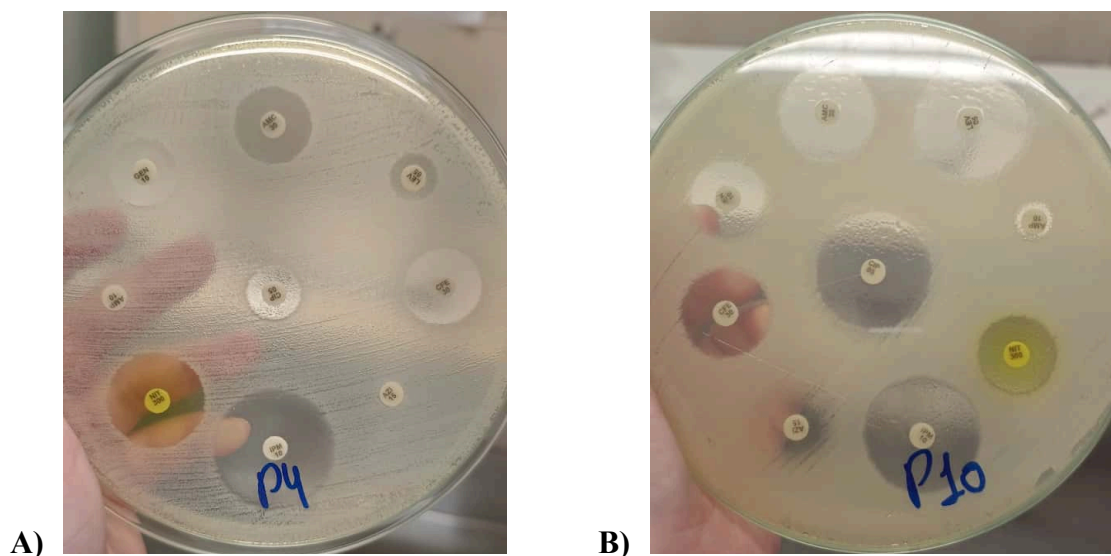
Os resultados demonstram na primeira coleta (Tabela 10), apenas a cepa do ponto 2 não apresentou resistência a Ampicilina, o ponto 3, apesar de apresentar a Ciprofloxacina intermediário, deve se considerar como resistente. Desta forma os pontos 3 e 7 apresentaram multirresistência aos antibióticos (Ponto 3: Ampicilina e Ciprofloxacina; Ponto 7: Amoxicilina + Ácido clavulânico, Ampicilina e Cefalexina). O antibiótico que mais apresentou cepas resistentes foi a ampicilina (78,6%).

Tabelas 10: Valores em milímetros dos halos de inibição do teste de resistência a antibióticos. Os valores em vermelho apresentam resistência, os valores em amarelo estão na classificação intermediária, os valores em verde apresentam sensibilidade aos antibióticos, já os valores em azul indicam que este antibiótico não é utilizado para enterobactérias. **NA:** não houve crescimento de colônias nos pontos; **P.C:** indica o ponto de corte para apresentar Sensibilidade ou Resistência, segundo o (BrCAST, 2025). **Verificar notas no BrCAST.

Coleta 06/01/2025
E. coli

Pontos	AMC (30µg)	AMP (10µg)	AZI (15µg)	CFE (30µg)	CIP (5µg)	GEN (10µg)	IMP (10µg)	LEV (5µg)	NIT (300µg)
1	20	0	19	15	32	19	28	26	21
2	23	20	18	18	29	18	29	28	23
3	19	0	19	17	23	18	28	24	22
4	24	11	14	24	32	20	31	27	19
5	24	10	14	22	28	19	28	26	19
6	26	12	15	25	32	22	30	30	23
7	0	0	12	0	26	19	23	25	11
8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9	23	0	13	21	29	19	30	29	21
10	26	12	17	23	27	20	29	27	18
P.C	14	14	12**	14	25	17	22	23	11

Na segunda da coleta (Tabela 11) o número de pontos que não apresentaram crescimento de *E. coli* foi de 5 pontos, no entanto apresentou maior pontos com resistência a antibióticos. O ponto 2 apresentou multirresistência a Ampicilina, Ciprofloxacina e Levofloxacina, já no ponto 4, que apresentou maior densidade, a multirresistência foi em Ampicilina, Azitromicina, Ciprofloxacina, gentamicina e Levofloxacina.



Figuras 6A e B: placas dos Pontos 4 e 10 contendo Ágar Mueller Hinton para o teste de susceptibilidade a antimicrobianos utilizando a técnica de disco de difusão com os 9 antibióticos.

Tabela 11: Valores em milímetros dos halos de inibição do teste de resistência a antibióticos. Os valores em vermelho apresentam resistência, os valores em amarelo estão na classificação intermediária e os valores em verde apresentam sensibilidade aos antibióticos, já os valores em azul indicam que este antibiótico não é utilizado para enterobactérias. **NA:** não houve crescimento de colônias no ponto; **P.C:** indica o ponto de corte para apresentar Sensibilidade ou Resistência, segundo o (BrCAST, 2025), **Verificar notas BrCast.

Coleta 04/08/2025

E. coli

Pontos	AMC (30µg)	AMP (10µg)	AZI (15µg)	CFE (30µg)	CIP (5µg)	GEN (10µg)	IMP (10µg)	LEV (5µg)	NIT (300µg)
1	24	19	17	21	30	16	30	26	21
2	19	0	17	20	23	18	29	20	23
3	24	21	15	19	29	17	30	27	23
4	18	0	0	20	13	16	31	11	25
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10	24	8	12	21	30	18	28	28	17
P.C	14	14	12**	14	25	17	22	23	11

Estudos anteriores detectaram cepas resistentes a esses mesmos dois antibióticos em ambiente aquático (Stradiotto, 2013; Oliveira et al, 2012).

Um estudo feito por Oliveira et al. (2012), não apresentou cepas resistentes a Ampicilina em amostras de água do mar próximo à Baía de Santos, ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo, onde 78,6% das cepas isoladas foram resistentes a esse antibiótico, mostrando que, ao longo de 13 anos, a resistência da *Escherichia coli* a ampicilina aumentou significativamente.

Ao contrário do estudo realizado por Oliveira (2016), onde a Ciprofloxacina foi totalmente sensível nas cepas isoladas de *Escherichia coli*, no presente trabalho, houve 1 cepa resistente no Ponto 4 e outras 2 cepas intermediárias nos Pontos 2 e 3. O que levanta uma nova preocupação, pois esse medicamento é mais novo, da década de 80, utilizado em casos de múltipla resistência a outros antibióticos, e seu gene de resistência já se encontra no ambiente marinho.

Outros antibióticos que apresentaram resistência foram Gentamicina, Amoxicilina + ácido clavulânico, levofloxacina e azitromicina. Alguns estudos como Oliveira (2016), Makowiecky (2023), Zampieri (2017) e Massoneto (2020) também encontraram cepas da *E. coli* resistentes aos mesmos antibióticos em amostras de água e em animais filtradores.

Observou-se que, do total de cepas isoladas (14), 85% (12/14 cepas) apresentaram resistência a pelo menos um antibiótico, sendo o Ponto 4, local da saída do Emissário Submarino, a apresentar a maior quantidade de cepas resistentes.

A presença e a pseudopermanência de bactérias alóctones em ecossistemas marinhos são relevantes não apenas do ponto de vista da saúde pública, mas também quando considerado os organismos presentes nesses ambientes, principalmente se tratando de áreas protegidas pela legislação como o PEMLS, já que muitas espécies microbianas lançadas com os efluentes domésticos são causadoras de doenças tanto em animais quanto em plantas.

Embora os antimicrobianos constituam uma das bases da medicina moderna, seu uso excessivo tem resultado em altas taxas de adaptação bacteriana, propiciando resistência e tornando os fármacos ineficientes contra patógenos (Carvalho et al., 2021). De acordo com dados publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), os níveis de resistência crescem anualmente pelo mundo todo. O número de gêneros de bactérias consideradas resistentes aumentou de forma significativa, passando de 7, no ano de 2014, para 12, em 2017, ou seja, sem uma ação urgente, infecções frequentes e já conhecidas podem se tornar fatais (Prates et al., 2020).

Segundo o Ministério da saúde, atualmente cerca de 70% dos microrganismos que ocasionam infecções no Brasil, são resistentes a pelo menos um dos antibióticos comumente utilizados no tratamento (Prates et al., 2020).

Além do número de bactérias resistentes ter crescido ao longo dos últimos anos, o desenvolvimento de novos antibióticos ocorreu de forma reduzida nos últimos 30 anos, não conseguindo acompanhar em número o aumento da resistência bacteriana. Essas demandas fizeram com que a OMS reconhecesse a Resistência Antimicrobiana (RAM) como um problema de saúde pública a nível mundial (Prates *et al.*, 2020).

Considerando que metabólitos de antibióticos são de persistência considerável e são encontrados em corpos hídricos, que se tornam um veículo de disseminação de bactérias resistentes e genes de resistência pelo ambiente, o contato com esse corpo hídrico contaminado, seja para recreação ou consumo, oferece grande risco às populações. Acarretando dessa forma na redução da eficácia dos tratamentos médicos, complicando assim o controle de infecções tanto em humanos quanto em animais (Carvalho *et al.*, 2021).

5. CONCLUSÃO

A constante poluição dos corpos hídricos e oceanos têm motivado a realização de inúmeros estudos que buscam alertar sobre essa problemática. As fontes de contaminação são variadas e incluem a carga difusa transportada pelas chuvas, operações portuárias em regiões costeiras e fontes pontuais, como os emissários submarinos, que diariamente despejam efluentes domésticos e hospitalares no mar. Os resultados do presente estudo indicam que o Emissário Submarino de Santos exerce influência direta e significativa sobre a qualidade microbiológica das águas costeiras, atuando como principal fonte de contaminação na área estudada, principalmente devido ao fato de lançar os efluentes dentro da Baía, local onde os processos hidrodinâmicos não são acentuados, portanto a circulação entre a água da Baía e do mar é baixa. Além disso, durante a Maré Vazante, os efluentes lançados pelo emissário e a água vinda do estuário ficam retidos dentro da Baía, não se dispersando para o mar aberto. Embora o fundeio de embarcações também contribua para a degradação da qualidade da água nas proximidades do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS), especialmente pela liberação de efluentes e resíduos, sua influência é menor quando comparada ao impacto do Emissário dentro da Baía de Santos. Cerca de 85% das cepas isoladas apresentaram resistência a pelo menos 1 antibiótico, e, quando comparado a outros estudos, a resistência da *Escherichia coli* ao antibiótico Ampicilina aumentou exponencialmente. Diante desse contexto, torna-se necessária a realização de novos estudos voltados à investigação da ocorrência, distribuição e mecanismos de resistência bacteriana na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abessa, D. M. S., Carr, R. S., Rachid, B. R. F., Sousa, E. C. P. M., Hortelani, M. A., Sarkis, J. E.. Influence of a Brazilian sewage outfall on the toxicity and contamination of adjacent sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 875 - 885. 2005.

Abessa, D. M. S., Rachid, B. R. F., Moser, G. A. O., Oliveira, A. J. F. C.. Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos: uma revisão. *O Mundo da Saúde*, v. 36, n. 4, p. 643–661, 30 dez. 2012.

Almeida, N. C., Barros, A. L. R., Arouche, S. P., Ferro, T. A. F., Moraes, F. H. R., Neto, V. M., Figueiredo, P. M. S.. Detecção de enteropatógenos e teste de susceptibilidade a agentes sanitizantes de cepas diarreio gênicas de *Escherichia coli* isoladas das praias de São Luís Maranhão. *Revista de Patologia Tropical*, 41 (3), 304–318. 2012.

Andrade, V. C.; Zampieri, B. D. B.; Ballesteros, E. R.; Pinto, A. B.; Oliveira, A. J. F. C.. Densities and antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from marine waters and beach sands.. *Environmental Monitoring and Assessment*. v. 187, p. 342, 2015.

Andrade, V. C.; Caetano, T.; Mendo, S.; Oliveira, A. J. F. C.. Carbapenem resistant *Enterobacteriaceae* from port areas in São Paulo State (Brazil): Isolation and molecular characterization. *Marine Pollution Bulletin*. v. 159, p. 111329, 2020.

APHA, American Public Health Association, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APH, AWWA, WEF. 22th Edition. 1120p. 2012

Azam, F.; Worden, A. Z. Microbes, molecules and marine ecosystems. *Science*, v. 303, p. 1622-1624, 2004.

Ballesteros, E. R., da Costa ANDRADE, V., Barbieri, E., Pinto, A. B., de OLIVEIRA, R. S., & De Oliveira, A. J. F. C.. Qualidade microbiológica de ostras (*Crassostrea* sp) e de águas coletadas em cultivos e em bancos naturais de Cananéia (SP). *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(1), 134-144. 2016.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções e outros atos. CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. 2000.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções e outros atos. 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. 2005.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções e outros atos. CONAMA 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, Brasília, DF, 16 maio 2011. Seção 1, n. 92, p. 89. 2005.

BrCAST, 2025. Tabelas de pontos de corte para interpretação de CIMs e diâmetros de halos. Based on: EUCAST, 2023. Breakingpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters.

Buruaem, L. M., Castro, I. B., Hortellani, M. A., Taniguchi, S., Fillmann, G., Sasaki, S. T., Petit, M. A. V., Sarkis, J. E. S., Bicego, M. C., Maranhão, L. A., Davanzo, M. B., Nonato, E. F., Cesar, A., Costalotufó, L. V., Abessa, D. M. S.,. Integrated quality assessment of sediments from harbor areas in Santos – Sao Vicente Estuarine System, Southern Brazil. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 130, 179–189. 2013.

Carvalho, J. J. V. DE et al. Bactérias multirresistentes e seus impactos na saúde pública: Uma responsabilidade social. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, p. e58810616303, 10 jun. 2021.

CLSI, 2023. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute.

Colweel, R. R. Microbial diversity: the importance of exploration and conservation. J. Ind. Microbiol. Biotechnol., v. 18 p. 302-307, 1997.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas do Estado de São Paulo, 2017.

Costa, A. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. Estação Científica (UNIFAP). Universidade Federal do Amapá. 2017. doi: 10.18468/ESTCIEN.2017V7N2.P45-57.

Cunliffe, M.; Murrell, J. C. The sea-surface microlayer is a gelatinous biofilm. *The ISME Journal*. v. 3, p. 1001-1003, 2009.

Diogo, B. S.; Rodrigues, S.; Antunes, S. C. Antibióticos. *Revista de Ciência Elementar*, v. 11, n. 1, 2023.

Fey, J. D., Neves, T. S., Baraldo, K. B., Peppes, F.,. A preliminary analysis of the distribution and spatial/temporal patterns of seabirds in the Laje de Santos Marine State Park (Santos, Brazil) and surrounding waters. *Braz. j. oceanogr.* vol.65, n°.4: 576-587. São Paulo.2017.

Grillo, V., Parsons, E. C. M., Shrimpton, J. H.. A review of sewage pollution and cetaceans: a Scottish perspective. Paper presented to the Scientific Committee at the 53rd Meeting of the International Whaling Commission, 3 - 16July London (UK). 2001.

Guimarães, D. O., Momesso, L. S., Pupo, M. T. Antibióticos: Importância Terapêutica e Perspectivas para a Descoberta de Novos Agentes. *Química Nova*, v. 33, n. 3, p. 667-679, 2010.

Henrique, M.B.; Pereira, O.M.; Zamariolli, L.A.; Faustino, J.S.. Contaminação bacteriológica no tecido mole do mexilhão perna-perna (Linnaeus, 1758) coletado nos bancos naturais do litoral da Baixada Santista. *Arquivos de Ciências do Mar, UFCE – LABOMAR, Fortaleza*, 33: 69-76. 2000.

IBAMA,. *Catalogo das artes de pesca artesanal do Estado de Santa Catarina*. 1ª ed. V 1. 120p. 1993.

Islam, S., Tanaka, M.,. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* v. 48, p. 624 – 649. 2004.

Kelly. E. A., Feng. Z., Gidley. M. Z., Sinigalliano. C. D., Kumar. N., Donahue. A. G., Reniers. A. J. H. M., Solo-Gabriele. H.M. Effect of beach management policies on recreational water quality. *Journal of Environmental Management*, v. 212, p.266-277, 2018.

Kolm. H. E., Gomes. K. V., Ishii. F. K., Martins. C.C. An integrated appraisalment of multiple faecal indicator bacteria and sterols in the detection of sewage contamination in subtropical tidal creeks. *International Journal of Hygiene and Environmnetal Health*, v. 221, p. 1032-1039, 2018.

Lamparelli, M. C., Costa, M. P., Prósperi, V. A., Becilacqua, J. E., Araújo, R. P. A., Eysink, G. G. J., Pompeia, S.,. Sistema estuarino de Santos e São Vicente. São Paulo: Relatório Técnico CETESB. 183pp. 2001.

Machado, E. C. et al. Detecção e quantificação de bactérias resistentes aos antibióticos ampicilina e cloranfenicol em estações de tratamento de esgoto doméstico. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 25, n. 6, p. 847–857, dez. 2020.

Madigan, M. T. et al.; Resistência a fármacos antimicrobianos: mecanismos de resistência e disseminação. In: MADIGAN, Michael T. et al. Brock biology of microorganisms. 14. ed. Porto Alegre: Artmed. v. 23. p. 819-908. 2016.

Makowiecky, V. T. Investigação de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras comercializadas em Florianópolis, SC. Ufsc.br, 2023.

Mandaji, D.; Sígolo, J. B.. Emissário Submarino de Santos: Contribuição nos Sedimentos de Fundo para Al, Mg, K, Ca, Fe, Ti, Na, Si, Ba, Cu, Zn, Cr, Mn, Co, Ni e S. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 2008.

Massonetto, M. U. Monitoramento da resistência de bioindicadores fecais nos canais de Santos-SP. Unesp - São Vicente. Dissertação (Mestrado). 2020.

Moser, G. A. O.. Aspectos da eutrofização no Sistema Estuarino de São Vicente-Santos: distribuição espaço temporal da biomassa e produtividade primária fitoplanctônica e transporte instantâneo de sal, clorofila-a, material em suspensão e nutrientes. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, SP. 426p. 2002.

Murrell, J. C., Hélène, M., Pavene, N. S., Brodrossy, L., Neufeld, J., D.. Identification of active methylotrophic bacteria inhabiting surface sediment of a marine estuary. Environmental Microbiology Reports, v. 1, n. 5, p. 424–433, 19 ago. 2009.

Occhipinti, A. G.. Estudos para o sistema de disposição oceânica dos esgotos de Santos e São Vicente. Revista DAE 86, 155–176. 1972.

Oliveira, A. F. C., França, P. T. R., Pinto, A. B.,. Antimicrobial resistance of heterotrophic marine bacteria isolated from seawater and sands of recreational beaches with different organic pollution levels in southeastern Brazil: evidences of resistance dissemination. Environ Monit Assess, 169, 375-384. 2009.

Oliveira, R. S.. Densidade e diversidade de fenótipos de resistência a antimicrobianos de *Enterococcus sp*, *Escherichia coli* e *Aeromonas sp* isoladas de água, sedimento e mexilhão coletados em Santos e Itanhaém, São Paulo, Brasil. Dissertação (Mestrado). 2016.

Olivieri, P. G.. Bacterial indicators of pollution. In: Pipes, W.O. (Ed.), *Bacterial Indicators of Pollution*. CRC Press, Boca Raton (FL), 21–41.1982.

Pereira, I. C. G., Costa. Y. F. G., Moraes, W. G., Laport, M., S., Alves, M. S., Pellegrino, F. L. P. C.. Ambiente marinho e resistência bacteriana aos antimicrobianos: impacto à saúde humana. *Acta Scientiae et Technicae*, v. 7, n. 2, p. 65, 22 jul. 2020.

Plano de Manejo – Parque Estadual Marinho da Laje de Santos. Fundação Florestal. 2018.

Prates, F. I. F., Silva, G. F., Fernandes, R. A., Cesar, J. J. Agravos provocados pela resistência bacteriana: um problema de saúde pública mundial. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR*, v. 32, n. 2, p. 131-138, 2020.

Proia, L., Anzil. A., Subirats. J., Borrego. C., Farré. M., Llorca. M., Balcazar. J. L., Servais. P. Antibiotic resistance along an urban river impacted by treated wastewaters. *Science of the Total Environment*, v. 629, p. 453-466, 2018.

Rachid, B. R. F.. Avaliação ecotoxicológica dos efluentes domésticos lançados pelos sistemas de disposição oceânica da Baixada Santista. Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 286pp. 2002.

SÃO PAULO - 1993. Decreto nº 37.537, de 27 de setembro de 1993. Cria o Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e dá providências correlatas. 1993.

Schepis, W. R., Medeiros, T. V., Silva, S. A., Abessa, D. M. S. Toxicidade Aguda e Contaminação por Metais em Sedimentos do Rio dos Bugres, Ilha de São Vicente, Sp. Braz. *J. Aquat. Sci. Technol.* 20(1), 42-53. 2016

Souto, J. P., Lira, A. G. S., Figueira, J. S., Silva, A. N., Silva, E. S. Poluição Fecal da Água: Microorganismos indicadores. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre-RS. 2015.

Stradiotto, G. C. Densidade e resistência a antimicrobianos de *Enterococcus sp* e *Escherichia coli* isoladas de águas , areias e algas do gênero *Sargassum* de praias recreacionais do Litoral

Norte do Estado de São Paulo. 2013. 97 p. Dissertação (Mestrado) -Curso de Ciências Biológicas, Unesp - Campus do Litoral Paulista, Rio Claro, 2013.

Zampieri, B., Siems, T. L., Oliveira, R. S., Pinto, A., Oliveira, A. J. F. C.. Prevalence of bacteria and fungi in respiratory tracts of seabirds rescued along the São Paulo Southeastern Coast (Brazil) and some blood parameter information. 35. 11-20. 2015.

Zampieri, B. D. B., Oliveira, R. S., Pinto, A. B., Andrade, V. C., Barbieri, E., Merguizo, R. A. C., Oliveira, A. J. F. C.. Comparison of bacterial densities and resistance in different beach compartments: should water be our main concern?. v. 40, p. 461-482, 2017.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista



PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Discente: LARISSA GONÇALVES ARRUDA

Título: "OCORRÊNCIA DE *Escherichia coli* RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS NAS ÁGUAS DA BAIJA DE SANTOS ATÉ O PARQUE ESTADUAL MARINHO LAJE DE SANTOS (PEMLS-SP)"

Orientador: Profa. Dra. Ana Julia Fernandes

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/Biologia Marinha

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Profa. Dra. Ana Julia Fernandes	A
Dra. Roberta Alves Merguizo Chinellato	A

PARECER:

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que a discente **Larissa Gonçalves Arruda** obteve o seguinte conceito:

APROVADO

REPROVADO

São Vicente, 02 de dezembro de 2025.

Profa. Dra. Ana Julia Fernandes

Dra. Roberta Alves Merguizo Chinellato