

Júlia Silva Ferreira

**A influência da população flutuante na densidade de *Escherichia coli* nas
praias do município de São Vicente – SP**



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



Instituto
de Biociências
Campus do Litoral Paulista

Júlia Silva Ferreira

A influência da população flutuante na densidade de *Escherichia coli* nas praias do município de São Vicente – 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 de Grau de bacharel em Ciências Biológicas com habilitação em Gerenciamento Costeiro.

Orientadora: Ana Julia Fernandes
Coorientadora: Roberta Alves Merguizo
Chinellato

São Vicente – SP
2025

F383i Ferreira, Júlia Silva

A influência da população flutuante na densidade de *Escherichia coli* nas praias do município de São Vicente – SP / Júlia Silva Ferreira. -- São Vicente, 2025

29 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente

Orientadora: Ana Julia Fernandes Cardoso de Oliveira

Coorientadora: Roberta Alves Merguizo Chinellato

1. Microbiologia. 2. Indicadores biológicos. 3. Praias de banhos. 4. Areia. I. Título.

Agradecimentos

Agradeço a todos àqueles que, de qualquer forma, direta ou indiretamente estiveram comigo e me ajudaram ao longo da vida. Sem apoio nada disso seria possível, agradeço a força coletiva que, quando não pude sozinha, me manteve forte e me permitiu conquistar meu objetivo.

Aos meus pais agradeço pelo incentivo à minha formação, pelo respeito às minhas escolhas, mesmo que em desacordo com suas crenças e convicções, e por demonstrar apoio incondicional seja qual for a situação. Espero que no fundo eles tenham orgulho da pessoa que me tornei.

À minha irmã, que se tornou minha âncora no mundo, agradeço pela companhia durante toda a vida, em meio a tantas mudanças que acontecem na vida ela foi minha única constância real.

Ao meu namorado que se tornou essencial na minha vida, me acolhendo por inteiro, agradeço por todo o apoio, compreensão e disposição para evoluirmos juntos e trilhar um caminho que faça sentido em meio aos desafios da vida.

Aos amigos que me acompanham há tempos e que se mantêm ao meu lado apesar de qualquer coisa, agradeço por serem mais que meros conhecidos, por me ensinarem o verdadeiro significado de família: pessoas que se importam comigo, me apoiam e me respeitam, sem vírgulas e sem porquês.

À toda a equipe do Laboratório de Microbiologia Marinha (MICROMAR) da Unesp, em especial à minha orientadora Dra. Ana Julia Fernandes e minha coorientadora Dra. Roberta Merguizo pela dedicação e paciência que tiveram durante todo o tempo, é reconfortante poder contar com pessoas que compreendem e diminuem o peso da jornada.

Por fim, agradeço a toda a equipe da Unesp - Campus do Litoral Paulista, aos docentes, à diretoria, coordenação, equipe de limpeza, de segurança, às empresas responsáveis pela alimentação, e todos que contribuem para a construção de um ambiente acolhedor e seguro para todos que o frequentam. Espero que cada vez mais discentes tenham a oportunidade de viver boas experiências neste espaço.

Resumo

O turismo é um setor importante para a economia do Brasil, porém o impacto causado pelo aumento sazonal da população flutuante na infraestrutura de cidades turísticas por vezes coloca em risco a saúde de todos que frequentam o local. A sobrecarga no sistema de esgoto das cidades pode causar contaminação das praias, expondo toda a população a organismos oriundos do trato intestinal de animais de sangue quente, seres humanos inclusos, que podem ter um potencial patogênico. O objetivo deste estudo foi avaliar a densidade de microrganismos indicadores de contaminação fecal nas praias, para avaliar a balneabilidade das mesmas. Para isso, foram realizadas duas campanhas de coletas em duas praias de São Vicente, antes e depois do feriado Corpus Christi de 2023. Com o intuito de coletar amostras de água e sedimento, foram demarcadas quatro estações de amostragem e os fatores abióticos foram mensurados em cada uma das estações. As amostras foram processadas de acordo com a técnica de membrana filtrante e após a filtração, as membranas foram colocadas nas placas com meio de cultura específico. Os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/00 classificam as praias como “própria” ou “imprópria” para banho. Essa classificação se baseia na densidade de indicadores microbiológicos determinados pela legislação para avaliar a poluição fecal. Os resultados demonstram que antes houve um aumento significativo entre os valores obtidos no dia 07/06/2023 (120 UFC/100ml na água e 182 UFC/g no sedimento) e após o feriado no dia 12/06/2023 (380 UFC/100ml na água e 2000 UFC/g no sedimento). Dessa forma, esse estudo corrobora com os demais pois a densidade de *Escherichia coli* encontrada na areia após o feriado foi cerca de 5 vezes maior que a encontrada na água, no entanto, a classificação atual das praias pode não demonstrar os riscos reais que a população local é exposta. Ademais, o aumento significativo das densidades de *E. coli* no ambiente demonstra como a população flutuante interfere na qualidade do ambiente.

Palavras-chave: turismo; bioindicador; sedimento; balneabilidade.

Abstract

Tourism is an important sector for the Brazilian economy, however, the impact caused by the seasonal increase in the floating population on the infrastructure of tourist cities sometimes puts the health of whom frequents the area at risk. The overload on the sewage system of cities can cause contamination of beaches, exposing the entire population to organisms originating from the intestinal tract of warm-blooded animals, including humans, which may have pathogenic potential. The objective of this study was to evaluate the density of microorganisms that indicate fecal contamination on beaches, in order to assess their suitability for bathing. To this end, two collection campaigns were carried out on two beaches in São Vicente, before and after the Corpus Christi holiday of 2023. In order to collect water and sediment samples, four sampling stations were demarcated, and abiotic factors were measured at each station. The samples were processed according to the membrane filtration technique, and after filtration, the membranes were placed on plates with specific culture medium. The criteria established by CONAMA Resolution No. 274/00 classify beaches as "suitable" or "unsuitable" for bathing. This classification is based on the density of microbiological indicators determined by legislation to assess fecal pollution. The results demonstrate that there was a significant increase between the values obtained on June 7, 2023 (120 CFU/100ml in water and 182 CFU/g in sediment) and after the holiday on June 12, 2023 (380 CFU/100ml in water and 2000 CFU/g in sediment). Therefore, this study corroborates others, as the density of *Escherichia coli* found in the sand after the holiday was about 5 times greater than that found in the water. However, the current classification of beaches may not reflect the real risks to which the local population is exposed. Furthermore, the significant increase in *E. coli* densities in the environment demonstrates how the floating population interferes with environmental quality.

Keywords: tourism; bioindicator; sediment; balneability.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. População Flutuante	7
1.2. Infraestrutura e Saneamento	7
1.3. Qualidade das Água Recreacionais.....	8
1.4. <i>Escherichia coli</i>	10
2. OBJETIVO.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Área de Estudo	13
3.2. Coleta de Amostras	13
3.3. Fatores Abióticos	14
3.4. Processamento	14
3.4.1. Técnica membrana filtrante	14
3.4.2. <i>Escherichia coli</i>	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Parâmetros Abióticos.....	16
4.2. Densidade de <i>E. coli</i>	17
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

1.1. População Flutuante

O turismo é um setor em crescimento no Brasil visto o potencial que o país tem para receber os mais diversos públicos em todo seu território (Ministério do Turismo, 2024). Sendo um território com uma extensa faixa litorânea, alguns dos principais e mais famosos destinos para os turistas são as praias. Tendência que pode ser comprovada ao se observar o aumento da população sazonal nessas regiões, especialmente em épocas do ano em que o clima mais quente convida ao banho de mar.

A população flutuante é definida como um conjunto de indivíduos que permanece em determinado local por curtos períodos, abrangendo dessa forma os turistas (Infopédia, 2025).

A cidade de São Vicente, localizada no litoral paulista, abriga uma população de 329.911 pessoas (IBGE, 2022) e recebe em torno de 1,6 milhões de turistas por ano, que se concentram principalmente nos meses de verão e durante o período de férias escolares (Panrotas, 2023).

Lee et al. realizaram em 2008 um estudo sobre os impactos da sazonalidade do turismo e descreveram o aumento da utilização de recursos e infraestrutura locais. Sendo assim, em períodos de alta temporada, a infraestrutura local não acompanha o rápido aumento populacional que intensifica a geração de esgoto doméstico e , impacta a qualidade das águas recreacionais.

1.2. Infraestrutura e Saneamento

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) de 2023, divulgados pelo IAS - Instituto Água e Saneamento (2023), 91,9% da população da cidade de São Vicente tem acesso a serviços de esgotamento sanitário, o município gera cerca de 19.438,68 mil m³ de esgotos por ano. Deste volume somente 74,5% são devidamente coletados, sendo despejados cerca de 4.957,78 mil m³ de esgoto não tratado na natureza.

O esgoto gerado pela parcela da população que não tem acesso ao sistema de saneamento é por vezes descartado em cursos d'água que eventualmente encontram as águas salgadas que se estendem pelas praias e são usadas de forma recreacional. Sendo assim, todo esgoto da região, tratado ou não, acaba no mar (Pinto & Oliveira, 2012).

A área insular da cidade de São Vicente não possui uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) própria, sendo assim, o esgoto coletado é destinado totalmente à EPC (Estação de Precondicionamento) localizada no município vizinho de Santos. Onde todo esgoto coletado é tratado e posteriormente liberado no mar por meio do emissário submarino, localizado na praia José Menino (CETESB, 2006).

Como na maioria dos emissários submarinos do Brasil, uma vez na EPC de Santos, o esgoto recebido é submetido a uma fase de pré-condicionamento, que consiste no gradeamento, peneiramento e na desinfecção por cloração. A eficácia dessa técnica na eliminação de contaminantes é considerada pouco efetiva pois o lançamento de efluentes no mar por meio de emissários submarinos podem causar efeitos ambientais como eutrofização, alteração na microbiota da água e do sedimento e contaminação química (Abessa et al., 2012).

Se considerarmos o aumento da utilização de recursos locais pela população flutuante (Lee, 2008), é esperado que haja uma sobrecarga no sistema de tratamento de esgoto local nos períodos em que a cidade recebe grande número de turistas. A quantidade de esgoto gerado nesses períodos implica em um volume maior de esgoto liberado pelo emissário submarino, ocasionando uma intensificação da pluma de esgoto na água ao redor dos difusores do emissário (Abessa et al., 2012).

1.3. Qualidade das Águas Recreacionais

O monitoramento da qualidade das praias no Estado de São Paulo é realizado pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) que, desde janeiro de 2001, segue os critérios estabelecidos pela Resolução nº 274/00 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para classificação das praias como “própria” ou “imprópria”, indicando se a qualidade da água está ou não comprometida, o que pode aumentar o risco de contaminação para os banhistas (CETESB, 2025).

A classificação se baseia na densidade de bactérias fecais encontrada em amostras de água que são coletadas ao longo de cinco semanas consecutivas e os indicadores microbiológicos determinados pela legislação para avaliar a poluição fecal são: coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e *Enterococos* (CETESB, 2025).

Escherichia coli é utilizada em diversos países como um dos principais indicadores de contaminação fecal no ambiente. Estudos conduzidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) apontaram que a presença de *E. coli* no ambiente está correlacionada ao número de doenças gastrointestinais de veiculação hídrica como: doença diarreica aguda, cólera, shigelose, febre tifoide e hepatite A (Ishii & Sadowsky, 2008; Correia et al., 2021).

A Resolução CONAMA nº 274/00 prevê que sejam classificadas como “Impróprias” as águas destinadas à balneabilidade que apresentem valor obtido na última amostragem superior a 2000 *Escherichia coli* por 100ml de água, apesar disso, a CETESB adota como critério para classificação das águas marinhas somente os índices de *Enterococos* obtidos nas amostragens (CETESB, 2025).

CATEGORIA		Coliforme Termotolerante (UFC/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)
PRÓPRIA	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

Tabela 1: Limites de coliformes termotolerantes, *E. coli* e *Enterococos* em 100 ml de água definidos pela Resolução CONAMA 274/00 para classificação das praias.

As praias também podem ser classificadas como “impróprias” em situações em que o contato direto com a água é desaconselhado como: presença de óleo devido a derramamento de petróleo, ocorrência de maré vermelha, floração de algas com potencial tóxico e surtos de doenças transmitidas pela água (CETESB, 2025; Brasil, 2000).

1.4. *Escherichia coli*

A bactéria *Escherichia coli* compõe a microbiota intestinal dos seres humanos e de animais homeotérmicos saudáveis. Trata-se de um bacilo gram-negativo que impede o crescimento de espécies bacterianas nocivas e sintetiza certa quantidade de vitaminas K e do complexo B. Apesar de ocorrer naturalmente em equilíbrio no trato digestório humano, são reconhecidos seis grupos de *E. coli* patogênicas que podem causar gastroenterites em humanos, são elas: as enteropatogênicas (EPEC), as enterotoxigênicas (ETEC), enteroinvasivas (EIEC), enterohemorrágicas (EHEC), enteroagregativas (EAEC) e as difuso- aderentes (DAEC) (CVE/SES-SP, 2011; Kaper, Nataro & Mobley, 2004).

São descritos também grupos de *E. coli* causadores de doenças extraintestinais como as causadoras de infecções no trato urinário chamadas de *E. coli* uropatogênicas (UPEC) e aquelas que podem desenvolver quadros de meningite e sepse chamadas *E. coli* meningite-associadas (MNEC) (Kaper, Nataro & Mobley, 2004).

Dessa forma, a *E. coli* é um dos principais indicadores de contaminação fecal em cursos de água doce e salgada devido a correlação entre a presença deste organismo no ambiente e casos de pessoas com quadros de doenças que podem ser veiculadas por ambientes contaminados (Ishii & Sadowsky, 2008).

Doenças transmitidas através de água contaminada são as principais causas de morbidade e mortalidade no mundo. Estima-se que cerca de 1.8 milhões de mortes sejam causadas por doenças gastrointestinais por ano, principalmente em países em desenvolvimento (Ishii & Sadowsky, 2008).

Todo tipo de doença transmitida via fecal-oral pode ser adquirida também pelo contato com água contaminada por esgoto não tratado, incluindo doenças bacterianas (salmoneloses, shigelose, cólera e gastroenterites causadas por *E. coli* enteropatogênica); doenças virais (hepatites infecciosas, doenças causadas por enterovírus e gastroenterites); e doenças causadas por protozoários e metazoários parasitários (disenteria amebiana, giardíase, ascaridíase etc.) (Cabelli, 1983).

Os bioindicadores são organismos vivos que auxiliam o monitoramento da qualidade do ambiente pois sua presença pode indicar a contaminação por outros organismos que podem comprometer a saúde humana.

A *E. coli* constitui um bioindicador amplamente utilizado, em virtude de sua taxonomia

bem estabelecida, fácil identificação, ampla distribuição geográfica e elevada abundância. Além disso, apresenta baixa variabilidade genética e ecológica, limitada mobilidade no ambiente, ecologia bem caracterizada e elevada viabilidade para aplicação em estudos laboratoriais, o que reforça sua robustez como organismo indicador (Almeida et al., 2024).

2. OBJETIVO

Avaliar a influência da população flutuante, na qualidade da água e do sedimento pela presença de *Escherichia coli*, no município de São Vicente durante um feriado nacional em junho de 2023.

Objetivos específicos: Caracterizar os parâmetros abióticos e relacionar com os dados microbiológicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O município de São Vicente faz parte da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), localizada na posição central da costa do Estado de São Paulo (Brasil), é uma área de transição entre o litoral Norte e o litoral Sul do Estado. A RMBS possui nove municípios onde todos, exceto Cubatão, são estâncias balneárias e por estarem próximos ao município de São Paulo, recebem um grande número de turistas (CETESB, 2020).

O município de São Vicente encontra-se abrigado, majoritariamente, na parte insular da região, denominada Ilha de São Vicente, localizada sob o Trópico de Capricórnio, sob as coordenadas 23°56'27" S e 45°19'48" W. A microrregião em questão apresenta clima tropical litorâneo úmido, onde os verões são quentes e úmidos e os invernos apresentam temperaturas mais amenas e menor incidência de chuvas (Gutjahr et al., 2010).

As coletas para análise foram realizadas nas praias do Gonzaguinha e do Itararé, ambas localizadas no município de São Vicente. A Praia do Gonzaguinha conta com 800 metros de extensão e se situa em uma baía mais abrigada, contando com águas calmas que são atrativas para turistas praticantes de diversos esportes, banhistas e crianças (São Vicente, 2025).

Sendo a maior praia do município, a Praia do Itararé, com 2.400 metros de extensão, também se encontra dentro de uma baía porém menos abrigada, atrai um grande número de turistas devido a diversidade de atrativos na região, como o teleférico que leva ao Morro da Asa Delta, playground, além de contar com uma morfodinâmica que propicia a formação de ondas que atraem surfista e praticantes de outros esportes aquáticos (São Vicente, 2025).

3.2. Coleta de Amostras

As amostras foram coletadas em praias do município de São Vicente (SP), especificamente as praias de Gonzaguinha e Itararé. Foram estabelecidos dois pontos aleatórios de coleta em cada uma das praias, denominados G1 e G2 para Gonzaguinha, I1 e I2 para Itararé. Em cada ponto foram coletadas amostras de água e sedimento em diferentes locais ao longo de cada uma das praias, totalizando 4 pontos em cada praia (Figura 1).



Figura 1: Localização das praias do Gonzaguinha e do Itararé no município de São Vicente - SP (Fonte: Google Earth – imagem adaptada pelo autor).

As coletas foram realizadas nos dias 07 de junho de 2023, véspera do feriado de Corpus Christi, e 12 de junho de 2023, logo após o fim do feriado. As datas foram escolhidas pois no ano de 2023 o feriado prolongado se iniciou numa quinta-feira, dia 08 de junho, e se estendeu até o domingo, dia 11 de junho, totalizando 4 dias onde houve aumento na população flutuante da região.

As amostras de água foram coletadas em frascos plásticos esterelizados.

As amostras de sedimento foram coletadas com auxílio de uma espátula estéril e acondicionado em sacos plásticos também estéreis.

Todas as amostras coletadas foram mantidas sob refrigeração até o momento de seu processamento, feito no mesmo dia, no Laboratório de Microbiologia Marinha (MICROMAR) do Instituto de Biociências do Campus do Litoral Paulista da UNESP.

3.3. Fatores Abióticos

Os fatores abióticos como temperatura ($T^{\circ}\text{C}$), salinidade, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD) mg/L e turbidez, foram mensurados *in situ* utilizando uma Sonda Multiparâmetro da marca Horiba

3.4. Processamento

3.4.1. Técnica membrana filtrante

Para extrair os microrganismos presentes no sedimento foram utilizados 20g do mesmo onde se adicionou 180mL de água destilada esterilizada, a mistura foi então submetida a agitação durante 10 minutos em um agitador Kline por duas vezes (Oliveira & Pinhata, 2008). O sobrenadante foi analisado a partir da técnica de membrana filtrante (Figura 2).

Os materiais foram filtrados em membranas Millipore® de 0,45µm de porosidade, e posteriormente foram adicionados em meio seletivo específico para o crescimento da bactéria, conforme preconizado pela APHA (2012). Os volumes filtrados foram de 5ml e 10ml respectivamente.



Figura 2: Kit de filtração utilizado para realizar a técnica de membrana filtrante (MICROMAR, 2023).

3.4.2. *Escherichia coli*

Após a filtração, as membranas foram colocadas nas placas com meio específico para *E. coli* (Ágar m-TEC) e incubadas a 35°C por 2 horas. Após este período, as placas foram retiradas e transferidas para sacos plásticos e alocadas no banho-maria a 44.5 °C (+/-1°C) por 22 horas para completar o ciclo de crescimento, como orientado pelo fabricante do meio.

A confirmação para *E. coli* foi realizada com a retirada das membranas das placas e colocação sobre o papel-filtro saturado de solução de Ureia (2% Vermelho de fenol). Apenas as colônias verde-amareladas e marrom-amareladas foram contabilizadas como resultado positivo para *E. coli*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros Abióticos

As médias dos parâmetros abióticos feitas em todos os pontos de coleta de cada praia estão representadas na tabela abaixo:

Fatores Abióticos					
Datas	Pontos	T °C	pH	O.D (mg/L)	Sal
07/06/2023	Gonzaguinha	25,7	7,7	5,9	21,7
	Itararé	25,7	6,0	6,0	29,7
12/06/2023	Gonzaguinha	25,47	8	5,7	30,63
	Itararé	26,4	8,2	4,7	31,5

Tabela 1: Médias das medições dos fatores abióticos dos pontos de coleta em cada praia (Fonte: Adaptado pelo autor).

Todos os dados se encontram dentro dos limites estabelecidos pela CONAMA n° 274/2000 e n° 357/2005 para águas salobras e águas salinas.

A temperatura não é um parâmetro considerado pela Resolução CONAMA 357/2005, entretanto, a temperatura média de 25,8°C está de acordo com a média de temperatura da estação em que as coletas foram realizadas.

A média 7,5 de pH se encontra dentro dos limites permitidos, estando dentro da faixa de 6,0 a 9,0 que é indicada como ideal para balneabilidade.

O nível de oxigênio dissolvido (OD) é o principal parâmetro para a caracterização dos efeitos de poluição. Valores muito baixos de OD indicam um elevado consumo de oxigênio.

Os valores de OD obtidos durante as coletas estão dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005. A diminuição no nível de OD observada entre os dias 07 e 12 de junho de 2023 pode estar relacionada com a intensificação do aporte de efluentes causada pelo aumento da população flutuante, pois a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos presentes na água consome o oxigênio disponível (ANA, 2025).

Os valores de salinidade obtidos nas duas praias apresentam o mesmo padrão, em ambas houve um aumento nos níveis observados, porém, na Praia do Gonzaguinha a salinidade aumentou em torno de 40% entre a primeira e a segunda análise, enquanto na Praia do Itararé o aumento foi de aproximadamente 6%.

A variação de salinidade em corpos d'água não demonstra correlação com a poluição por efluentes, estando relacionada principalmente a fatores ambientais como aporte de água doce, precipitação, níveis de evaporação e temperatura (Fistarol et al., 2015; Paranhos & Mayr, 1993; Cardonha et al., 2005; Meyer, 2025).

4.2. Densidade de *E. coli*

Realizados os processos de filtração, acondicionamento em placas com meio de cultura Ágar m-TEC e transcorrido o tempo necessário para o crescimento das colônias (Figura 3), as membranas foram depositadas sobre um papel filtro saturado com solução de Ureia com vermelho de fenol (Figura 4).



Figura 3: Crescimento de *E. coli* em Ágar mTec (MICROMAR, 2023).

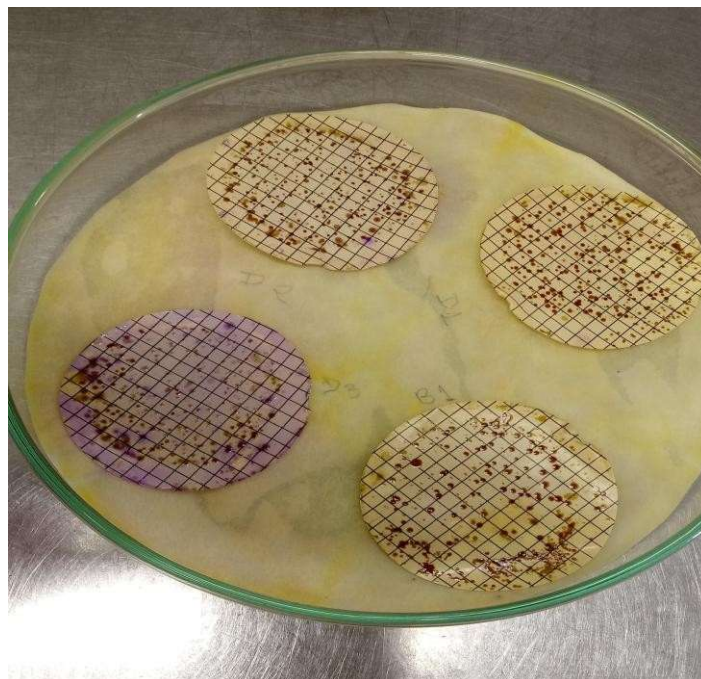


Figura 4: Confirmação de *E. coli* em papel-filtro saturado de solução de Ureia com vermelho de fenol (MICROMAR, 2023).

Uma vez no papel filtro foram contabilizadas as colônias com aspecto verde-amarelado e marrom-amarelado, obtendo-se os resultados apresentados a seguir. As densidades de *E. coli* na praia do Gonzaguinha estão expressas na Tabela 2.

Gonzaguinha - <i>E. coli</i>		
	Água (UFC/100ml)	Sedimento (UFC/g)
07/06/2023	120	182
12/06/2023	380	2000

Tabela 2: Valores da densidade de *E. coli*, na praia do Gonzaguinha, na água e sedimento, nos dias 07/06/2023 e 12/06/2023, antes e após o feriado de Corpus Christi.

Nota-se um aumento significativo entre os valores obtidos no dia 07/06/2023, antes do feriado, e no dia 12/06/2023, após o feriado, principalmente nas amostras de sedimento como pode ser observado na Figura 5.

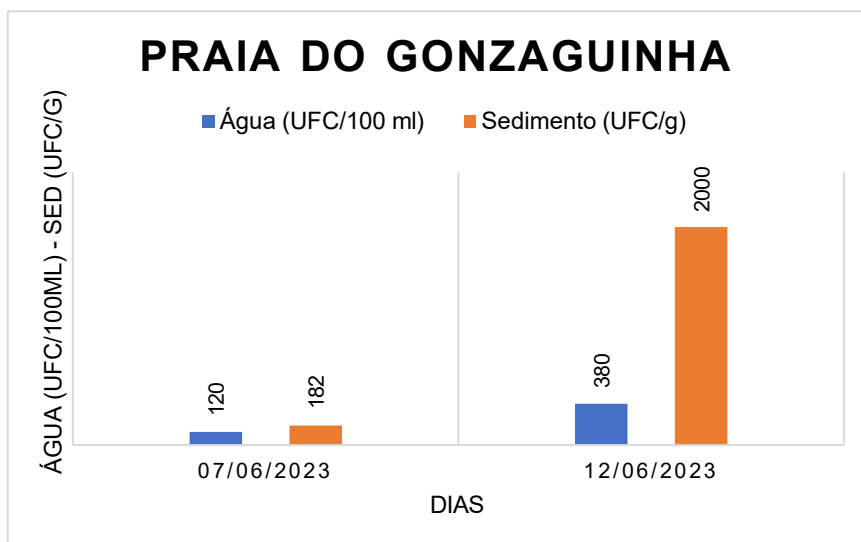


Figura 5: Gráfico com os valores da densidade de *E. coli*, na praia do Gonzaguinha, na água e sedimento, nos dias 07/06/2023 e 12/06/2023, antes e após o feriado de Corpus Christi.

Os valores obtidos a partir das amostragens do dia 07/06/2023, 120 UFC/100ml na água e 182 UFC/g no sedimento, encontram-se dentro do limite de 800 UFC/100ml estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000 para densidade de *E. coli* em águas recreacionais.

Os valores obtidos das amostras coletadas no dia 12/06/2023 demonstram que a densidade de *E. coli*, apesar do aumento em relação ao dia 07/06/2023, ainda se encontra dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000.

Na amostra de água que apresentou uma densidade de 380 UFC/100ml. Já o valor de 2000 UFC/g obtido na amostra de sedimento mostram-se muito superior ao limite de 800 UFC/100ml, apesar disso ainda não existem padrões estabelecidos para a concentração de *E. coli* no sedimento (Lescreck et al., 2016).

Dada a falta de legislação que regulamente os padrões para a análise do sedimento, os critérios adotados durante a análise do mesmo ficam a critério do pesquisador, sendo nesse caso empregados os mesmos critérios estabelecidos para análise da água definidos pela Resolução CONAMA 274/2000.

Os valores obtidos reforçam a importância de avaliar a presença de organismos indicadores de contaminação nas areias recreacionais para que seja averiguado o risco da presença de microrganismos com potencial patogênico nesses ambientes (Cabelli, 1982).

Na praia do Itararé foram encontradas as densidades de *E. coli* expressas na Tabela 3 e na Figura 6.

Itararé - <i>E. coli</i>		
	Água (UFC/100ml)	Sedimento (UFC/g)
07/06/2023	170	182
12/06/2023	450	2091

Tabela 3: Valores da densidade de *E. coli*, na praia do Itararé, na água e sedimento, nos dias 07/06/2023 e 12/06/2023, antes e após o feriado de Corpus Christi.

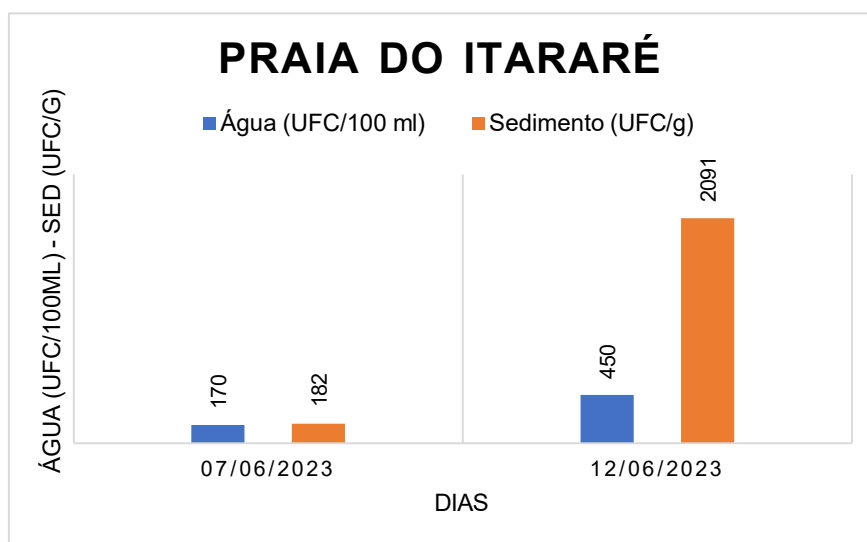


Figura 6: Gráfico com os valores da densidade de *E. coli*, na praia do Gonzaguinha, na água e sedimento, nos dias 07/06/2023 e 12/06/2023, antes e após o feriado de Corpus Christi.

Como na praia do Gonzaguinha, nota-se um aumento significativo entre os valores obtidos no dia 07/06/2023, antes do feriado, e no dia 12/06/2023, após o feriado.

A densidade de *E. coli* na água mostrou-se menor que a densidade no sedimento em ambos os dias e, embora tenha ocorrido um aumento entre os valores obtidos no dia 07/06/2023 e no dia 12/06/2023, 170 UFC/100ml e 450 UFC/100ml respectivamente, em nenhum momento o limite de 800 UFC/100ml estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000 foi ultrapassado.

Quando analisamos os valores obtidos a partir das amostras de sedimento podemos observar que o aumento da densidade de *E. coli* foi mais expressivo nesse ambiente do que o que ocorreu na água. Na amostra coletada no dia 07/06/2023 a densidade de *E. coli* era de 182 UFC/g saltando para 2091 UFC/g no dia 12/06/2023, valor que ultrapassa em cerca de 260% o limite de 800 UFC/ml estabelecido pela CONAMA para amostras de água.

Os resultados dialogam com o estudo realizado por Cicero et al. (2012) que demonstrou haver contaminação fecal nas areias de diversas praias ao longo do litoral brasileiro. Ao submeter amostras de areia de praias do litoral de Pernambuco e de São Paulo e de praias de rio do Estado do Tocantins e da cidade de Guaíba no sul do Brasil, observou-se a presença de agentes patológicos em todas elas, a presença de *E. coli* foi confirmada e apresentou níveis significantes nas praias do litoral paulista.

Estudos realizados pela CETESB também registraram a presença de indicadores de poluição fecal em areias das praias do litoral paulista. Os estudos foram realizados esporadicamente a princípio, sendo o primeiro realizado entre os anos de 1984 e 1985 e o segundo entre 1997 e 1998, 12 anos depois. A qualidade da areia voltou a ser avaliada em 2009, os resultados demonstraram que a contaminação é maior na areia seca e durante o verão, sendo assim, desde 2010 é feito o monitoramento da qualidade das areias de algumas praias no período do verão (CETESB, 2023).

O relatório de qualidade das praias do Estado de São Paulo de 2023 realizado pela CETESB apresenta dados que classificam a praia do Gonzaguinha como “Péssima” e a praia do Itararé como “Ruim” de forma geral no ano em questão. Porém, quando se trata dos índices de *E. coli*, a praia do Itararé apresentou níveis levemente maiores que os obtidos na praia do Gonzaguinha no período avaliado.

A praia do Itararé pode sofrer de forma mais direta os efeitos do aumento da população flutuante uma vez que oferece mais atrativos para os turistas como quiosques, playground e teleférico, além do acesso facilitado para os frequentadores (São Vicente, 2025).

Harari et al. (2012) demonstraram em seu estudo que as principais fontes de contaminação das praias do município de São Vicente são os canais de drenagem e o canal estuarino que são afetados pelas águas de má qualidade vindas do interior do estuário e que ao desembocar no mar acabam por prejudicar a balneabilidade da região.

Visto que em ambas as praias estudadas os níveis de contaminação por *E. coli* no sedimento são significativamente maiores que aqueles encontrados na água, cria-se um alerta para a saúde pública e para os órgãos

que realizam o monitoramento da qualidade desses ambientes. Uma vez que a maioria da população que ali frequenta, passa boa parte do tempo na faixa de areia, onde são realizadas diversas atividades recreativas além da alimentação que por vezes ocorre no mesmo ambiente. O que aumenta o risco de contrair infecções advindas dos microrganismos encontrados no sedimento (Lescreck, 2016).

Outro fator que corrobora com os dados obtidos nas análises laboratoriais a respeito da intensificação da contaminação da água e do sedimento das praias por agentes patogênicos no período de alta da população flutuante na região é o aumento no número de casos de doenças gastrointestinais registrados durante o mesmo período (Pizzolitto, 2007).

O veículo de comunicação Agência Brasil, pertencente a Empresa Brasil de Comunicação (EBC), divulgou em janeiro de 2025 os dados obtidos pelo Instituto Adolfo Lutz confirmando que o surto de virose que acometeu a região da Baixada Santista no mesmo período foi causado por norovírus.

O município do Guarujá chegou a declarar estado de surto de virose gastrointestinal devido ao aumento no número de casos de viroses. A causa do surto não foi confirmada, a Sabesp foi notificada a respeito da possibilidade de vazamento de ligações clandestinas de esgoto na região que negou a informação. Suspeita-se que o aumento da população na região e a consequente sobrecarga do sistema de esgoto somada ao período de chuvas tenha causado a contaminação no ambiente (Agência Brasil, 2025).

5. CONCLUSÃO

A confirmação da presença de *E. coli* na água e no sedimento das praias do município de São Vicente evidenciam que esses ambientes ainda sofrem com a contaminação fecal. Que pode ser causada por um sistema de saneamento falho e limitado que não acompanha o aumento populacional expressivo que ocorre pontualmente durante o ano e sobrecarrega a infraestrutura local. A presença de altas densidades de bioindicadores fecais acende uma luz de alerta para os órgãos de saúde uma vez que se pode contrair diversos tipos de doenças em ambientes contaminados.

Apesar das densidades de *E. coli* encontradas na água se manterem abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000 no período analisado, as densidades no sedimento mostraram um aumento expressivo após o feriado ultrapassando significativamente o limite estabelecido pela legislação que, apesar de abranger somente cursos d'água em sua classificação, foi usado como parâmetro para as análises realizadas no estudo.

Na praia do Itararé os índices obtidos demonstraram um nível maior de contaminação do que o observado na praia do Gonzaguinha, tanto para as amostras de água quanto de sedimento, isso pode estar relacionado a diversos fatores como oferta de infraestrutura de recreação que é maior na praia do Itararé atraindo um maior número de pessoas para a região, além de fatores ambientais como a morfodinâmica da praia e a maior proximidade com fontes de esgoto.

Dessa forma, em concordância com estudos realizados anteriormente, a contaminação fecal em ambientes recreacionais configura um alerta para a saúde pública, demonstrando a necessidade de aprimorar o sistema de saneamento da região, além de um monitoramento de qualidade ambiental que dialogue com maior acurácia com os ambientes que configuram riscos à saúde daqueles que se expõem a esses locais. Estudos como esse podem auxiliar no monitoramento do funcionamento dos sistemas de saneamento regionais, possibilitando um maior entendimento da infraestrutura local, de suas limitações e das consequências em caso de sistemas que não abrangem toda a população e não operam de forma eficaz.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABESSA, D. D. M. DE S. et al. **Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos: Uma revisão.** Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/171341c9-f979-4222-a12b-a17e7c3f90bf>>. Acesso em: 12 de outubro 2025.
2. AGÊNCIA BRASIL. **Surto de virose no litoral paulista foi provocado por norovírus.** Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2025-01/surto-de-virose-no-litoral-paulista-foi-provocado-por-norovirus>>. Acesso em: 16 nov. 2025.
3. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Qualidade da Água Superficial no Brasil.** Disponível em: <<https://qualidadedaagua.ana.gov.br/od.html>>.
4. ALMEIDA, M. E. B. de et al. Avaliação da Escherichia coli como bioindicador ideal. **Revista Geama**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 50–54, 2024. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/6299>. Acesso em: 13 dez. 2025.
5. American Public Health Association. 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Apha, Apha, Awwa, Wef. 22 Edition.
6. CABELLI, V. J. et al. SWIMMING-ASSOCIATED GASTROENTERITIS AND WATER QUALITY. **American Journal of Epidemiology**, v. 115, n. 4, p. 606– 616, abr. 1982.
7. CABELLI, V. J. **HEALTH EFFECTS CRITERIA FOR MARINE RECREATIONAL WATERS.** [s.l.] United States Environmental Protection Agency, 1983. Disponível em: <<https://downloads.regulations.gov/EPA-HQ-OW-2004-0010-0005/content.pdf>>. Acesso em: 1 de novembro de 2025.
8. CARDONHA, Ângela M. S. ; VIEIRA, Regine H. S. F.; MELO, Nély Holland, Josette L. S.; BEZERRA, Magna A. S.; DAMASCENO, Karla S. F. S. C.. Monitoramento da poluição da água das galerias pluviais e do mar por meio de avaliações físico-químicas e microbiológicas. **Arquivo de Ciências do Mar. Fortaleza**, v. 38. n. 1-2, p.71-78. 2005.
9. CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.
Apêndice F - Qualidade das Areias. São Paulo, Brasil 2023.

10. CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.
Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo. São Paulo, Brasil 2020.
11. CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.
Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo. São Paulo, Brasil 2023.
12. CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas litorâneas do Estado de São Paulo: balneabilidade das praias. 2006.
13. CETESB. **Critérios para classificação das praias.** Disponível em:
<<https://cetesb.sp.gov.br/praias/criterios-para-classificacao-das-praias/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2025.
14. CICERO, L. H. et al. CONTAMINAÇÃO DAS AREIAS DE PRAIAS DO BRASIL POR AGENTES PATOLÓGICOS. **Revista Ceciliana**, v. 4, n. 2, p. 44–49, 2012.
15. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução do CONAMA no 274.
Diário Oficial da União. 2000.
16. DIVISÃO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR - CVE/SES-SP. **DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ÁGUA E ALIMENTOS ESCHERICHIA COLI O157:H7 (EHEC).** [s.l.: s.n.]. Disponível em:
<https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/bacterias/2011_10ehed_revisado.pdf>.
17. FISTAROL, G. O. et al. Environmental and Sanitary Conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, 20 nov. 2015.
18. GUTJAHR, M. R. et al. **Estudos históricos de eventos climáticos extremos na Baixada Santista- SP Brasil.** [s.l.: s.n.]. Disponível em:
<<https://www.novomilenio.inf.br/nmlogs/log/201005.pdf>>. Acesso em: 14 de setembro de 2025.
19. HARARI, J. et al. Modelagem Numérica da Hidrodinâmica e da Dispersão de Esgoto na Baía de Santos, SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 1, p. 205–214, 2013.
20. IBGE. Diretoria de Pesquisas. Cidades e Estados. Disponível em:

- <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-vicente.html>. Acesso em: 02 de setembro de 2025
21. INFOPÉDIA. **população | Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/popula%C3%A7%C3%A3o>> . Acesso em: 13 de setembro de 2025.
 22. ISHII, S.; SADOWSKY, M. J. Escherichia coli in the Environment: Implications for Water Quality and Human Health. **Microbes and Environments**, v. 23, n. 2, p. 101–108, 2008.
 23. KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBLEY, H. L. T. Pathogenic Escherichia coli. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 2, p. 123–140, fev. 2004.
 24. LEE, C. et al. **Seasonality in the Tourism Industry: Impacts and Strategies**. [s.l.] Sustainable Tourism Crc, 2008.
 25. LESCREEK, M. C. et al.. Análise da qualidade sanitária da areia das praias de Santos, litoral do estado de São Paulo. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 777–782, out. 2016.
 26. MEYER, J. **O que há no oceano que os olhos não veem**. Disponível em: <<https://inpo.org.br/o-que-ha-no-oceano-que-os-olhos-nao-veem/>>. Acesso em: 8 nov. 2025.
 27. MINISTÉRIO DO TURISMO. Plano Nacional de Turismo 2024 – 2027. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/planos/plano-nacional-do-turismo/PLANONACIONALDETURISMOV431.10PORTAL.pdf> Acesso em: 02 de setembro de 2025
 28. OLIVEIRA, A. J. F. C., PINHATA, J. M. W. Antimicrobial resistance and species composition of Enterococcus spp. isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil. *Water Research*, v. 42, p. 2242– 2250, 2008.
 29. PANROTAS. Plano de Turismo de São Vicente (SP) prevê investimentos de R\$30 milhões. Disponível em: https://www.panrotas.com.br/100xbrasil/investimentos/2023/07/plano-de-turismo-de-sao-vicente-sp-preve-investimentos-de-r-30-milhoes_198009.html Acesso em: 02 de setembro de 2025
 30. PARANHOS, R.; MAYR, L. M. Seasonal patterns of temperature and salinity in Guanabara Bay, Brazil. **Fresenius environmental bulletin**, v. 2, n. 11, p. 647– 652, nov. 1993.
 31. PINTO, A. B.; PEREIRA, C. R.; OLIVEIRA, A. J. F. C. DE. Densidade

de
 Enterococcus sp em águas recreacionais e areias de praias do município de São Vicente-SP, Brasil e sua relação com parâmetros abióticos. O Mundo da Saúde, v. 36, n. 4, p. 587–593, 2012.

32. PIZZOLITTO, N. **Caracteres epidemiológicos de surtos de doenças diarreicas agudas ocorridas em núcleos receptores turísticos do Estado de São Paulo.** Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/9bf39660-5a84-496c-af2b-eb023863d6c4>>. Acesso em: 2 de novembro de 2025.

33. IAS - INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **O saneamento em SÃO VICENTE | SP | Municípios e Saneamento.** Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/sao-vicente>>.

34. PREFEITURA DE SÃO VICENTE. **Praia do Gonzaguinha.** Disponível em:

<<https://www.saovicente.sp.gov.br/visite-sao-vicente-1/o-que-fazer/nossas-praias/praia-do-gonzaguinha>>. Acesso em: 13 de setembro 2025.

35. PREFEITURA DE SÃO VICENTE. **Praia do Itararé.** Disponível em:

<<https://www.saovicente.sp.gov.br/visite-sao-vicente-1/o-que-fazer/nossas-praias/praia-do-itarare>>. Acesso em: 13 de setembro de 2025.



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



PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Discente: JÚLIA SILVA FERREIRA

Título: "A influência da população flutuante na densidade de *Escherichia coli* nas praias do município de São Vicente-SP"

Orientador: Profa. Dra. Ana Julia Fernandes

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/Gerenciamento Costeiro

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Profa. Dra. Ana Julia Fernandes	APROVADA
MSC. José Augusto de Souza	APROVADA
MSC. Agatha Manzi de Carli	APROVADA

PARECER:

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que a discente **Júlia Silva Ferreira** obteve o seguinte conceito:



APROVADO



REPROVADO

São Vicente, 03 de dezembro de 2025.

Documento assinado digitalmente
ANA JULIA FERNANDES
Data: 03/12/2025 13:55:51-0300
Verifique em <https://validar.j5.gov.br>

Profa. Dra. Ana Julia Fernandes

Documento assinado digitalmente
JOSE AUGUSTO DE SOUZA
Data: 03/12/2025 15:37:39-0300
Verifique em <https://validar.j5.gov.br>

MSC. José Augusto de Souza

Documento assinado digitalmente
AGATHA MANZI DE CARLI
Data: 03/12/2025 15:52:24-0300
Verifique em <https://validar.j5.gov.br>

MSC. Agatha Manzi de Carli

Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente (SP) - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - graduacao.cip@unesp.br