

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de **15/11/2026**

Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) Pós-Doutorado Estratégico
Relatório Final (01/03/2024 a 28/02/2026)

Projeto: 88887691094/2022-00

**Diversidade Bacteriana, qualidade microbiológica e ocorrência de cepas
resistentes a antibióticos nas águas da Baía de Santos até o Parque Estadual
Marinho Laje de Santos (PEMLS-SP)**

Pós-Doutoranda: Roberta A. Merguizo Chinellato

Supervisora: Prof^ª Dra. Ana Julia Fernandes

São Vicente - SP
2026

Título: Diversidade bacteriana, qualidade microbiologia e ocorrência de cepas resistentes a antibióticos, nas águas da Baía de Santos até o Parque Estadual Marinho Laje de Santos (PEMLS-SP).

Resumo:

A Baía de Santos - SP, sofre grandes impactos ambientais com descargas de esgoto doméstico, principalmente por apresentar estrutura sanitária inadequada e tratamento de efluentes ineficaz. Estes efluentes podem carrear bactérias patogênicas e contaminantes emergentes (antibióticos), sendo motivo de preocupação para a saúde pública e ambiental, além de gerar uma pressão seletiva aos microrganismos e criar resistomas. Entre o final de 2024 e início de 2025, houve a ocorrência de um surto de uma forte virose e infecções bacterianas na Baixada Santista. A situação sobrecarregou as unidades de saúde e acarretou em escassez de medicamentos para tratar os sintomas e em alguns casos resultou em internações hospitalares. Na coleta de 01/25 observou-se que as densidades foram bastante, superior ao limite determinado pela CONAMA 274/00, sendo 42,5% acima para *Escherichia coli* e 46,5% para *Enterococcus* sp., além de apresentar multirresistências a antibióticos em alguns pontos da coleta para ambas as cepas, trazendo preocupação por dificultar o tratamento de doenças, agravando quadros clínicos curáveis. A diversidade bacteriana foi maior nos pontos 1, 2, 3 e 4, possivelmente por conta do maior aporte de matéria orgânica proveniente do efluente doméstico despejado pelo Emissário Submarino. Foi possível observar que existe uma relação direta entre contaminação microbiológica (*E. coli* e *Enterococcus*), alta quantidade de matéria orgânica disponível e diversidade bacteriana.

1. Introdução

Os oceanos ocupam a maior parte do nosso planeta, cerca de 70% da superfície da Terra, e possui um papel de grande relevância nos processos que ocorrem na interface oceanoatmosfera (Cunliffe; 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 marinhos fazem parte dos grupos mais numerosos do planeta possuindo a maior diversidade genética existente, apesar disso, a maior parte das espécies permanece desconhecida (Whitman et al., 1998; Rosselló-Mora e Amann, 2001; Kirchman, 2008).

Os microrganismos apresentam ampla atividade metabólica nos oceanos. Os microrganismos são responsáveis por diversos processos biogeoquímicos em ambientes costeiros, a mudança na estrutura da comunidade pode ocasionar sérios desequilíbrios ecológicos, incluindo desbalanços nas ciclagens de nutrientes (Whitman et al., 1998; Azam e Woeden, 2004; Andrade et al., 2020).

Além disto, os microrganismos apresentam grande potencial econômico em diversas áreas como, produção de alimentos, medicações, compostos bioativos e no tratamento de áreas impactadas (biorremediação). Esse potencial biotecnológico proporciona um desenvolvimento econômico sustentável e por isso, é importante estudá-los e preservá-los (Colweel, 1997; Hunter-Cevera, 1998; Riviera; Paula; Souza, 2008).

As regiões costeiras do Brasil apresentam grandes concentrações humanas, cerca de 70% da população se encontra nas regiões costeiras (IBAMA, 1993; Fagundes et al., 2007; Zampieri, et al., 2017). A ocupação humana das regiões costeiras é a causa de diversos impactos ambientais, como por exemplo descarga de efluentes nos corpos hídricos, muitas vezes sem tratamento prévio (Dalfior, 2005; 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; Who, 1998; Hirsch, 1999; Islam & Tanaka, 2004), assim como prejuízos ao meio ambiente.

Os sistemas de tratamentos de efluentes domésticos não são preparados para eliminar substâncias, como os contaminantes emergentes, especialmente na zona costeira,

onde poucas estações de tratamento de esgoto (ETE) realizam tratamento secundário (Pereira et al., 2016).

Muitas áreas costeiras ao redor do mundo, têm sofrido danos por causa da poluição (Islam & Tanaka, 2004). O Ecossistema marinho apresenta grande importância socioeconômica devido aos seus possíveis usos (*e.g.* pesca e turismo) e elevada importância ambiental, sendo de suma importância o controle da poluição aquática, deve ser considerado como primeira necessidade, para a conservação ambiental e dos recursos aquáticos (Oliveira, 2009; Almeida et al., 2012).

O Sistema Estuarino de Santos-São Vicente sofre influência de diversas fontes poluidoras de origem antropogênica (Schepis et al., 2016). O município de Santos possui 95% dos domicílios conectados à rede coletora do sistema de esgoto. Outros contaminantes encontrados na região têm origem na indústria (organoclorados e metais pesados) e no Porto de Santos, maior porto em movimento da América Latina e, embora sofra com as pressões antrópicas locais, também é uma importante estância balneária (Lamparelli et al., 2001).

O município de Santos se enquadra nesse aspecto e a perda de biodiversidade costeira está intimamente relacionada com a descarga poluidora, que nesse caso, é oriunda de emissário submarino (Figura 1), que apresenta deficiências de disposição e tamanho, tendo apenas 4,5 km de comprimento. (Instituto Trata Brasil, 2023; Fontes et al., 2019).



Figura 1: Disposição e tamanho do Emissário submarino de Santos.

Há que se considerar também o transporte dos efluentes pelos emissários submarinos, que segundo o Diagnóstico Participativo do Processo de Elaboração do Plano de Manejo das APAs Marinhas (SÃO PAULO, 2014), tem trazido alguns impactos devido ao seu descarte nas áreas da APAM Litoral Centro. Além disso, o estudo aponta que a região tem sido impactada por outras atividades poluidoras, entre elas, o descarte de esgoto das embarcações atracadas no Porto (Plano de Manejo – PEMLS, 2018).

O Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS) foi criado por decreto em 1993 (Decreto Nº 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 marinhos ecossistemas, incluindo a Ilha da Laje de Santos e outros afloramentos rochosos e rochas submersas (Fey et al., 2016).

O PEMLS é 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, fundeio das embarcações (Figura 2), conforme as marés leva diretamente para o PEMLS, os descartes e manejo inadequados das embarcações.

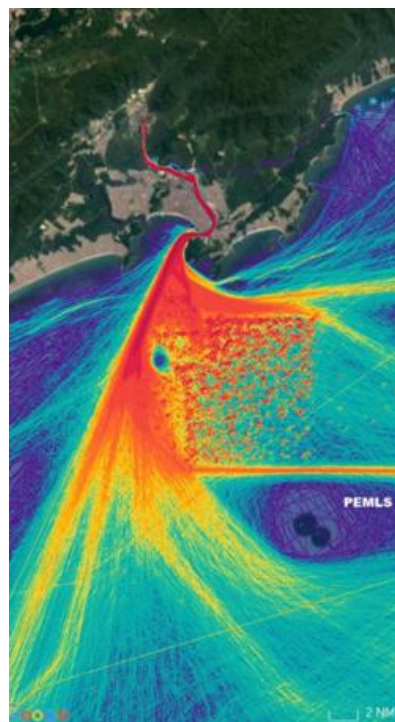


Figura 2: Imagem do fundeio e movimentação dos navios para o Porto de Santos - 2021. Fonte: Programa: "Density Maps". *MarineTraffic – Global Ship Tracking Intelligence*.

O impacto ambiental causado pelo fundeio é proveniente das embarcações, a poluição se dá pelo manejo e descarte inadequado de resíduos oleosos de porão, casa de máquinas, da troca de óleo, limpeza de peças de motor e outros componentes; contaminação da água por tintas tóxicas e anti-incrustantes; drenagem de esgoto sanitário

para o mar; descarte inadequado de resíduos sólidos; contaminação da água por produtos de limpeza (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* e as bactérias do grupo *Enterococcus*, conforme resolução 274/00 do CONAMA (CONAMA, 2000).

A *Escherichia coli*, pertence à Família *Enterobacter*, sendo exclusivamente uma bactéria habitante do trato gastrointestinal de animais homeotermos diversos, especialmente mamíferos, sendo a bactéria utilizada para avaliar a qualidade ambiental, especialmente de ambientes de água doce (Davin-Regli et al., 2019).

O grupo *Enterococcus* spp. também é associado ao trato gastrointestinal de animais homeotermos, sendo considerado bioindicadores ideais para águas salinas por crescerem em temperaturas entre 10°C e 45°C, em na presença de 6.5% NaCl e pH 9.6 (Byappanahalli et al., 2012).

A contaminação por microrganismos, principalmente por bactérias, acarreta em sérios riscos ao ambiente, aos recursos, à vida marinha e à saúde pública (Almeida et al., 2012).

Microrganismos patógenos já foram encontrados em diversos mamíferos marinhos (e.g. cetáceos e pinípedes) (Grillo, et al., 2001), em trato respiratório de aves marinhas da região da Baixada Santista (Zampieri et. al., 2015) e em recursos pesqueiros como como bivalves, uma vez que são organismos filtradores e podem concentrar elevadas densidades de compostos químicos (fármacos) e microrganismos em seus tecidos, incluindo microrganismos resistentes a substâncias antimicrobianas (Dame, 1996; Mignani et al., 2013; Ballestreos et al., 2016; Doi, 2018).

A existência de bactérias resistentes, em ambientes aquáticos é preocupante uma vez que as bactérias com resistência a certos antibióticos sobrevivem em ambientes aquáticos seletivos, se multiplicam e participam de eventos de mutação e/ou transferência de genes intra ou interespecífica (Berger et al., 2002; Alonso et al., 2001; Andrade et al., 2015; Zampieri et al., 2017; Pavez et al., 2018; Andrade e al., 2020).

Mundialmente, a resistência aos antibióticos tornou-se uma grande preocupação,

sendo considerado pela Organização Mundial da Saúde como uma das maiores ameaças à saúde pública global, segurança alimentar e ao desenvolvimento (Nordmann, et al., 2012; Who, 2012). A presença de antibióticos em corpos d'água (rios, córregos de maré, mares) e sedimentos como contaminante ambiental, é uma preocupação de cientistas pelo mundo, uma vez que cepas multirresistentes de *E. coli* e *Enterococcus* sp selecionados no meio ambiente podem transmitir os genes de resistência para outros tipos de bactérias (Kolm et al., 2018; Proia et al., 2018).

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 o *Enterococcus* spp. 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.

Objetivos

De maneira geral o objetivo do presente projeto é conhecer a diversidade bacteriana, a qualidade microbiológica e a ocorrência de cepas bacterianas resistentes a antibióticos nas águas da Baía de Santos SP- até o Parque Estadual Marinho Laje de Santos (PEMLS), e relacionar sua ocorrência à presença de contaminantes emergentes (antibióticos) na área de estudo.

Objetivos específicos

- Caracterizar as áreas de estudo em relação aos fatores abióticos ambientais;
- Analisar diversidade bacteriana da água superficial na área de estudo, através de metagenômica, presentes nas áreas de estudo;
- Avaliar a qualidade microbiológica das águas através da determinação das densidades de *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp.;
- Determinar a ocorrência de cepas bacterianas resistentes aos antibióticos mais comumente prescritos nos tratamentos de infecções;
- Identificar e quantificar contaminantes emergentes, principalmente fármacos, tais como antibióticos na água superficial da baía de Santos e do Parque Estadual Marinho Laje de Santos.
- A relação entre Contaminação por esgotos domésticos x bactérias autóctones x presença de contaminantes emergentes x ocorrência de bactérias resistentes.

Conclusão

Os Resultados indicam que o Emissário Submarino de Santos exerce influência direta e significativa sobre a qualidade microbiológica, na região da Baía de Santos, principalmente na alta temporada de verão.

Na região do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS), não influência de contaminação microbiológica do Emissário Submarino, ambiente de mar aberto, consegue diluir e depurar o efluente do Emissário. As cepas encontradas na região do Parque, são de baixa densidade indicando que a presença destas cepas é das aves que se abrigam na Pedra do Parque.

Desta forma conclui-se que um melhor redimensionamento do Emissário, melhoraria a balneabilidade na Baía de Santos.

Observou-se também a presença de bactérias resistentes a antibióticos de classes mais recentes e potentes, como os carbapenêmicos, o que evidencia um cenário preocupante de resistência microbiana no ambiente marinho, principalmente na região do Parque.

O estudo apresentou uma diversidade bacteriana importante, com um total de 52 espécies em amostras de água superficial. Destes dados foi possível conhecer mais sobre as bactérias presentes na região do Parque, assim como identificar possíveis patógenos em todos os pontos.

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.

Agogué, H., Joux, F., Obernosterer, I., & LEBARON, P. Resistance of marine bacterioneuston to solar radiation. *Applied and Environmental Microbiology*. p. 5282-5289, 2005.

Alves, C.A. Química entre a microcamada superficial oceânica e os aerossóis marinhos. *Química Nova*. v. 37, n. 8, p. 1382-1400, 2014.

APHA, American Public Health Association, 2022. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APH, AWWA, WEF. 22th Edition. 1120p. 2022.

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., 2012. 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.

Aloson. A., Sancchéz. P., Martínez. J. L. Environmental selection of antibiotic resistance genes. *Environmental Microbiology*, v.3, p.1-9, 2001.

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.

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

Batista, S. S.; Harari, J.. Modelagem da dispersão de coliformes termotolerantes e enterococos em duas enseadas na região costeira de Ubatuba (SP), Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, p. 403-41, 2016.

Berger-Bachi, B. Resistance mechanism of Gram-positive bacteria. *International Journal of Medical Microbiology*, v. 292, p. 27-35, 2002.

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. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 274, de novembro de 2000.

Brasil, Ministério da Saúde – Portaria 64 de 11 de dezembro de 2018: Dispõe sobre a utilização das normas de interpretação para os testes de sensibilidade aos antimicrobianos

(TSA), tendo como base os documentos da versão brasileira do *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing*. 2018.

BrCAST, 2025. Tabelas de pontos de corte para interpretação de CIMs e diâmetros de halos. Based on: EUCAST, 2025. 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., Costalotuf, L. V., Abessa, D. M. S., Integrated quality assessment of sediments from harbor areas in Santos – São Vicente Estuarine System, Southern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 130, 179–189. 2013.

Byappanahalli. M. N., Nevers. M. B., Korajkic. A. Staley. Z.R., Harwood. V. J. Enterococci in the Environment. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v.76, p. 685 -706. 2012.

Cardenas, V.; Martha Consuelo. Eficacia antibacteriana de los compuestos de hidróxido de calcio con levofloxacino e hidróxido de calcio con Azitromicina sobre *Enterococcus Faecalis*, Arequipa. 2019. 2020.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2020. CETESB: São Paulo, 2021. ISBN 978-65-5577-019-3.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório de Balneabilidade das praias paulistas, São Paulo, 1997. Colwell RR, Belkin S. Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment. USA: Springer; 2006.

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

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

Costa, Jean Antunes. Tendências na temperatura da superfície do mar e precipitação na América do Sul sob aspectos relativos ao aquecimento global e à variabilidade de baixa frequência. 2023.

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

Da Silva, V. D. et al.. Perfil microbiológico e físico-químico do sedimento da região do mangue seco. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 8. 2025.

Dalfior, J. S., 2005. Avaliação da eficiência do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de praias quando comparado com Enterococos: estudo de caso da praia da Curva da Jurema (Vitória, ES). Monografia de Graduação em Oceanografia - UFES, Vitória (ES). 2005.

Dame, R. F.. Organism level processes. In: DAME, R. F., Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach. New York: CRC, p. 35 -74. 1996.

Davin -Regli. A., Lanevig, J. P., Pagès, J. M., *Enterobacter* spp.: Update on Taxonomy, Clinical Aspects, and Emergent Antimicrobial Resistance. *Clinical Microbiology*, 32 (4), 1–32. 2019.

Destro, J. O.; Rosa, V. T.; Pinto, F. S. T.; Soares, C. J. Qualidade Microbiológica das Areias de Praia do Litoral Norte Gaúcho. *Scientia Prima: Rio Grande do Sul*, v. 6, n. 1, p. 48-58, 2020.

Doi, S. A.; Contaminação fecal da água e do sedimento da baía do araçá, São Sebastião (sp), sua relação com parâmetros bióticos/abióticos e análise da densidade de fungos filamentosos, Dissertação (Doutorado) 162p, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, 2018.

Dos Anjos, Cláudio Vinicius Oliveira et al. PATÓGENOS ESKAPEE:: DESAFIOS E CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE HUMANA. *Revista Eletrônica da Estácio Recife*, v. 11, n. 2, 2024.

Dudhagara, P. et al. Web resources for metagenomics studies. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*, v. 13, n. 5, p. 296-303, 2015.

Errington, J. & Wu, L. J. (2017). Máquinas do Ciclo Celular em *Bacillus subtilis*. *Bioquímica Subcelular*, 84, 67-101. 2017.

Fagundes, L., Tomás, A. R. G., Casarini, L. M., Bueno, E. F., Lopes, G. M., Machado, D. A. L., Rosa, R. A., Braga, A. C. A., Camargo, F. B. F., Oberg, I. M. F., Pellegrini, S. O. P.,. A pesca de arrasto-de-praia na ilha de São Vicente, Sao Paulo, Brasil. *Série Relatórios Técnicos*, São Paulo, 29, 1–43. 2007.

Farinnaccio, Alessandro & Goya, S.C. & Tessler, Moysés. (2009). Variações da linha de costa nas baías de Santos e São Vicente. *Quaternary and Environmental Geosciences*. 1. 10.5380/abequa.v1i1.14389.2009.

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, nº.4: 576-587. São Paulo.2016.

Fontes, M.K., Campos, B.G., Cortez, F.S., Pusceddu, F.H., Moreno, B.B., Maranhão, L.A., Lebre, D.T., Guimarães, L.L., Pereira, C.D.S. Seasonal monitoring of cocaine and benzoylecgonine in a subtropical coastalzone (Santos Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, 149. 2019.

Garza, D. R., & Dutilh, B. E.. From cultured to uncultured Genome sequences: metagenomics and modeling microbial ecosystems. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72 (22), 4287-4308. 2015.

Grillo, V., Parsons, E. C. M., Shrimpton, J. H., 2001. 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 - 16 July London (UK). 2001.

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.

Hernández, B. Variabilidad interanual de las anomalías de la temperatura superficial del mar em aguas cubanas y su relación com eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). *Investigaciones marinas*, v. 30, n. 2, p. 21-31, 2002.

Hirsch, R., Ternes, T., Haberer, K., Kratz, K. L.,. Occurrence of antibiotics in the aquatic environment. *The Science of the Total Environment*, 225, 109 - 118.1999.

Hunter-Cevera, J. C. The value of microbiol. Diversity. *Curr. Opin. Microbiol.*, v. 1, p. 278-285, 1998.

Huws, S. A. et al. Addressing global ruminant agricultural challenges through understanding the rumen microbiome: past, present, and future. *Frontiers in microbiology*, v. 9, p. 2161, 2018.

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

Instituto Trata Brasil. *Ranking do Saneamento*, 2020. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trat a_Brasil_2020_Julho_.pdf. Acesso em: 18 de novembro de 2023.

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* 48, 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.

Kirchman, D. L. Introduction and overview. In: Kirchman, D. L. (Ed.). *Microbial Ecology of the Oceans*. 2nd ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, p. 1-26. 2008.

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.

Kunin, V. et al. A bioinformatician's guide to metagenomics. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 72, n. 4, p. 557-578, 2008.

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.

Le VV, Ko S, Kang M, Jeong S, Oh H, Ahn C. Comparative Genome analysis of the Genus *Curvibacter* and the Description of *Curvibacter microcysteis* sp. nov. and *Curvibacter cyanobacteriorum* sp. nov., Isolated from Fresh Water during the Cyanobacterial Bloom Period. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2023.

Lee, J. et al. Exploiting bacterial genera as biocontrol agents: Mechanisms, interactions and applications in sustainable agriculture. *Journal of Plant Biology*, [s. l.], v. 66, n. 6, p. 485-498, 6 jul. 2023.

Lescreck, M. C. et al. Análise da qualidade sanitária da areia das praias de Santos, litoral do estado de São Paulo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, n. 4, p. 777-782, 2016.

Maghini, D.G., Dvorak, M., Dahlen, A. et al. Quantificação do viés introduzido pela coleta de amostras em medições microbiômicas relativas e absolutas. *Nat Biotechnol* 42, 328–338 (2024).

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.

MarineTraffic – Global Ship Tracking Intelligence (www.marinetraffic.com). 2021.

Matthews, C. et al. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency. Gut microbes, v. 10, n. 2, p. 115-132, 2019.

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

Mignani, L., Barbieri, E., Marques, H. L. A., Oliveira, A. J. F. C.. Coliform density in oyster culture waters and its relationship with environmental factors. Pesq. agropec. bras., 48 (8), 833 - 840. 2013.

Moraes, A. S. B.. Correlação entre três métodos de quantificação de matéria orgânica: demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e carbono total, para análise de biofertilizante derivado da biodigestão anaeróbica. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

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.

Mota, R.A.; Silva, K.P.C.; Freitas, M.F.L.; Porto, W.J.N.; Silva, L.B.G. Utilização indiscriminada de antimicrobianos e sua contribuição a multirresistência bacteriana. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v.42, n.6, p.465-470, 2005.

Mullis, M. M. et al. Diversity, ecology, and prevalence of antimicrobials in nature. Frontiers in microbiology, [s. l.], v. 10, p. 2518, 13 set. 2019.

Nordmann, P.; Cuzon, G.; Naas, T.. The real threat of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing bacteria. The Lancet Infectious Diseases. 9(4). 228-236. 2012.

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, 375-384.2012.

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.

Pavez, S., Khan, A.U. Hospital sewage water: a reservoir for variants of New Delhi metallo- β -lactamase (NDM) – and extended -spectrum β - lactamase (ESBL) – producing *Enterobacteriaceae*. *International Journal of Antimicrobial*, v.51, n.1, p. 82-88, 2018.

Pereira, Gustavo José Vasco *et al.* Aumento da resistência bacteriana de antibióticos na pandemia da COVID-19: uma revisão narrativa. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 6, 2024.

Pinho, Lucimary Leite *et al.* Uso indiscriminado de antibióticos e o risco de resistência bacteriana: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, [S.l.], v. 6, issue 1, p. 438–452, 2024.

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

Pereira, C.D.S., Maranhão, L.A., Cortez, F.S., Pusceddu, F.H., Santos, A.R., Ribeiro, D.A., Cesar, A., Guimarães, L.L. Occurrence of pharmaceuticals and cocaine in a Brazilian coastal zone. *Science of the Total Environment* 548, 148-154. 2016.

Prates et. al.. AGRAVOS PROVOCADOS PELA RESISTÊNCIA BACTERIANA: UM PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA MUNDIAL. *Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research*, 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.

Riviera, I. N. G.; Paula, C. R.; Souza, C. P. Microbiologia aquática marinha. In: Melo, I.S.; Azevedo, J.L. *Microbiologia Ambiental*. 2nd. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente. P. 609-627. 2008.

Rodrigues, A. L. A.; Lima, R. X.; Siqueira, P. L. Análise do perfil de usuários de antimicrobianos em uma drogaria do Município de Bonito-PE. *Brazilian Journal of Development: Curitiba*, v. 6, n. 12, p. 95853-95865, 2020.

Rosselló-Mora, R; Amann, R. The species concept for prokaryotes. *FEMS microbiology Reviews*, v. 25, p. 36-67, 2001.

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.

Sayed, A. M. et al. Extreme environments: microbiology leading to specialized metabolites. *Journal of Applied Microbiology*, [s. l.], v. 128, n. 3, p. 630-657, 1 mar. 2020.

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.

SILVA, L. O. P; ALVES, E. A; NOGUEIRA, J. M. R. Consequências do uso indiscriminado de antimicrobianos durante a pandemia de COVID-19. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 2, p. 10381-10397, 2022.

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.

Soares, F. M. P. *et al.* Análise microbiológica da areia nas praias urbanas do município de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Conjecturas: Especial Novos Estudos*, v. 22, n. 6, p. 333-343, 2022.

Souza, J. L.; Silva, I. R. Avaliação da qualidade ambiental das praias da Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia. *Rev. Soc. & Nat.*, v. 27, n. 3, p. 469-484, set./dez., 2015.

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.

Subtil, E. L.; Mierzwa, J. C.; Ortiz, J. P.. Influência do nível de tratamento de esgoto na qualidade da água do mar na região de lançamento do Emissário Submarino de Santos. *Revista Ambiente & Água*, v. 7, p. 72-86, 2012.

Tan, I. S. & Ramamurthi, K. S. (2014). Formação de esporos em *Bacillus subtilis*. *Relatórios de Microbiologia Ambiental*, 6, 212-225. 2014.

WANG, J.; WANG C.; LI J.; BAI P.; LI Q.; SHEN M.; LI R.; LI T. ZHAO J. - Comparative Genomics of Degradative *Novosphingobium* Strains With Special Reference to Microcystin-Degrading *Novosphingobium* sp. THN1 *Front Microbiol.* 2020.

Whitman, W. B.; Coleman, D. C.; Wiebe, W. J. Prokaryotes: the unseen majority. *The Proceedings of the National Academy of Science USA*, v. 95, p. 6578-6583, 1998.

Who. Guidelines for Safe Recreational waters – Water Environments. Volume 1: Coastal and Fresh-Waters. WHO/EOS/98.14, World Health Organization, Geneva, 208p. 1998.

Who (World Health Organization). Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO, Geneva. 2012.

Young, K., Painter, R.E., Raghoobar, S.L., Hairston, N.N., Racine, F., Wisniewski, D., Balibar, C.J., Villafania, A., Zhang, R., Sahm, D.F., Blizzard, T., Murgolo, N., Hammond, M.L., Motyl, M.R. (2019). In vitro studies evaluating the activity of imipenem in combination with relebactam against *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC Microbiol* 19:150. 10.1186/s12866-019-1522-7. Crossref. PubMed. 2019.

Zampieri, B. & Siems, T.L. & Oliveira, R.S. & Pinto, Aline & 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.; Pinto, A. B.; Schultz, L.; Oliveira, M. A.; Oliveira, A. J. F. C.. Diversity and Distribution of Heavy Metal-Resistant Bacteria in Polluted Sediments of Araca Bay, Sao Sebastiao (SP), and the Relationship Between Heavy Metals and Organic Matter Concentrations. *Microb Ecol* 72, 582-594. 2017.

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.