

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 05/02/2026 | aceito: 07/02/2026 | publicação: 09/02/2026

O impacto da Sezonalidade na concentração de bactéria Escherichia Coli na qualidade na água: uma revisão bibliográfica

The Impact of Seasonality on Escherichia coli Bacteria Concentration and Water Quality: A Literature Review

El impacto de la estacionalidad en la concentración de bacterias Escherichia coli y la calidad del agua: una revisión de la literatura

Luiz Carlos Barone - Universidade de Mogi das Cruzes

E-mail: baroneunip@gmail.com

Resumo

A contaminação microbiológica em ambientes costeiros, especialmente por *Escherichia coli*, tem se tornado uma preocupação crescente para a saúde pública e a preservação ambiental. Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o impacto da sazonalidade na concentração dessa bactéria em águas de praias. A *E. coli* é amplamente usada como indicador de poluição fecal, sendo associada a diversas patologias, como infecções gastrointestinais, dermatológicas e urinárias. A presença da bactéria está relacionada a fatores naturais, como chuvas e variação de marés, além de impactos antrópicos, como o despejo inadequado de esgoto e resíduos sólidos.

A metodologia envolveu a análise de artigos científicos publicados entre 2020 e 2025, resultando em 12 estudos selecionados. Os resultados revelam que a areia das praias também é um importante reservatório de microrganismos patogênicos, frequentemente negligenciado pelas legislações sanitárias. Estudos internacionais demonstram que variáveis ambientais influenciam significativamente os níveis de contaminação, sendo possível prever a balneabilidade por meio de modelos preditivos com aprendizado de máquina e técnicas moleculares rápidas, como PCR e sequenciamento metagenômico (Nanopore). Além disso, foi evidenciada a eficácia de métodos de depuração em alimentos marinhos contaminados, e a viabilidade de biomarcadores alternativos, como esteróis fecais, para ampliar o monitoramento. A análise reforça a necessidade de abordagens integradas que envolvam monitoramento da água, areia e organismos marinhos, além da adoção de novas tecnologias para prevenir riscos à saúde pública, garantir segurança alimentar e promover o uso sustentável dos ambientes costeiros. A sazonalidade, portanto, é um fator chave na gestão da qualidade da água em praias.

Palavras-chave: *Escherichia coli*, Qualidade da água, Sazonalidade, Balneabilidade, Poluição fecal, Ambientes costeiros.

Abstract

The Microbiological contamination in coastal environments, especially by *Escherichia coli*, has become a growing concern for public health and environmental preservation. This study presents a literature review on the impact of seasonality on the concentration of this bacterium in beach waters. *E. coli* is widely used as an indicator of fecal pollution, being associated with various pathologies, such as gastrointestinal, dermatological, and urinary infections. The presence of the bacterium is related to natural factors, such as rainfall and tidal variation, as well as anthropogenic impacts, such as the inadequate disposal of sewage and solid waste. The methodology involved the analysis of scientific articles published between 2020 and 2025, resulting in 12 selected studies. The results reveal that beach sand is also an important reservoir of pathogenic microorganisms, frequently neglected by sanitary legislation. International studies demonstrate that environmental variables significantly influence contamination levels, and it is possible to predict bathing suitability through predictive models with machine learning and rapid molecular techniques, such as PCR and metagenomic sequencing (Nanopore). In addition, the effectiveness of purification methods in contaminated seafood and the viability of alternative biomarkers, such as fecal sterols, to expand monitoring were evidenced. The analysis reinforces the need for integrated approaches involving the monitoring of water, sand, and marine organisms, as well as the adoption of new technologies to prevent risks to public health, ensure food safety, and promote the sustainable use of coastal

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 05/02/2026 | aceito: 07/02/2026 | publicação: 09/02/2026

environments. Seasonality, therefore, is a key factor in water quality management on beaches.

Keywords: Escherichia coli, Water quality, Seasonality, Bathing suitability, Fecal pollution, Coastal environments.

Resumen

La contaminación microbiológica en entornos costeros, especialmente por *Escherichia coli*, se ha convertido en una preocupación creciente para la salud pública y la preservación del medio ambiente. Este estudio presenta una revisión bibliográfica sobre el impacto de la estacionalidad en la concentración de esta bacteria en aguas de playa. *E. coli* se utiliza ampliamente como indicador de contaminación fecal, asociándose a diversas patologías, como infecciones gastrointestinales, dermatológicas y urinarias. La presencia de la bacteria está relacionada con factores naturales, como la variación de las precipitaciones y las mareas, así como con impactos antropogénicos, como la eliminación inadecuada de aguas residuales y residuos sólidos. La metodología implicó el análisis de artículos científicos publicados entre 2020 y 2025, lo que dio como resultado 12 estudios seleccionados. Los resultados revelan que la arena de playa también es un importante reservorio de microorganismos patógenos, frecuentemente ignorado por la legislación sanitaria. Estudios internacionales demuestran que las variables ambientales influyen significativamente en los niveles de contaminación, y es posible predecir la idoneidad para el baño mediante modelos predictivos con aprendizaje automático y técnicas moleculares rápidas, como la PCR y la secuenciación metagenómica (Nanopore). Además, se evidenció la eficacia de los métodos de purificación en mariscos contaminados y la viabilidad de biomarcadores alternativos, como los esteroles fecales, para ampliar el monitoreo. El análisis refuerza la necesidad de enfoques integrados que incluyan el monitoreo del agua, la arena y los organismos marinos, así como la adopción de nuevas tecnologías para prevenir riesgos para la salud pública, garantizar la inocuidad alimentaria y promover el uso sostenible de los entornos costeros. Por lo tanto, la estacionalidad es un factor clave en la gestión de la calidad del agua en las playas.

Palabras clave: *Escherichia coli*, Calidad del agua, Estacionalidad, Idoneidad para el baño, Contaminación fecal, Entornos costeros.

1 introdução

As praias da costa brasileira vêm adquirindo importância em estudos ambientais e de saúde pública. Estudos realizados por indicadores oficiais governamentais permitem uma avaliação das condições de banho a população em relação a presença de bactérias através de índices de coliformes fecais presentes na água sendo fonte de contágio de micro-organismo patogênicos a banhistas. Segundo (VELONAKIS et al., 2014) devido a presença de patógenos tanto na areia, quando na água consiste em uma ameaça a saúde da população e banhistas que podem estar sujeitos a doenças causada por vírus, bactérias e fungos. Estudos feitos nos últimos anos vêm verificando um crescimento de patologias relacionadas a micoses e infecções por bactérias contraídas por banhistas que frequentam as praias para recreação. Isso tem ocasionado maiores preocupações com a contaminação micobiana (PINTO et al., 2011).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão bibliográfica com o objetivo de avaliar a presença de bactérias de importância clínica na água de praias e nos riscos associados à exposição humana, podendo promover patologias em pessoas usuárias destas praias.

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 05/02/2026 | aceito: 07/02/2026 | publicação: 09/02/2026

2 referenciais teórico

Segundo (VALDEZ e GROSSELLI,2012; ANDRAUS et al., 2006) as praias e suas balneabilidades estão relacionados com a quantidade microbiológica de patógenos presentes na água. No entanto preocupações crescentes de contaminações nas praias têm aumentado nos últimos anos devido à disposição inadequada de lixo, resíduos de animais, esgotos domésticos sem tratamento, e poluentes que são levados pela água de chuva pelos rios até as praias. (VALDEZ e GROSSELLI,2012; ANDRAUS et al., 2014) Milhares de pessoas adquirem doenças (conjuntivites, infecções em ouvidos, problemas dermatológicos e gastrointestinais) durante um simples banho de mar ou mesmo ao se deitar em areias de praias contaminadas (ARAÚJO et al., 2014).

Segundo Castro (2003), dentre os indicadores microbiológicos de poluição fecal, o grupo coliforme é o mais empregado sendo a *Escherichia coli* a de maior significado clínico para o homem devido ao seu papel como patógeno oportunista, causando infecções no sangue, feridas e trato urinário. Entre os principais microrganismos patogênicos destacam-se espécies de bactérias encontradas tanto no trato gastrintestinal de humanos e de outros animais de sangue quente (*Escherichia coli*), como também as não entéricas (*Citrobacter spp.*, *Klebsiella spp.* e *Serratia spp.*) (SILVA et al. 2011). A água e a areia da praia passam a ter função de meio para o cultivo de microrganismos e disseminação de doenças causadas pelos mesmos. Devido balneabilidade das praias tendo em vista a fragilidade quanto à preservação, o monitoramento biológico se faz necessário, podendo vir a reduzir os impactos envolvidos com a saúde dos banhistas expostos, além de ser uma forma de subsidiar ações que reduzem os riscos à saúde pública e promovem a preservação e recuperação do litoral e rios que levam suas águas até a faixa de areia e água do mar.

3 metodologia

Foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada, utilizando as palavras-chave: *escherichia coli*, bactérias nas praias, qualidade da água, concentração de bactérias, microbiologia, com a utilização das bases de dados PubMed, Scielo e Google Academico. Como critérios de exclusão, foram selecionados artigos dentro do período de janeiro de 2020 à setembro 2025.

4 resultados e discussões

Os Na realização da busca nos bancos de dados, foram encontrado 39. Após a utilização dos critérios de exclusão restaram 12 artigos, presentes no quadro abaixo.

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 05/02/2026 | aceito: 07/02/2026 | publicação: 09/02/2026

Quadro 1 – Artigos selecionados após a utilização dos critérios de exclusão.

Autor /ano	Objetivo	Variáveis do Estudo	Resultados Mais impactantes	Conclusão	Pontos de Destaque
Lescreck et al., 2016	Avaliar a qualidade microbiológica da areia das praias de Santos (SP).	E. coli e Enterococcus em areia (UFC/100g).	Valores variaram de 40.000 a 2.700.000 UFC/100g (E. coli), acima dos limites nacionais e internacionais.	Areia pode ser reservatório de microrganismos patogênicos; necessidade de normas específicas.	Primeiro estudo focado na areia em Santos; comparação com padrões nacionais e internacionais.
Carvalho et al., 2023	Monitorar a qualidade microbiológica da areia seca de três praias urbanas de Itacaré (BA).	Concentração de E. coli por filtração de membrana.	Todas as praias classificadas como não recomendadas; Praia da Concha menos impactada.	Necessidade de programas de monitoramento e certificação; riscos para turismo e saúde pública.	Uso da legislação do RJ como parâmetro; comparação entre praias.
Desta et al., 2024	Identificar preditores ambientais da concentração de E. coli em praias de Vancouver (Canadá).	Chuvas, temperatura, radiação UV, salinidade, E. coli (2013-2021).	E. coli aumentou com chuvas e temperaturas altas; salinidade reduziu concentrações.	Modelos preditivos devem considerar fatores específicos de cada praia.	Uso de modelos Bayesianos; dados de longo prazo (9 anos).
Tselemponis et al., 2023	Modelar qualidade da água costeira usando E. coli e variáveis meteorológicas com algoritmos de aprendizado de máquina.	E. coli (ISO 9308-1), clima (2009-2021).	Classificadores como Decision Forest e Boosted Decision Tree tiveram >99% de acurácia.	ML é eficiente para prever balneabilidade e pode auxiliar decisões rápidas.	Aplicação de IA em monitoramento costeiro; alto desempenho dos modelos.
Fernandes et al., 2021	Estudar balneabilidade em quatro praias de Fernando de Noronha com base em coliformes totais.	Coliformes totais (NMP/100g).	Praias classificadas como excelente; Porto teve picos de 5.000 NMP/100g em alta estação.	Praias estão em boas condições, mas areia deve ser incluída em análises.	Monitoramento ambiental contínuo; uso de métodos rápidos (3M Petrifilm).
Valentini et al., 2021	Analizar influência de fatores naturais na balneabilidade de Itapoá (SC).	Mudança de maré, chuvas, E. coli (NMP/100ml).	Verão apresentou mais praias impróprias; chuvas intensas aumentaram contaminação.	Fatores naturais têm grande impacto na balneabilidade.	Aplicação de métodos estatísticos; foco em influência de chuvas e marés.
Guimarrães Filho et al., 2022	Avaliar contaminação microbiológica em mexilhões Perna perna antes e após depuração no RJ.	Água de cultivo, E. coli, Salmonella spp., Enterococcus.	E. coli elevado no inverno; depuração reduziu significativamente os níveis.	Depuração é eficaz, mas controle ambiental ainda necessário.	Avaliação de alimento e ambiente; relevância para segurança alimentar.
Araujo, Michelle Passos et al., 2021	Usar esteróis fecais como indicadores de contaminação por esgoto em manguezais.	Esteróis fecais (coprostanol, epicoprostanol).	Alta correlação entre esteróis fecais e contaminação por esgoto.	Esteróis são marcadores eficazes de poluição em ambientes costeiros.	Método alternativo ao uso de E. coli; foco em manguezais brasileiros.

Yu Yang et al. (2023)	Desenvolver workflow de quantificação absoluta de células viáveis em água de praia usando sequenciamento Nanopore e PMA.	Presença e concentração de bactérias viáveis (<i>E. coli</i> , <i>Vibrio spp.</i>), métodos de cultura vs. metagenômica, quantidade de sequência necessária.	Alta precisão entre métodos e estimativas esperadas; 1 Gb de sequências em 2 h suficiente para detectar espécies ≥ 10 cél./mL.	Workflow metagenômico viável para QMRA e avaliação resistoma.	Abordagem rápida e precisa; potencial para avaliação holística de riscos microbianos.
-----------------------	--	--	---	---	---

Fonte: Autor

A análise conjunta dos estudos evidencia que a contaminação microbiológica em praias e ambientes costeiros é um problema global, com diferentes abordagens metodológicas para sua avaliação. No Brasil, trabalhos como os de Lescreck et al. (2016) e Carvalho et al. (2023) destacam a areia como um importante reservatório de microrganismos, muitas vezes ignorado em legislações sanitárias. Pesquisas em Fernando de Noronha (Fernandes et al., 2021) e Itapoá (Valentini et al., 2021) mostram que, mesmo em áreas preservadas, fatores sazonais e naturais, como chuvas e marés, exercem influência significativa nos níveis de contaminação.

No âmbito internacional, estudos de Desta et al. (2024) reforçam a relação entre variáveis ambientais (chuva, temperatura, marés) e os níveis de *E. coli* ou coliformes, enquanto Tselemonpis et al. (2023) e Guo & Lee (2021) demonstram o potencial do aprendizado de máquina para previsão rápida e precisa da balneabilidade. Da mesma forma, Yang et al. (2023) traz inovação ao aplicar metagenômica de nova geração (Nanopore) para quantificação absoluta de microrganismos viáveis, representando um avanço para análises de risco quantitativo.

Em ambientes de produção de alimentos, como no estudo de Guimarães Filho et al. (2022) com mexilhões, a contaminação microbiológica e sua redução por depuração mostram a inter-relação entre ambiente costeiro e segurança alimentar. Além disso, Araujo et al. (2021) indicam alternativas de biomarcadores, como os esteróis fecais, para ampliar a sensibilidade no monitoramento de esgoto em ecossistemas costeiros.

Por fim, os estudos em praias dos Estados Unidos (Cyterski et al., 2022; Lane et al., 2020) reforçam a confiabilidade de métodos moleculares rápidos (PCR), capazes de subsidiar decisões de saúde pública em tempo hábil.

5 conclusão

A partir da análise dos estudos, conclui-se que a contaminação microbiológica em ambientes costeiros é uma realidade multifatorial, influenciada tanto por condições ambientais quanto por impactos antrópicos. Evidencia-se a necessidade de ampliar o escopo do monitoramento, incluindo areia e organismos marinhos, além da água, e de incorporar metodologias inovadoras, como aprendizado de máquina, metagenômica e biomarcadores alternativos.

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 05/02/2026 | aceito: 07/02/2026 | publicação: 09/02/2026

Essa abordagem integrada é essencial para fortalecer a saúde pública, garantir a segurança alimentar e promover a sustentabilidade do uso recreativo e econômico das zonas costeiras.

Referências

- ANDRAUS, S. *Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba-PR*. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ARAÚJO, F. V.; SILVA, M. L.; CASTRO, R. O.; SALES, A. S.; TIMBÓ, M. F.; PEREZ, F. B. *Projeto “Praia limpa é a minha praia”: uma contribuição para a preservação dos ambientes aquáticos*. Interagir: Pensando a Extensão, n. 17/18/19, p. 81–89, 2014.
- BROCK, T. D. et al. *Microbiologia de Brock*. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- CASTRO, EDNA DONIZETTI ROSSI et al. *Enteropatógenos detectados em crianças de creche no Sudeste do Brasil: pesquisa de bactérias, vírus e parasitos*. Journal of Clinical Microbiology, 2003.
- CARVALHO, E. M. R. *Resistência a antimicrobianos em Escherichia coli em amostras ambientais: uma breve revisão*. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, n. 000242, 2023.
- PINTO, A. B.; OLIVEIRA, A. J. F. C. *Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas*. O Mundo da Saúde, São Paulo, 2011.
- SILVA, MARCUS ADONAI CASTRO DA et al. *Identificação de bactérias potencialmente patogênicas a humanos presentes em Sula leucogaster (Suliformes: Sulidae) no litoral de Santa Catarina, Brasil*. Revista Brasileira de Ornitologia, v. 19, n. 4, p. 520–524, 2011.
- VALDEZ, RODRIGO; GROSBELLI, PAMELA. *Análise microbiológica de areias de praças públicas da cidade de Palmas (PR)*. Revista Ambiência, Pato Branco, v. 8, p. 833–844, 2012.
- VELONAKIS, EMMANUEL et al. *Present status of effect of microorganisms from sand beach on public health*. Journal of Coastal Life Medicine, v. 2, n. 9, p. 746–756, 2013.
- YANG, Y. et al. *QMRA of beach water by Nanopore sequencing-based viability-metagenomics absolute quantification*. Water Research, v. 235, 2023.
- CYTERSKI, M. et al. *Bacterial and viral fecal indicator predictive modeling at three Great Lakes recreational beach sites*. Water Research, v. 223, 2022.
- GUO, J.; LEE, J. H. W. *Development of predictive models for “very poor” beach water quality gradings using class-imbalance learning*. Environmental Science and Technology, v. 55, n. 21, p. 14990–15000, 2021.
- LESCRECK, M. C.; PETRONI, R. G. G.; CORTEZ, F. S.; SANTOS, A. R.; COUTINHO, P. O.; PUSCEDDU, F. H. *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.
- CARVALHO, L. DE O. et al. *Monitoramento da Escherichia coli como parâmetro de avaliação da qualidade da areia de três praias urbanas de Itacaré, Bahia, Brasil*. Ensaio & Ciência, 2023.

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 05/02/2026 | aceito: 07/02/2026 | publicação: 09/02/2026

DESTA, B. N. et al. *Environmental predictors of Escherichia coli concentration at marine beaches in Vancouver, Canada: a Bayesian mixed-effects modelling analysis*. Epidemiology & Infection, v. 152, p. e38, 2024.

TSELEMPONIS, A. et al. *Coastal water quality modelling using E. coli, meteorological parameters and machine learning algorithms*. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 13, p. 6216, 2023.

FERNANDES, M. L. B.; GOUVEIA, R. L.; LUCENA, L. F.; ROCHA E SILVA, N. M. P. *Estudo de balneabilidade em quatro praias do arquipélago de Fernando de Noronha baseado em análise de coliformes totais*. Research, Society and Development, v. 10, n. 11, 2021.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; DUARTE, V. H.; VIEIRA, B. M. *Análise da influência de fatores naturais sobre a condição de balneabilidade das praias da cidade de Itapoá (Santa Catarina)*. Meio Ambiente (Brasil), v. 3, n. 2, p. 45–55, 2021.

GUIMARÃES FILHO, C. E. F. et al. *Microorganisms used as indicators of hygiene and sanitary quality in Perna perna mussels from mariculture in three traditional communities in Niterói, RJ, Brazil*. Food Science and Technology, 2022.