ISSN: 2594-6153

Influência da Precipitação na Balneabilidade e Qualidade da Água das Praias e Canais de Drenagem de Santos

Alessandro Alves de Almeida; Renan Braga Ribeiro

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil.

Email: alessandroalmeida@unisanta.br

Resumo: O estudo avaliou o impacto das chuvas na qualidade da balneabilidade das praias, onde a má qualidade das praias está ligada ao escoamento das águas nos canais de drenagem, principalmente durante os eventos de precipitação. Analisando a concentração de *Escherichia coli, enterococos* e outros coliformes em diferentes pontos de amostragem. As amostras foram coletadas antes, durante e após eventos de precipitação, revelando que as chuvas inicialmente reduzem as concentrações bacterianas, seguidas por um aumento significativo após o término das precipitações. Os resultados reforçam a importância de monitoramento contínuo.
Palavras-chave: contaminação fecal, qualidade da água, drenagem de canais, monitoramento.

Influence of Precipitation on Bathing Water Quality of the Beaches and Drainage Channels of Santos

Abstract: This study assessed the impact of rainfall on the bathing water quality of beaches, where poor beach quality is linked to runoff in drainage channels, mainly during precipitation events. The analysis focused on the concentration of Escherichia coli, enterococci and other coliforms at different sampling points. Samples were collected before, during and after precipitation events, revealing that rainfall initially reduces bacterial concentrations, followed by a significant increase after the precipitation ends. The results emphasize the importance of continuous monitoring.
Keywords: fecal contamination, water quality, drainage of channels, monitoring.

Introdução

A balneabilidade e qualidade das águas destinada à recreação de contato primário, requer sua avaliação e monitoramentos constantes sempre se baseando em indicadores que determinem se a água está própria ou impropria para banho e outras modalidades recreacionais [1, 2].

Segundo a Resolução Nº274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a bactéria *enterococos* é um dos indicadores de contaminação fecal e normalmente usada para determinar a balneabilidade em águas marinhas, por ser mais resistente e sobreviver por mais tempo na água com maior salinidade [2].

Esses indicadores biológicos são organismos vivos utilizados para detectar alterações provocadas pela poluição, que podem representar riscos à saúde humana e ao ecossistema [3]. Na análise da qualidade da água, microrganismos como bactérias, vírus e fungos funcionam como indicadores das condições sanitárias e ambientais dos ambientes aquáticos.

ISSN: 2594-6153

Estudos indicam que a má qualidade das praias de Santos está diretamente relacionada ao escoamento das águas dos canais de drenagem do município. Durante períodos de chuvas intensas, as comportas desses canais precisam ser abertas para evitar alagamentos, permitindo que a água dos canais flua para as praias, comprometendo sua qualidade [4, 5, 6].

Nesse contexto, é crucial quantificar o grau de contaminação desses canais e entender sua influência na balneabilidade da Praia de Santos, especialmente durante eventos de precipitação. Além disso, avaliar a eficiência das medidas de controle adotadas pode fornecer informações valiosas para a implementação de estratégias de mitigação, visando proteger tanto a saúde pública quanto o ecossistema local.

Objetivos

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto de eventos de precipitação na qualidade da balneabilidade das praias, analisando como as chuvas influenciam na presença de contaminantes microbiológicos.

Materiais e Métodos

Foram coletadas amostras superficiais de água no canal 3, praia do Boqueirão, canal 4, canal 4 mar, praia do Embaré e Canal 5 (Figura 2). As amostras foram coletadas 9 dias antes de uma precipitação de 17,96mm, durante e 6 dias após essa precipitação elevada.



Figura 1. Localização dos pontos de monitoramento das praias e canais de drenagem. Fonte: Google Earth (2022).

Para coleta de água foram utilizados fracos âmbar de 125ml, onde passaram pelo processo de lavagem especial e esterilização em autoclave vertical. As amostras foram

ISSN: 2594-6153

coletadas utilizando o próprio frasco âmbar, com auxílio de luvas de procedimento e limpo com álcool 70%.

Para a determinação de *Escherichia coli e enterococos* nas amostras, foi adotada a técnica da filtração em membranas. Essa técnica se baseia na filtração de volumes adequados de água, mediante pressão negativa (vácuo), através de membrana filtrante estéril com porosidade de 0,45µm, na qual bactérias com dimensões maiores que os poros, ficarão retidas na superfície da membrana [8, 9].

As amostras foram homogeneizadas e diluídas utilizando uma série de diluições sequenciais, começando com a transferência de 5 ml da amostra para um frasco âmbar contendo 45 ml de água de diluição estéril, seguido por diluições adicionais de 1ml para o frasco contendo 99ml da água de diluição, obtendo uma diluição final de 1000 vezes (figura 2). Por último, foi transferido 10ml para o frasco de 90ml com água de diluição, onde o conteúdo foi filtrado por membrana estéril, que foi incubada em placas de petri com meios de cultura Ágar Biochrome Coliformes para determinação de *Escherichia coli* e Slanetz-Bartley Medium W/O TTC ISO 7899-2 para determinação de *enterococos*. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35 ± 0,5ºC por 22-24 horas, e os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por 100 ml.

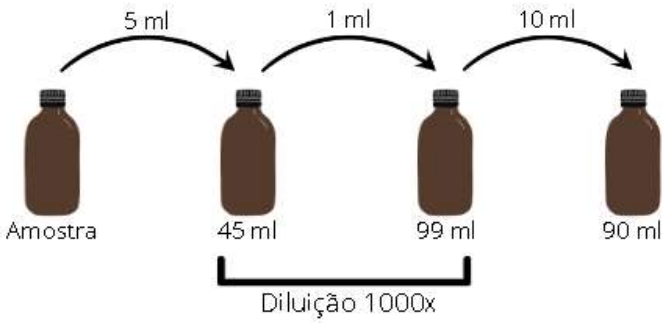

Figura 2. Sequência de diluição de 1000 vezes a partir da amostra inicial para análise de *E. coli*. e *enterococos*. Fonte: o autor.

Resultados e Discussão

Os resultados mostraram uma variação na concentração de *Escherichia coli* nos diferentes pontos de amostragem. Na praia do Boqueirão, a concentração variou entre 0 e $4{,}67\times10^{3}$UFC/100ml, enquanto no canal 4 foi observada uma variação de $8{,}2\times10^{4}$UFC/100ml a $5{,}2\times10^{4}$UFC/100ml. No canal 4, próximo ao mar, as concentrações oscilaram entre 0 e 2×10^{3}UFC/100ml, e no canal 5, de $1{,}70\times10^{5}$UFC/100ml a $2{,}87\times10^{4}$UFC/100ml. Para os enterococos, na praia do Boqueirão, as concentrações variaram entre 0 e $6{,}4\times10^{3}$UFC/100ml. No canal 4, os valores ficaram entre 0 e $8{,}03\times10^{3}$UFC/100ml, e no canal 4, próximo ao mar,

ISSN: 2594-6153

variaram de 0 a 3,3×10³ UFC/100ml. Na praia do Embaré, as concentrações foram de 0 a 4×10² UFC/100ml, e no canal 5, de 0 a 6,5×10³UFC/100ml. Quanto para outros coliformes, na praia do Boqueirão, as concentrações variaram de 0 a 1,54×10⁵UFC/100ml. No canal 4, os valores foram de 3,06×10⁵UFC/100ml a 2,76×10⁵UFC/100ml, enquanto no canal 4, próximo ao mar, as concentrações variaram de 0 a 1,7×10⁴UFC/100ml. Na praia do Embaré, as concentrações foram de 0 a 3,67×10³UFC/100ml, e no canal 5, de 2,75×10⁵UFC/100ml a 1,54×10⁵UFC/100ml (figura. 2, 3 e 4).

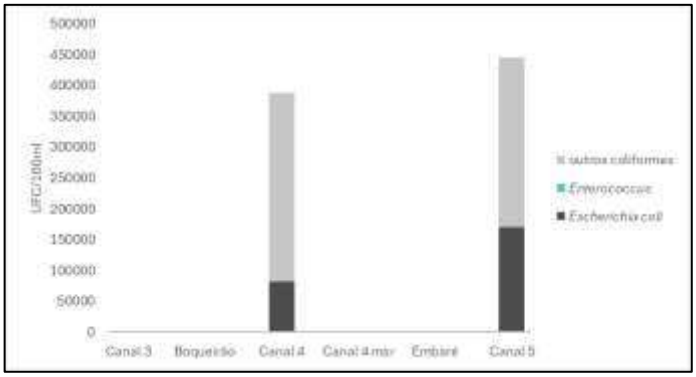

Figura 2. Análise realizada antes do evento de precipitação, destacando os resultados para *E. coli* e outros coliformes.

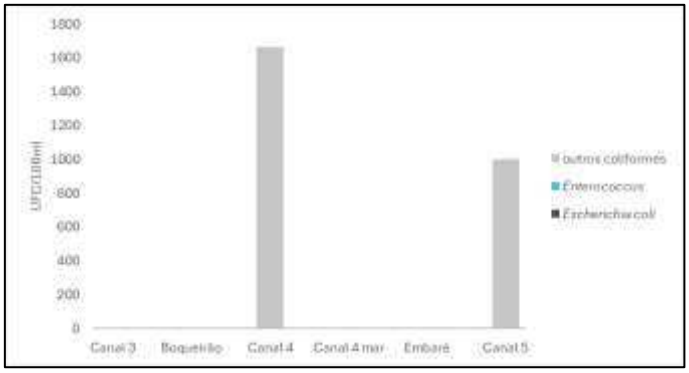

Figura 3. Análise realizada durante o evento de precipitação, apresentando os resultados para outros coliformes.

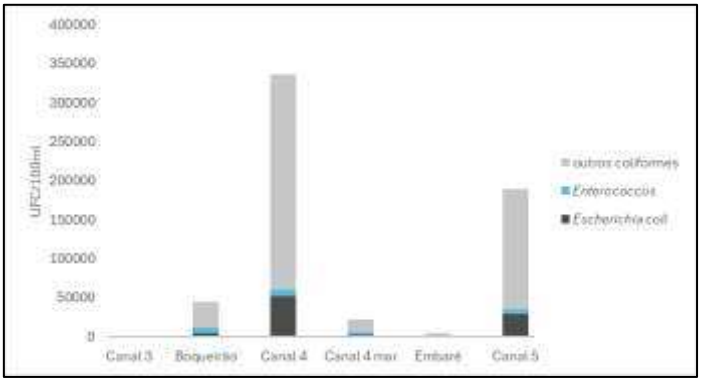

Figura 4. Análise realizada após o evento de precipitação, apresentando os resultados para *E. coli, enterococos* e outros coliformes.

Os resultados indicaram uma variação na concentração de *Escherichia coli* relacionada ao período de chuvas. Durante as chuvas, observou-se uma diminuição na concentração da bactéria, seguida por um aumento significativo após o término das precipitações. No caso do canal 3, não foi possível obter dados devido ao assoreamento do local pela areia do mar, impossibilitando a coleta de amostras. Quanto aos *enterococos*, as análises mostraram que antes

ISSN: 2594-6153

e durante as chuvas, as concentrações eram insignificantes, mas após as chuvas, houve um aumento notável nos níveis do contaminante. Em relação à concentração de outros coliformes, os resultados indicaram que, antes e durante as chuvas na praia do Boqueirão e no canal 4, tanto no mar, não houve detecção de coliformes. Entretanto, após as chuvas, foi observada uma presença significativa desses microrganismos.

Conclusão

Os resultados do estudo indicaram que há variação das concentrações de *Escherichia coli, enterococos* e outros coliformes nos diferentes pontos de amostragem, principalmente devido à precipitação. O fato de os níveis bacterianos terem caído após o início da chuva e em seguida, aumentado substancialmente após a chuva sugerem uma relação entre os eventos de chuva e qualidade da água. Em geral, os resultados destacam a importância do monitoramento contínuo de contaminação microbiológica.

Referencias

1. BRASIL. (2001) Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 jan. 2001. Seção 1, n. 18, p. 70-71.
2. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2021) Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2020. Série Relatórios. São Paulo: CETESB. p. 19; 24; 25.
3. BRASIL. Portaria 1469/2000. Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. Publicada no Diário Oficial da União n. º59. Ministério da saúde seção 1, p. 266- 270, 2004.
4. 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, 2013.
5. LAMPARELLI, C, C.; NERY D. Estudo da Influência da implantação de Emissários Submarinos na Qualidade das Praias. 18º SINAPE Simpósio Nacional de Estatística - Águas de São Pedro, 2008.
6. RIBEIRO, B, R. Previsão de Balneabilidade com o Uso da Modelagem Numérica Operacional para as Praias das Baías de Santos e de São Vicente. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA AMBIENTAL, 2021.
7. APHA – AWWA – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20º st ed. Washington, D. C.: Americam Public Health Association, 1999.
8. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. L5.241: coliformes totais determinação pela técnica de membrana filtrante – método de ensaio. São Paulo, 2007. Disponível em < http://www.cetesb.sp.gov.br >. Acesso em 2 de ago. de 2022.