

COMPORTAS ABERTAS, PRAIAS CONTAMINADAS? O IMPACTO DA GESTÃO DAS COMPORTAS DOS CANAIS DE SANTOS NA BALNEABILIDADE DAS PRAIAS

OPEN GATES, CONTAMINATED BEACHES? THE IMPACT OF WATER MANAGEMENT IN SANTOS' CANALS ON BATHING WATER QUALITY

Mariana Marques Schermack de Lima, Vinícius Lopes Camilo, Regina de Souza Ferreira, Matheus Souza Ruiz, Alexandra Franciscatto Penteado Sampaio

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Civil
E-mail para contato: marischermack@gmail.com

RESUMO – Os canais de drenagem de Santos, projetados por Saturnino de Brito, são fontes de poluição difusa. Um estudo de 2023 revelou forte correlação entre chuvas intensas, abertura de comportas e a diminuição da balneabilidade das praias. Dados pluviométricos, microbiológicos e oceanográficos mostraram picos de contaminação por Enterococcus em janeiro, fevereiro e julho, especialmente nas praias do Boqueirão e José Menino. A proximidade das descargas pluviais e a hidrodinâmica local agravam o impacto. Os resultados reforçam a urgência de estratégias integradas de saneamento e gestão costeira para proteger a saúde pública e o ambiente marinho, mitigando os riscos associados à poluição dos canais.

Palavras-chave: balneabilidade; drenagem urbana; *Enterococcus*; chuva; Santos.

ABSTRACT – The drainage canals of Santos, designed by Saturnino de Brito, are now significant sources of diffuse pollution. A 2023 study revealed a strong correlation between heavy rainfall, gate operations, and decrease in bathing water quality. Based on rainfall, microbiological, and oceanographic data, critical peaks of Enterococcus contamination were observed in January, February, and July. The Boqueirão and José Menino beaches were most impacted due to their proximity to stormwater discharges and local hydrodynamics. These findings underscore the urgent need for integrated monitoring, sanitation, and coastal management to protect public health and the marine environment from the risks posed by canal pollution.

Keywords: Bathing water quality; Urban Drainage; *Enterococcus*; Rain; Santos.

1 INTRODUÇÃO

Os canais de Santos são uma das marcas registradas da cidade, tanto por sua função histórica no saneamento quanto pelo papel essencial na drenagem urbana (Prefeitura de Santos, 2023). Projetados pelo engenheiro Saturnino de Brito no início do século XX (Figura 1), esses canais foram concebidos para controlar o escoamento das águas pluviais e melhorar as condições sanitárias da região (Brito, 1913).

No entanto, com o crescimento populacional e o aumento da poluição urbana, os canais passaram a carregar resíduos e esgoto clandestino, que, quando despejados no mar, podem comprometer a qualidade da água das praias (CETESB, 2022). A abertura das comportas desses canais, especialmente em períodos chuvosos, tem gerado preocupações quanto à balneabilidade e ao impacto ambiental na costa santista. Estudos apontam que a poluição difusa, proveniente de áreas urbanas, influencia diretamente a qualidade da água das praias localizadas nas baías de Santos, agravando os riscos para a saúde pública e o meio ambiente (Ruiz, 2016).

A falta de infraestrutura adequada de saneamento, somada à ocupação irregular das margens dos canais, intensifica a poluição difusa e compromete de forma contínua a balneabilidade das praias, sendo que cerca de 90% dos efluentes domésticos gerados na bacia hidrográfica do Sistema Estuarino de Santos-São Vicente são lançados sem tratamento, o que deteriora a qualidade microbiológica da água e amplia os riscos à saúde pública (Sampaio, 2010).

Figura 1: Canais projetados por Saturnino de Brito. Fonte: Acervo Fams (1906). Disponível em: Prefeitura Municipal de Santos.



O Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da Universidade Santa Cecília (NPH-UNISANTA) tem utilizado dados e previsões meteorológicas, oceanográficas e de qualidade microbiológica das águas para analisar o impacto das chuvas no volume de escoamento dos canais e na dispersão de poluentes no oceano (NPH, 2023). Essas previsões permitem antecipar cenários críticos e embasam estratégias de gestão hídrica e ambiental para reduzir os efeitos negativos da drenagem urbana sobre a qualidade da água das praias. Além disso, pesquisas indicam que a poluição gerada pelos canais de drenagem urbana afeta significativamente a Baía de Santos, exigindo ações mais eficazes de monitoramento e controle ambiental (Pimentel, 2011). Diante desse cenário, é importante monitorar e avaliar as consequências da descarga da drenagem urbana nas praias para melhor compreensão dos impactos da contaminação da água de chuva nas praias em diferentes condições ambientais, a fim de buscar soluções sustentáveis que conciliem a gestão eficiente da infraestrutura de macrodrenagem urbana, e a preservação da qualidade balnear das praias para recreação da população.

Contudo, este estudo tem como objetivo principal analisar o impacto da precipitação e da operação das comportas dos canais de drenagem na qualidade das praias do município de Santos-SP. Para isso, a pesquisa buscou quantificar a relação entre esses eventos e os níveis de contaminação por *Enterococcus*, um indicador de poluição fecal em ambientes costeiros.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso com abordagem quantitativa, realizado no município de Santos (SP) ao longo do ano de 2023, com o objetivo de analisar a relação entre os eventos de precipitação, a operação das comportas dos canais de drenagem urbana e a balneabilidade das praias. Para isso, foram integrados dados provenientes de diferentes instituições públicas e privadas, permitindo uma análise correlacional entre os fatores observados. Foram utilizados registros fornecidos pela Prefeitura Municipal de Santos (PMS) sobre os períodos de abertura e fechamento das comportas dos canais urbanos afluentes as praias, além de dados de qualidade da água disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e pela própria PMS. As amostras são coletadas três vezes por semana e contém informações sobre as concentrações de *Enterococcus*, parâmetro adotado como indicador de balneabilidade. Essas bactérias, comumente presentes no trato intestinal de humanos e animais, são utilizadas como bioindicadores de contaminação fecal em ambientes

aquáticos, uma vez que sua presença em níveis elevados sugere risco à saúde de banhistas e degradação da qualidade da água. Assim, neste estudo, o uso do *Enterococcus* permitiu quantificar de forma objetiva o impacto da drenagem urbana e da abertura das comportas sobre a balneabilidade das praias de Santos.

Dados de precipitação foram obtidos por meio dos pluviômetros do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), permitindo a análise das chuvas horárias e diárias que antecederam os eventos de coleta e operação de abertura das comportas. Adicionalmente, foram utilizadas previsões fornecidas pelo NPH-UNISANTA para estimar a influência das condições meteorológicas na dispersão de poluentes. A Figura 2 apresenta a localização do pluviômetro utilizado, bem como os pontos de monitoramento das praias analisadas, evidenciando a distribuição espacial das coletas e a proximidade dos trechos de orla em relação às desembocaduras dos canais de drenagem. Os dados obtidos a partir dessa integração dos dados permitiram identificar padrões recorrentes de diminuição da qualidade banhear das praias após eventos chuvosos.

Figura 2: Mapa de Santos (SP) com a estação Chico de Paula (azul), canais de drenagem (vermelho) e pontos de balneabilidade (C1–C7).



A análise dos dados foi realizada por meio da comparação da balneabilidade das águas em dias secos e chuvosos, avaliando o impacto direto e indireto da operação das comportas sobre a qualidade balnear das praias. Em seguida, foram investigadas correlações entre as concentrações de *Enterococcus*, os volumes de precipitação e os registros de abertura das comportas, com o intuito de identificar padrões temporais e tendências ao longo do ano. Os resultados foram analisados com base nos conhecimentos locais, identificando os principais fatores que influenciam a balneabilidade das praias.

A metodologia adotada foi estruturada para permitir a replicabilidade do estudo e justifica-se pela complexidade do sistema urbano-costeiro de Santos, integrando as variáveis ambientais e operacionais para responder à questão de pesquisa central: Como eventos de chuva e a operação das comportas influenciam a balneabilidade das praias santistas?

Relatórios mensais da Prefeitura Municipal de Santos (PMS) indicaram os períodos de abertura e fechamento das comportas, permitindo identificar com precisão os dias em que houve descarga direta de água pluvial nas praias. Esses registros foram comparados às análises de qualidade da água realizadas pela CETESB e pela PMS, com base nas concentrações de *Enterococcus*, conforme os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000. De acordo com a resolução, a balneabilidade é classificada com base na densidade de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* ou *Enterococcus*, microrganismos utilizados como indicadores de contaminação fecal em ambientes aquáticos. No caso específico do *Enterococcus*, adotado como parâmetro neste estudo por sua maior resistência ao ambiente marinho, considera-se própria para banho quando a média geométrica das amostras coletadas nas últimas cinco semanas não ultrapassa 100 UFC/100 ml, e imprópria quando esse valor é excedido ou se mais de uma amostra apresentar concentração superior a 400 UFC/100 ml em uma única semana. Esse limite busca garantir segurança sanitária para atividades recreativas de contato primário, prevenindo a exposição a patógenos associados ao esgoto doméstico e ao escoamento urbano. A seguir, apresenta-se a escala de classificação utilizada neste estudo, adaptada a partir dos limiares utilizados pelos estudos do NPH-UNISANTA, que permitem uma avaliação mais detalhada da qualidade microbiológica das águas. Valores inferiores a 25 UFC/100 ml foram considerados excelentes, enquanto concentrações entre 25 e 50 UFC/100 ml foram classificadas como muito boas. Quando os níveis variaram de 50 a 100 UFC/100 ml, a balneabilidade foi considerada satisfatória. Já concentrações entre 100 e 400 UFC/100 ml

indicaram condições ruins, e valores superiores a 400 UFC/100 ml caracterizaram uma qualidade da água péssima, representando risco elevado à saúde dos banhistas.

Para complementar a análise, foram utilizados registros pluviométricos da estação Chico de Paula, o qual possui uma série de dados consistentes para o período analisado, permitindo associar a intensidade e a frequência das chuvas ao comportamento das comportas. Essa abordagem integrada possibilitou estabelecer uma correlação espacial e temporal mais precisa entre o volume de chuva, a operação das comportas e os níveis de contaminação microbiológica nos diferentes trechos da orla, abrangendo as praias de José Menino (C1), Pompéia (C1), Gonzaga (C2), Boqueirão (C3), Embaré (C4), Aparecida (C5) e Ponta da Praia (C6). Os dados obtidos permitiram identificar padrões recorrentes de diminuição da balneabilidade após eventos chuvosos, evidenciando o papel crítico da drenagem urbana na qualidade ambiental costeira.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, os resultados obtidos com base em 59 dias analisados em que foram realizadas coletas, indicam que 49,15% das áreas monitoradas apresentaram balneabilidade inadequada, classificadas como “ruim” ou “péssima”, conforme mostra a Figura 3. Apenas 24% foram avaliadas como “excelentes”, enquanto 26,9% permaneceram em condições intermediárias, evidenciando que a qualidade sanitária das praias de Santos ainda está distante de um cenário ideal. Esse padrão está associado principalmente ao lançamento de esgoto sem tratamento, à drenagem urbana deficiente e à operação das comportas, que funcionam como vetores de contaminação difusa para o ambiente costeiro.

Ao analisar a influência direta das comportas, foi possível identificar indícios de que a abertura das comportas dos canais pluviais está diretamente associada ao comprometimento da qualidade da água do mar. A Figura 4 apresenta a porcentagem de dias com concentrações de *Enterococcus* superiores a 400 UFC/100 ml para cada trecho de praia monitorado, indicando condições classificadas como “péssimas” de balneabilidade.

Figura 3: Gráfico de setores representando a classificação da balneabilidade das praias de Santos em cinco categorias durante o ano de 2023.

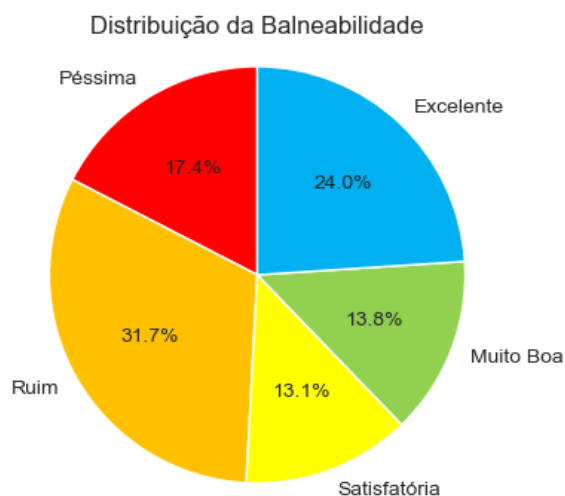
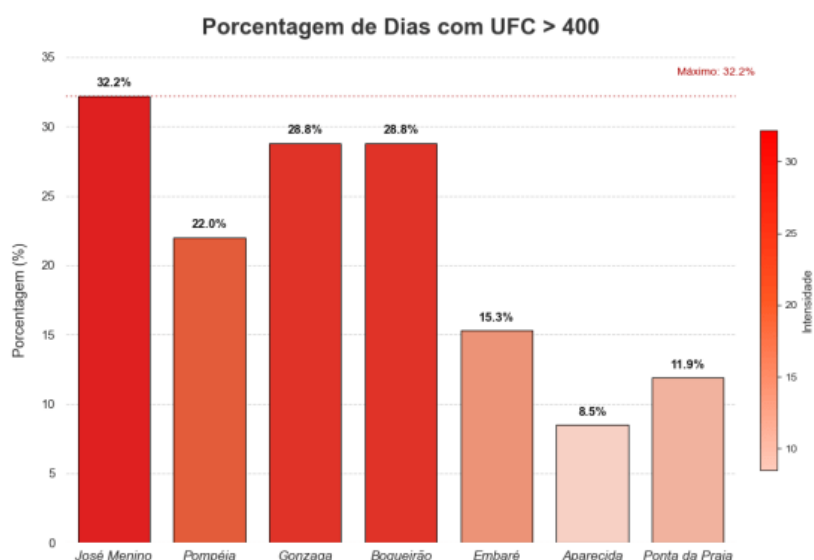


Figura 4: Porcentagem de Dias com Níveis Críticos de Contaminação (UFC > 400) no ano de 2023.



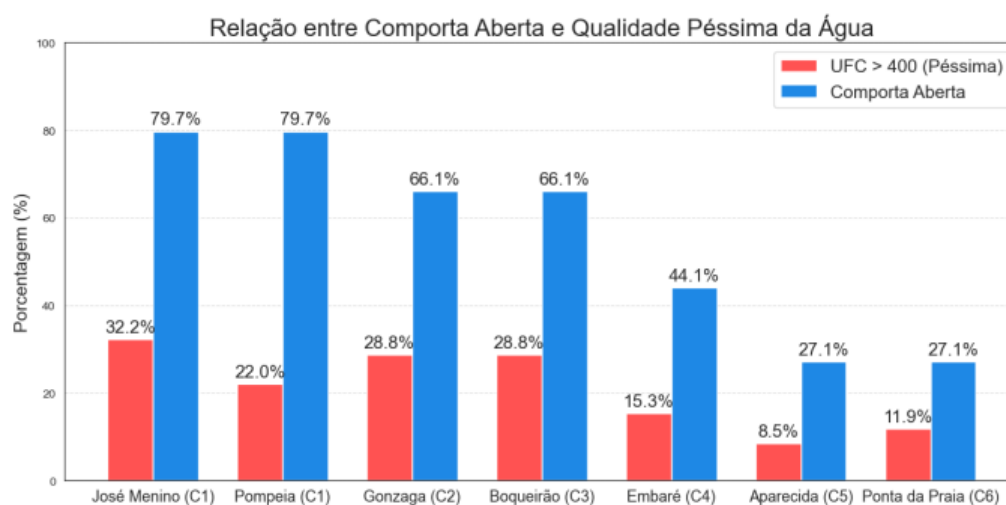
Os trechos do Boqueirão (C3), Gonzaga (C2) e José Menino (C1) destacaram-se por apresentarem os maiores índices de contaminação, todos com mais de 25% dos dias analisados classificados como péssimos. Observa-se também que essas áreas estão entre as que registraram a maior frequência de abertura das comportas, o que reforça a associação entre a descarga de águas pluviais e a piora da qualidade microbiológica do mar.

Essa relação é ainda mais evidente quando se observa a Figura 5, que compara diretamente a frequência de dias com comportas abertas e a porcentagem de dias com balneabilidade péssima. Em José Menino (C1) e Pompéia (C1), por exemplo, verificou-se uma

alta incidência de abertura das comportas (79,7%), acompanhada de índices igualmente elevados de contaminação, chegando a 32,2% e 22,0% dos dias, respectivamente.

Por outro lado, áreas como Aparecida (C5) e Ponta da Praia (C6) apresentaram comportamento oposto. Nessas praias, os registros de abertura das comportas foram os mais baixos, cerca de 27,1% dos dias analisados, o que se refletiu também nos menores índices de contaminação microbiológica, com apenas 8,5% e 11,9% dos dias classificados como péssimos, respectivamente.

Figura 5: Relação entre a frequência de abertura das comportas e os dias com balneabilidade péssima nas praias de Santos no ano de 2023.

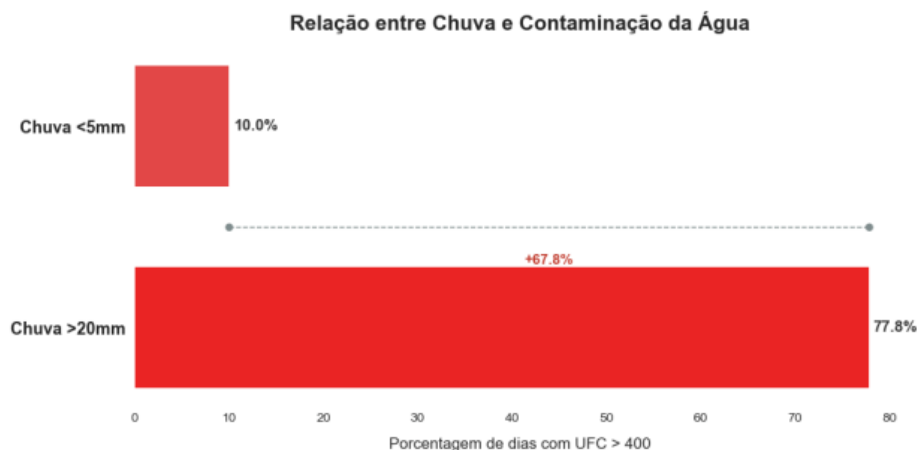


Esses resultados evidenciam um padrão espacial claro: quanto maior a frequência de abertura das comportas, maior o percentual de dias com balneabilidade comprometida. Assim, a operação das comportas, especialmente após eventos de chuva intensa, funciona como um vetor direto de poluição difusa para o ambiente costeiro, aumentando os riscos sanitários para os banhistas.

Sabe-se, portanto, que os eventos de precipitação exercem influência significativa sobre a qualidade da balnear das praias em Santos e que a análise da influência da precipitação pluviométrica na qualidade da água, especialmente na contaminação bacteriológica, é essencial para o entendimento dos fatores que impactam a balneabilidade das praias. Com isso, baseado em 59 dias analisados ao longo de 2023, observou-se neste período a forte correlação entre a intensidade da chuva e o aumento da presença de *Enterococcus* acima do limite recomendado para banho seguro nas praias de Santos.

A Figura 6 evidencia a relação entre o volume de chuva e a qualidade da água nas praias. A análise dos dados demonstrou que em dias com chuva acumulada diária superior a 20 mm, mais de três quartos (77,8%) das praias apresentaram contaminação bacteriológica crítica, com níveis de *Enterococcus* acima de 400 UFC/100 ml, caracterizando balneabilidade péssima.

Figura 6: Gráfico comparativo da porcentagem de dias com contaminação da água do mar (UFC > 400) em relação à quantidade de chuva.



Fica evidente portanto, que chuvas com maior volume de precipitação, elevam a chance de abertura das comportas, consequentemente causam contaminação bacteriológica crítica, comprometendo a balneabilidade das praias. Essa relação reforça a importância do monitoramento climático aliado à gestão urbana, especialmente em regiões costeiras sujeitas ao escoamento de poluentes durante eventos de chuva intensa.

Os resultados deste estudo são coerentes com pesquisas anteriores realizadas em áreas costeiras urbanizadas, que demonstram a forte relação entre o manejo inadequado da drenagem pluvial e a degradação da balneabilidade. Estudos realizados em cidades como Florianópolis-SC (Silva et al., 2008) e Recife-PE (Souza, 2003) também evidenciam que a combinação de chuvas intensas e sistemas de drenagem conectados diretamente às praias aumenta os riscos sanitários para os banhistas. Dessa forma, os resultados obtidos em Santos reforçam a necessidade de estratégias mais eficientes de gestão da rede de macrodrenagem urbana, como sistemas de retenção e tratamento das águas pluviais antes do descarte no ambiente costeiro.

Em síntese, a análise dos dados revelou que tanto a precipitação volumosa e a abertura das comportas estão fortemente associadas ao comprometimento da balneabilidade. Esses

resultados contribuem para a compreensão do funcionamento do sistema urbano-costeiro de Santos e reforçam a importância de políticas integradas de saneamento e drenagem para a melhoria das condições sanitárias das praias.

4 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou a relação direta entre a dinâmica da macrodrenagem urbana de Santos e a balneabilidade das praias, evidenciando que trechos com maior frequência de abertura das comportas apresentaram os piores índices de qualidade da água, enquanto dias com precipitação superior a 20 mm agravaram a contaminação microbiológica crítica por *Enterococcus*. Esses resultados reforçam que a operação reativa das comportas, associada à ausência de sistemas de retenção ou tratamento das águas pluviais, contribui significativamente para a degradação da qualidade ambiental do litoral. Conclui-se que a melhoria da balneabilidade em Santos depende de uma gestão integrada entre a macrodrenagem urbana, monitoramento ambiental e planejamento costeiro, incorporando soluções de engenharia como reservatórios de detenção, dispositivos de infiltração e sistemas de previsão e avisos em tempo real. Agradecemos à Prefeitura Municipal de Santos, à CETESB, ao CEMADEN e ao NPH-UNISANTA pelo fornecimento dos dados utilizados. Para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação do período de monitoramento, a inclusão de outros parâmetros microbiológicos e a avaliação de cenários com intervenções urbanas que reduzam os impactos da drenagem pluvial sobre o ambiente costeiro.

5 REFERÊNCIAS

Brito FSR. *Inauguração dos Trabalhos de Saneamento de Santos*. Santos: Comissão de Saneamento de Santos; 1913.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas litorâneas. São Paulo; 2022.

NPH – Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da Universidade Santa Cecília. Monitoramento e modelagem hidrodinâmica da Baía de Santos. Santos; 2023.

Pimentel A. Avaliação da poluição aquática dos canais de drenagem urbana e da Baía de Santos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.

Prefeitura de Santos. Canais de drenagem e saneamento urbano. Santos; 2023.

Ruiz MS. Estudo comparativo do impacto da poluição difusa na balneabilidade das praias localizadas nas baías de Santos e de São Vicente [trabalho de conclusão de curso]. Santos: Universidade Santa Cecília; 2016.

Sampaio AFP. Avaliação da correlação entre parâmetros de qualidade da água e socioeconômicos no Complexo Estuarino de Santos - São Vicente, através de modelagem numérica ambiental [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

Silva MC, et al. Balneabilidade de duas praias do Ribeirão da Ilha, Florianópolis/SC (Praia Grande e Praia da Freguesia). Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica. 2008;1(2):45-52.

Souza RC. A saúde das praias da Boa Viagem e do Pina, Recife (PE) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2003.