

# Captações de tempo seco: o estudo de caso do sistema de esgotamento sanitário do município de Armação dos Búzios (RJ)

Dry weather sewer intakes: the study case of the system in Armação dos Búzios, RJ

Victor Borges de Oliveira<sup>1</sup> , Marcelo Obraczka<sup>2</sup> , Skarlat Reynnelly Alves<sup>2</sup> , Ana Cecília Monteiro de Souza<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: victor.borgesdeo@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mails: obraczka@eng.uerj.br, skarlat.reynnelly@gmail.com, ana.souza210@outlook.com.br

**Como citar:** Oliveira, V. B., Obraczka, M., Alves, S. R., & Souza, A. C. M. (2023). Captações de tempo seco: o estudo de caso do sistema de esgotamento sanitário do município de Armação dos Búzios (RJ). *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 20, e19. <https://doi.org/10.21168/regav.20e19>

**RESUMO:** Para aumentar a proteção dos corpos hídricos, a estratégia de captar os esgotos que escoam em redes de drenagem através de Captações em Tempo Seco (CTS) vem sendo crescentemente utilizada no Brasil. Todavia, há pouca disponibilidade de dados e o conhecimento técnico e científico sobre CTS ainda é incipiente no país. Esta pesquisa visou aprofundar esse conhecimento através do estudo do funcionamento do sistema no município de Armação dos Búzios, no estado do Rio de Janeiro (Brasil). Parâmetros referentes ao clima e ao sistema de esgotos local foram submetidos ao teste estatístico de correlação de Spearman, por estação do ano. Na maior parte do recorte temporal adotado (década de 2010), constataram-se correlações positivas, variáveis e crescentes entre precipitações, vazões afluentes à estação de tratamento de esgoto e as concentrações de microrganismos nas praias mais próximas e potencialmente mais afetadas pelas CTS, em função dos deságues de seus eventuais extravasamentos. Parte dessas correlações é influenciada pelo aumento das vazões de esgotos devido ao grande incremento de turistas na temporada. Os resultados foram também influenciados pela metodologia de aferição dos parâmetros adotados, como época das campanhas de coleta das amostras e localização dos pontos de monitoramento da balneabilidade.

**Palavras-chave:** Interceptação de Esgotos na Drenagem; Sistema Unitário de Esgotamento Sanitário; Extravasamentos de Esgotos e Poluição de Corpos Hídricos; Balneabilidade de Praias.

**ABSTRACT:** To increase the protection of water bodies, the strategy of capturing sewage that flows into drainage systems through dry weather sewer intakes has been increasingly used in Brazil. However, there is little data available concerning this issue and technical and scientific knowledge about it is still incipient in the country. This research aimed to increase this knowledge by assessing and studying the functioning of the system in the municipality of Armação dos Búzios, in the state of Rio de Janeiro (Brazil). Parameters referring to the climate and the local sewage system were submitted to Spearman's statistical correlation test, by season of the year. In most of the time frame adopted (2010s), positive, variable and increasing correlations were found between precipitation, affluent flows at the local wastewater treatment plant and the bathing conditions on the beaches closest to the dry weather intakes and thus potentially most affected by their eventual discharges and spills of sewer. Part of these correlation results is influenced by the increase in sewage flows due both to the runoff of rainwater and the increase in the number of tourists during the high season. The results were also influenced by the methodology for measuring the adopted parameters, such as the time of the month and frequency of the sample campaigns and the location of the bathing conditions monitoring points.

**Keywords:** Interception and Catching of Sewers on Drainage Systems; Separate Sewerage Collection System; Raw Sewer Spills and Pollution of Water Bodies; Water Quality and Bath Monitoring on beaches.

## INTRODUÇÃO

Os impactos causados pela inexistência ou carência dos serviços de esgotamento sanitário são graves, afetando o ambiente urbano e a qualidade dos corpos hídricos e mananciais, bem como reduzindo a qualidade de vida da população (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2022). Até mesmo em regiões economicamente mais pujantes do país – como no Sudeste – a situação ainda é precária e as metas definidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) se encontram distantes de serem atingidas (Instituto Trata Brasil, 2017).

Boa parte dessa defasagem está relacionada à carência dos investimentos necessários para implantação dos sistemas de coleta e transporte de esgotos até o tratamento adequado. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2017), os investimentos necessários em coleta e transporte variam entre 63 e 76%, enquanto os de tratamento variam entre um mínimo de 24% e um máximo de 37% do total previsto para universalização do saneamento no país.

No estado do Rio de Janeiro (RJ), diversas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) operam aquém de sua capacidade, notadamente pelas carências do sistema de coleta e de transporte (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2017). Com vazão nominal de 2,5 m<sup>3</sup>/s, a ETE Alegria, a maior do estado, operava com cerca de 50% de sua capacidade de tratamento, quase duas décadas após sua inauguração (Bielschowsky, 2014). Essas carências podem ser creditadas às dificuldades e aos altos custos relacionados ao assentamento de redes coletoras nos solos urbanos do país, incluindo aspectos que envolvem desde a saturação com outras infraestruturas até mesmo à variedade de obstáculos para viabilizar as ligações domiciliares e prediais ao sistema público (Obraczka & Leal, 2015).

Os custos para assentamento das redes eram responsáveis por cerca de 75% do total necessário à implantação de um sistema de esgotamento sanitário. Considerando os 25% remanescentes – coletores tronco (10%), elevatórias (1%) e ETE (14%) (Tsutiya & Alem Sobrinho, 2011) – depreende-se que os custos dos componentes de transporte dos esgotos até o destino final adequado eram responsáveis por 86% dos investimentos para execução do sistema.

A adoção da concepção de um sistema de esgotamento sanitário deve levar em consideração as características do local onde será implantado, incluindo seus aspectos socioeconômicos, ambientais e climatológicos. Para regiões com baixos valores acumulados de chuvas, o sistema unitário é mais recomendado, uma vez que não pressupõe a independência das redes de esgotos e de drenagem (Von Sperling, 2011). Já o sistema separador absoluto se baseia na premissa de escoar os efluentes sanitários separadamente das águas pluviais, sendo mais recomendado para locais com índices pluviométricos mais elevados. A hidrologia urbana e o regime típico de chuvas tropicais são aspectos que justificam o emprego do sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto no Brasil (Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018). Além disso, o sistema separador necessita de redes com menores diâmetros e extensões (Nuvolari, 2011; Tsutiya & Alem Sobrinho, 2011).

O sistema denominado “*Combined Sewer Overflows* (CSO)” é utilizado há mais de um século no estado de Nova Iorque (EUA), utilizando jardins filtrantes para minimizar os impactos que podem ser provocados pela ocorrência de chuvas de maior intensidade ou pelo derretimento da neve. Sistemas similares foram implementados em mais de 700 municípios norte-americanos, sendo objeto uma política de controle editada em 1994 pela Agência Ambiental Americana (USEPA), passando a dispor de regras nacionais para o seu controle (Pereira et al., 2023).

Segundo Ferreira (2013), há um movimento recente no Brasil que preconiza a implantação do sistema separador absoluto em etapas graduais. Onde já existe sistema de drenagem, são realizados prioritariamente investimentos em ETE e nas derivações para possibilitar controle do lançamento dos esgotos nos corpos hídricos no período de estiagem (“captações de tempo seco”), exigindo, portanto, uma gestão qualificada para controlar o extravasamento de vazões excedentes que serão lançadas nos rios (e demais corpos hídricos) nos eventos de maiores chuvas (Britto & Quintslr, 2020).

Porém, as redes de drenagem das cidades brasileiras funcionam como sistemas “unitários” não planejados para escoar os efluentes, principalmente em função de ligações clandestinas e extravasores de esgotos, o que possibilita que o seu lançamento seja feito nos corpos hídricos sem o devido tratamento (Obraczka et al., 2019). Considerando o enorme déficit que o país apresenta em relação ao atendimento por sistemas públicos e coletivos do tipo separador absoluto, cabe aos sistemas de drenagem pluvial a função de coletar e afastar os esgotos sanitários urbanos (Volschan Junior, 2020).

Considerando-se os diversos obstáculos ainda encontrados no caminho para a universalização do saneamento no país, especialmente pelos custos e dificuldades de construção de redes coletoras de esgotos em áreas urbanas mais adensadas, soluções alternativas e de mais curto prazo vêm sendo crescentemente adotadas (Rodrigues et al., 2020). Entre elas, destaca-se o emprego de sistemas de

captação em tempo seco de efluentes escoados pela rede de drenagem e seu encaminhamento para a unidade de tratamento local, ampliando assim a proteção dos corpos hídricos (Veról et al., 2020). Esses dispositivos têm sua capacidade de interceptação de vazão limitada por aspectos construtivos, de forma que apenas vazões iguais ou inferiores à sua capacidade máxima, definida conforme suas dimensões e nível da soleira, podem ser encaminhadas ao sistema de esgotamento sanitário (Dias & Rosso, 2011).

Captações de tempo seco vêm sendo empregadas em sistemas de esgotamento sanitário visando à proteção de importantes corpos hídricos urbanos, como no caso das galerias de cintura do entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas (RJ). Porém, o aporte excessivo de águas pluviais no sistema de esgotos causado por uma das unidades de CTS se configurava como um dos fatores que contribuem para a vulnerabilidade do sistema da lagoa (Rosso & D'alcântara, 2006).

A estratégia de implantação gradual do sistema separador absoluto, a partir do emprego inicial de estruturas de interceptação e captação, transporte e tratamento vem sendo adotada nos municípios fluminenses de Araruama, Iguaba Grande, São Pedro d'Aldeia, Cabo Frio, Petrópolis, Nova Friburgo, Teresópolis e Maricá (Volschan Junior, 2020). No sistema da Lagoa de Araruama, localizada na Região dos Lagos do Rio de Janeiro, a adoção dos sistemas de CTS possibilitou que cerca de 60% do esgoto gerado passasse a ser encaminhado às ETE no entorno da Lagoa. Além de contribuir para a redução dos custos dos sistemas convencionais à metade, essas intervenções proporcionaram uma sensível melhora nas condições ambientais do complexo lagunar e, conseqüentemente, em sua produção pesqueira (Pereira & Primo, 2005; Fadel & Dornelles, 2015; Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2022).

Porém, cabe destacar que se trata de uma solução paliativa, uma vez que o planejamento de intervenções em saneamento básico na região se baseia na implantação do sistema separador como solução definitiva, desativando-se gradualmente as CTS à medida que a rede separativa for sendo implantada (Toledo et al., 2021). As CTS podem ser adotadas de forma a viabilizar financeiramente a transição para o sistema separador absoluto, implantando-se o sistema de esgotamento sanitário gradativamente, em etapas, contando posteriormente com a rede coletora convencional separativa (Volschan Junior, 2020).

No município de Mauá (SP), um estudo considerando 9 cenários alvos de implantação elencou 350 novos clientes a serem atendidos pelo sistema com 9 CTS. Considerando o custo de implantação de cada CTS e utilizando como valor de retorno a tarifa mínima de água para categoria de uso residencial aplicada no município em dezembro de 2014, o *payback* estimado para o investimento foi de apenas 11 meses (Odebrecht Ambiental, 2015).

Essa alternativa técnica vem sendo amplamente discriminada em instrumentos legais e normativos mais recentes, como o novo Marco do Saneamento e os contratos de concessão dos serviços de saneamento firmados no RJ (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2022). Tanto o Plano de Desenvolvimento Metropolitano do Rio de Janeiro (Governo do Estado do Rio De Janeiro, 2018) quanto o projeto idealizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para a concessão de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado do Rio de Janeiro argumentam que a aplicação desta estratégia representaria o meio ideal para a universalização da prestação dos serviços de esgotamento sanitários nos municípios da bacia drenante à Baía de Guanabara (Volschan Junior, 2020).

Em locais desprovidos de redes de esgotos, pela carência de ações do poder público, aliada a falta de conhecimento e educação ambiental, a população costuma efetuar suas ligações de esgoto na rede de drenagem, cujo destino são os rios e córregos lindeiros (Obraczka & Leal, 2015). Assim, os esgotos são escoados através de galerias e sistemas de drenagem, causando diversos impactos ao ambiente natural, como o acúmulo de resíduos, os assoreamentos, a geração de odores indesejáveis e a deterioração prematura das canalizações (Alves et al., 2021). Segundo Volschan Junior (2020), os sistemas de drenagem pluvial podem ser adaptados visando a proteção da qualidade da água de corpos hídricos em períodos de tempo seco, na ausência de deflúvios de águas pluviais, fazendo com que os esgotos sanitários sejam interceptados, captados e transferidos para o sistema de esgotamento sanitário mais próximo disponível. Porém, a estratégia de interceptação e captação de esgotos sanitários em tempo seco deve ser entendida como parte de um plano de implantação gradual do sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, que em um primeiro momento já contaria com os elementos de transporte e tratamento, para posteriormente contar com a separação da rede coletora (Volschan Junior, 2020).

De acordo com o estudo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (2018), a inexistência da rede coletora do sistema separador, levando ao uso das galerias de águas pluviais para a coleta e o afastamento dos esgotos, não se constitui em um sistema unitário ou combinado, como convencionalmente praticado pela Engenharia Sanitária. Esse relatório sustenta que Galerias de Águas Pluviais (GAP) veiculando esgotos sanitários geralmente não satisfazem o critério usual aplicado aos coletores de esgotos, que recomenda a manutenção de tensão trativa mínima de 1,0 Pa, podendo acarretar problemas, como a deposição indesejável

de sedimentos e matéria orgânica nas canalizações. Dessa forma, a necessidade de frequente manutenção dessas canalizações constitui-se em um dos principais entraves para o adequado funcionamento desses sistemas (Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018).

Entre os aspectos cruciais que envolvem a utilização dessa solução, destacam-se os extravasamentos que podem ocorrer devido aos excedentes de vazão que não são absorvidos pelo sistema, excessos esses ocasionados por deflúvios de águas pluviais que adentram ao sistema. Esses eventos ocorrem usualmente a partir de dispositivos do sistema como elevatórias e CTS, com o deságue dos esgotos extravasados atingindo por fim os corpos d'água (Dias & Rosso, 2011). Tais ocorrências e as não conformidades decorrentes, como a poluição de praias e de corpos hídricos, são consideradas como os pontos críticos do emprego desses dispositivos em sistemas de esgotamento sanitário (Alves et al., 2021). Visando a proteção dos corpos d'água receptores, as legislações ambientais de países desenvolvidos que contam com sistemas unitários impõem severas restrições ao extravasamento não autorizado de esgotos e exigem o emprego de dispositivos de detenção e/ou tratamento prévio (Ferreira, 2013).

A despeito de seu crescente emprego como uma solução de Engenharia Sanitária, notadamente nos últimos anos, trata-se de uma alternativa ainda pouco estudada no Brasil, devido à reduzida disponibilidade de dados, havendo, portanto, uma crescente necessidade de maior aprofundamento técnico quanto aos aspectos que envolvem sua utilização (Alves, 2022).

Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo principal avaliar o funcionamento de sistemas de captação de tempo seco (CTS), a partir do estudo de caso do sistema de esgotamento sanitário do município de Armação dos Búzios, utilizando uma análise de ocorrências de correlação entre os seguintes parâmetros: a) pluviometria, b) vazões e cargas afluentes à ETE local e c) balneabilidade de praias potencialmente afetadas pelo funcionamento das CTS locais.

Como objetivos específicos, foram elencados os seguintes:

- A. Levantamento da situação dos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial do município, com ênfase nas estruturas de CTS;
- B. Identificação e levantamento de dados de indicadores e parâmetros, verificando e analisando as suas possíveis correlações;
- C. Com base nos resultados obtidos pela pesquisa, indicar potencialidades e fragilidades do sistema de CTS, propondo medidas para o seu aperfeiçoamento.

## **METODOLOGIA**

Foi realizado um levantamento de dados dos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial do município em estudo, com ênfase no sistema de captações de tempo seco existente. Esse levantamento foi executado com base em cadastros, plantas de situação e informações disponibilizadas pela Concessionária de saneamento da região (PROLAGOS) e pela Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios (PMAB), incluindo ainda visitas de campo e reuniões com os respectivos corpos técnicos.

Fadel & Dornelles (2015) verificaram previamente a funcionalidade de CTS a partir de dados de séries de precipitação juntamente com a caracterização dos efluentes sanitários, aplicada às características da bacia do Arroio Capivara, na Zona Sul de Porto Alegre (RS). Estudos para avaliação de CTS geralmente estão vinculados à medição da qualidade da água no corpo receptor posteriormente à instalação de um coletor (captação) de tempo seco, embora seja válido se avaliar anteriormente se o que é proposto corresponderá aos resultados esperados (Fadel & Dornelles, 2015).

Para o presente caso, porém, não se obteve acesso a informações mais específicas e precisas sobre o sistema existente, incluindo dados de cadastro e de vazão (tanto nominal como operacional) das captações de tempo seco. De forma a embasar o estudo, foram levantados dados de vazão e de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) dos esgotos afluentes à única ETE local (São José), considerando a potencial influência quali-quantitativa da interceptação desses efluentes na rede de drenagem pelas CTS e sua condução para o sistema de tratamento. Foram utilizados dados disponíveis do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos (PROCON Água), integrante do Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Os dados brutos de vazões afluentes a ETE foram preliminarmente filtrados em função da ocorrência de dados atípicos, como valores de medições em dezenas ou centenas de m<sup>3</sup>/dia ou que apresentavam o valor (-1). Portanto, no caso da primeira atipicidade, os dados foram considerados

como sendo apresentados em L/s. Os dados em m<sup>3</sup>/dia foram convertidos para L/s para fins de padronização. Para a segunda, os valores disponibilizados foram desconsiderados.

O índice pluviométrico foi também adotado como parâmetro de análise de correlação tendo em vista a interferência das chuvas e do escoamento superficial no funcionamento do sistema, que é usualmente dimensionado para captar somente as vazões de tempo seco e em alguns casos também as da 1ª chuva ou “*first-flush*” (Volschan Junior, 2022). Os dados de precipitação foram pesquisados no Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo levantada a série histórica disponível da Estação Pluviométrica Automática de Arraial do Cabo (EP AUT Arraial do Cabo), por se tratar da mais próxima de Armação dos Búzios.

Em paralelo, a balneabilidade foi também adotada como um parâmetro de aferição, considerando que o funcionamento inadequado das CTS e/ou eventuais extravasamentos podem atingir as praias locais, afetando negativamente a qualidade de suas águas, especialmente aquelas situadas mais próximas aos deságues e/ou extravasamentos desses dispositivos. Para a avaliação da balneabilidade das praias foram pesquisados dados referentes aos indicadores bacteriológicos utilizados pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA). Cabe destacar que até o ano de 2010 as aferições eram feitas com base na análise do parâmetro de Coliformes Termotolerantes, passando a ser o de *Enterococcus* a partir do ano seguinte (2011). Considerou-se somente os resultados das análises realizadas nos pontos de monitoramento do INEA referentes às praias Manguinhos (BZ-03) e Rasa (BZ-01 e BZ-14), em função de serem as que possuem maior proximidade com as CTS locais e, conseqüentemente, podem ser mais diretamente afetadas pelo funcionamento inadequado desses dispositivos.

Como recorte temporal para a pesquisa foi adotado o período referente a década de 2010 a 2019, o mesmo onde se concentram as principais obras de expansão do sistema de esgotamento sanitário local, incluindo as ampliações da rede coletora e da capacidade de tratamento da ETE São José, essa última ocorrida em 2017.

A análise de correlação entre os cinco parâmetros adotados pela pesquisa (vazão e DBO de esgotos afluentes à ETE São José, dados de pluviometria da região e *Enterococcus*/Coliformes Termotolerantes nas praias de Manguinhos e Rasa foi realizada por pares de parâmetros, por estação do ano, dessa forma levando-se em consideração o clima local e a sua influência nos dados utilizados no estudo.

Foi também considerada a forte influência da população sazonal (turistas/veranistas) no balneário, pois se trata de uma ocupação temporária que gera um grande aumento na contribuição de esgotos para o sistema em períodos de alta temporada: férias de início, meio e fim de ano.

Para verificar o grau de correlação foi utilizada a análise de correlação de Spearman, aplicando-se o coeficiente estatístico não-paramétrico de correlação e utilizando-se o software JAMOV, versão 2.2.5, e os resultados obtidos foram interpretados de acordo com a métrica de intensidade de correlação utilizada por Baba et al. (2014) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Interpretação dos coeficientes de correlação.

Coeficiente de Correlação				Interpretação/Correlação
Positiva	Cor indicativa nos gráficos	Negativa	Cor indicativa nos gráficos	
0,9 a 1,00	Verde	-0,9 a -1,00	Vermelha	Muito forte
0,7 a 0,89	Verde	-0,7 a -0,89	Vermelha	Forte
0,4 a 0,69	Verde	-0,4 a -0,69	Vermelha	Moderada
0,2 a 0,39	Verde	-0,2 a -0,39	Vermelha	Fraca
0 a 0,19	Verde	0 a -0,19	Vermelha	Muito fraca

Fonte: Autores

Valores mais próximos aos máximos (+1) e mínimos (-1) da escala indicam uma grande força de correlação entre os parâmetros avaliados. Dentro desta faixa, valores positivos (indicados na cor verde nos gráficos gerados) indicam uma maior “concomitância” entre os dados, ou seja, os dois parâmetros estudados possuem uma tendência similar: crescem e diminuem harmonicamente. Já valores negativos (indicados na cor vermelha nos gráficos) indicam uma “não concomitância”, refletindo tendências distintas entre as variáveis. Valores mais próximos de 0 indicam uma fraqueza da correlação, não havendo correlação quando iguais a 0. Os casos de estações do ano em que todos os seus meses não apresentaram disponibilidade de dados de pelo menos uma das duas variáveis correlacionadas foram apontados como “Ausente de Dados”.

Na Tabela 2 apresenta-se uma compilação das relações entre os pares de parâmetros avaliados, discriminadas em função da existência de *Concomitância*, *Não Concomitância* e *Sem Relação Direta*. Essas relações serviram também de suporte para análise e discussão dos resultados obtidos pelo trabalho.

**Tabela 2:** Relações e causas possíveis de “concomitância” e “não concomitância” entre os parâmetros avaliados.

Parâmetro	Pluviometria (P)	Vazão afluenta a ETE (Qaf)	DBO afluenta a ETE (DBOaf)	Coliformes/Enterococcus (C/E)
Pluviometria (P)	—	<i>Concomitância</i> - À medida que P aumenta, tende a aumentar a Qaf a ETE em função do aumento das vazões provenientes das CTS.	<i>Não concomitância</i> - À medida que Qaf aumenta devido ao aumento de P, a concentração de DBOaf tende a diminuir pelo efeito da diluição.	<i>Concomitância</i> - À medida que P aumenta, Qaf tende a aumentar, podendo ocorrer extravasão das CTS para as praias, aumentando as concentrações desses microrganismos (C/E) medidas nos PMB.
Vazão afluenta a ETE (Qaf)	<i>Concomitância</i> - À medida que P aumenta, tende a aumentar a Qaf a ETE em função do aumento das vazões provenientes das CTS.	—	<i>Não concomitância</i> , se o aumento de Qaf estiver relacionado ao aumento da captação de águas pluviais, aumentando a diluição. Caso contrário não há correlação.	<i>Sem relação direta</i>
DBO afluenta a ETE (DBOaf)	<i>Não concomitância</i> - À medida que Qaf aumenta devido ao aumento de P, a concentração de DBOaf tende a diminuir pelo efeito da diluição.	<i>Não concomitância</i> , se o aumento de Qaf estiver relacionado ao aumento da captação de águas pluviais, aumentando a diluição. Caso contrário, não há relação direta.	—	<i>Sem relação direta</i>
Coliformes/Enterococcus (C/E)	<i>Concomitância</i> - À medida que P aumenta, a vazão de esgotos tende a aumentar, podendo ocorrer extravasão das CTS para as praias, aumentando as concentrações desses microrganismos na água (C/E) medidas nos PMB.	<i>Sem relação direta</i>	<i>Sem relação direta</i>	—

Fonte: Autores.

Dependendo das circunstâncias, as captações de tempo seco podem funcionar basicamente de duas formas distintas:

A. **Sistema não extravasando:** em períodos de estiagem ou de menores precipitações, gerando vazões que não sobrecarreguem ou saturem a capacidade de interceptação (captação) do sistema de CTS, sendo toda a vazão captada e direcionada ao destino final adequado (Situações 1, 2 e 4 da Figura 1);

B. **Sistema extravasando:**

B.1.: em períodos de maiores chuvas, ao ultrapassar a capacidade de interceptação do sistema de CTS; dessa forma, parte da vazão permanece sendo captada e direcionada para destinação adequada e parte extravasa para o corpo receptor (Situação 3 da Figura 1);

B.2.: em períodos de estiagem, por falha ou operação/manutenção inadequada, ou ainda na ocorrência de excesso de vazão de esgotos (picos não previstos).

O dimensionamento e a operação correta de uma CTS devem, portanto, levar em consideração dois aspectos básicos:

- A. A garantia de condições adequadas para funcionamento tanto do sistema de transporte a montante da CTS como para o devido tratamento dos esgotos captados, a sua jusante;
- B. Minimizar problemas e não conformidades sanitárias e ambientais nos corpos receptores quando ocorrerem os extravasamentos.

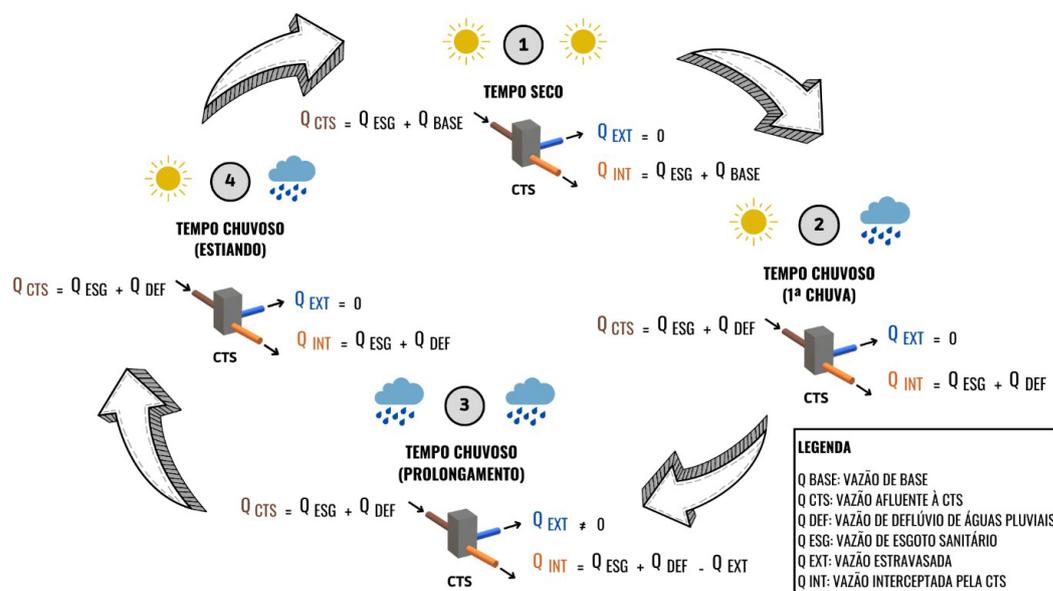


Figura 1: Condições de funcionamento das captações de tempo seco. Fonte: Autores.

## ESTUDO DE CASO: O SISTEMA DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ

A Região dos Lagos do Rio de Janeiro, onde o município de Búzios se insere, apresenta relevo, vegetação e formação geológica diversificadas e um clima extremamente seco devido a diversos fatores, sendo considerado por muitos pesquisadores como um autêntico enclave do semiárido em pleno sudeste (Coe et al., 2007; Bohrer et al., 2009; Mansur et al., 2012). Destaca-se a ocorrência do fenômeno da ressurgência, no qual as águas frias e ricas em nutrientes afloram na plataforma continental. Segundo Coe & Carvalho (2010), a intensificação da ressurgência induz a redução nas precipitações e um aumento na aridez do clima. Tais condições climáticas tornam os municípios dessa região propícios para utilização de sistemas de captação em tempo seco (Alves, 2022).

Fortemente dependente da atividade turística, Búzios é conhecido internacionalmente pela beleza dos seus cenários naturais, notadamente de suas praias, sendo um dos principais destinos de visitação no país (Sales & Alves, 2010). Porém, o crescimento da ocupação e da afluência de turistas, aliado às carências do sistema de saneamento da cidade, vem contribuindo diretamente para a degradação dos corpos hídricos e balneabilidade de suas praias, refletindo-se no declínio das atividades turísticas e na desvalorização imobiliária, especialmente nas últimas décadas (Obraczka et al., 2019).

A partir da década de 2000, sistemas de captação de tempo seco foram adotados em cidades como Cabo Frio, Araruama, São Pedro D'Aldeia, Arraial do Cabo e Armação dos Búzios, destacando-se entre os seus principais objetivos o de proteger e proporcionar melhores condições ambientais às lagoas e praias, que figuram entre os principais ativos ambientais e se constituem no principal fator de atração de turistas a essa região (Toledo et al., 2021). Implantadas em pontos estratégicos do sistema de drenagem e esgotamento sanitário de Búzios, as CTS visam evitar deságues contumazes de esgotos para as praias e lagoas locais, ainda que tais não conformidades possam eventualmente ocorrer (Alves, 2022).

De acordo com dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2020), Búzios dispõe de uma cobertura de rede coletora de esgotos de 95,81%, sendo 100% dessa vazão encaminhada para uma destinação final adequada: a ETE São José, com capacidade de tratamento de 200 L/s. Alves et al. (2021) sustentam que as vazões de pico afluentes a ETE Búzios estão relacionadas tanto a períodos de maior afluência de turistas à cidade quanto à expansão da coleta, incluindo a entrada em funcionamento dos sistemas de CTS.

O município dispõe de rede separativa de esgotos, porém só abrangendo parte das áreas e bairros mais urbanizados do município, como Canto, Centro, Armação, Ossos e João Fernandes. Mais

recentemente, bairros como Geribá e Brava foram parcialmente atendidos com o assentamento de mais algumas dezenas de quilômetros de rede coletora por parte da PROLAGOS, a concessionária local.

Segundo Alves (2022), com base nos dados do SNIS, houve um aumento de 53% do número de habitantes atendidos com esgotamento sanitário, embora se mantendo a lacuna entre as ligações totais de esgotos à rede pública e as ligações ativas, caracterizando, portanto, a continuidade com a ociosidade da rede ao longo da década estudada (2010-2019).

Porém, como boa parte das áreas urbanas do município ainda não possui rede do sistema separador absoluto – incluindo vários bairros mais populosos como Cem Braças, São José, Rasa e Vila Verde – depreende-se que os dados de atendimento contabilizados pelo SNIS consideram que boa parte dos esgotos seja captada através da rede de drenagem. De acordo com Alves (2022), apenas 15% do total de vias do município dispõe de rede separativa, constatando-se que os sistemas separador e misto (ou “unitário não planejado”) coexistem, interligando-se através de CTS localizadas em pontos específicos da rede de drenagem.

Como as galerias de drenagem são subterrâneas e de competência municipal, há uma grande dificuldade ou inviabilidade para efetivar-se as manutenções periódicas necessárias nas redes. Os condutos se apresentam muito assoreados e usualmente em condições precárias, devido a sua utilização para escoar também esgotos sanitários (Alves, 2022). De acordo com a AGENERSA (Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro, 2016), em épocas de maiores chuvas, com o aumento das vazões e velocidades de escoamento nas galerias, esse material depositado é movimentado, extravasando junto com o excesso de vazão e lançado nas praias.

Ainda com base nos dados disponibilizados pelas pesquisas conduzidas por Alves (2022) e Alves et al. (2021), pode ser constatado que houve uma redução de extravasamentos de esgotos no sistema de Búzios a partir de 2017 – coincidindo com o aumento da capacidade de tratamento da ETE São José – cessando-se completamente já a partir do ano seguinte (2018).

## RESULTADOS

De acordo com informações fornecidas pela PMAB, não se dispõe de um cadastro da rede de drenagem no município. Para o desenvolvimento do presente estudo, considerou-se, portanto, que todos os arruamentos formais pavimentados possuem rede de drenagem, já que essa tipologia de urbanização demanda um sistema de drenagem para prevenção tanto de enchentes como de possíveis danos à pavimentação das vias. Essa premissa foi corroborada através de inspeções realizadas no local.

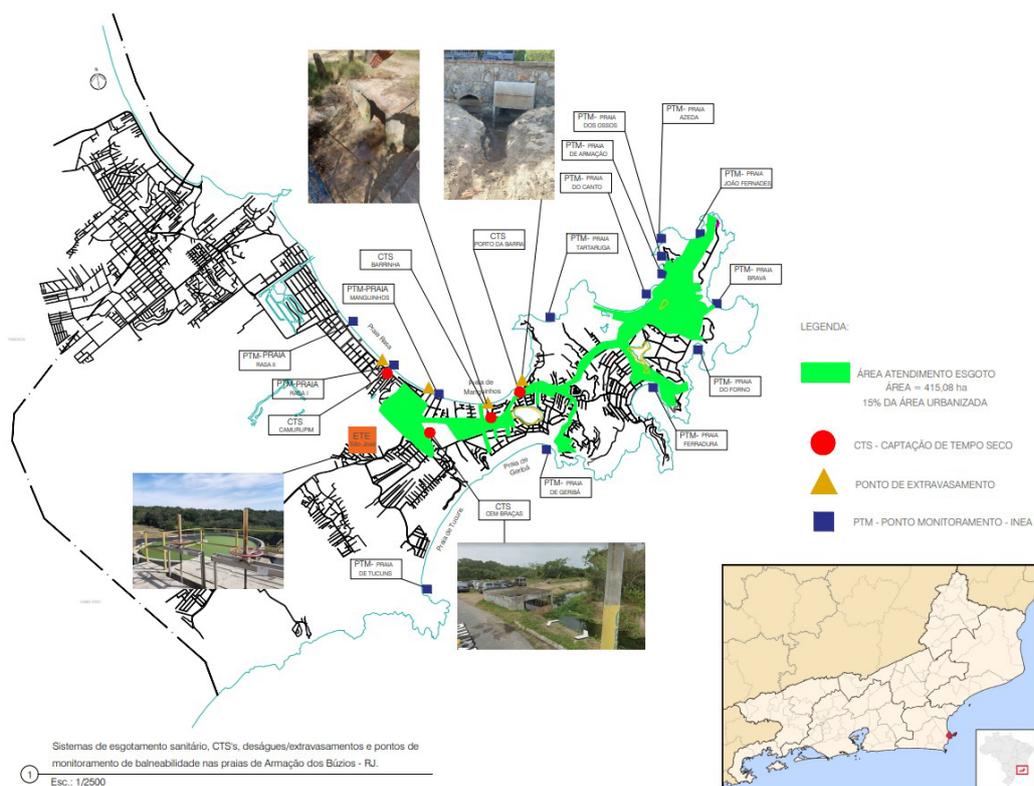
Os dados de situação e localização dos sistemas de drenagem e esgotos, apresentados na Figura 2, também se baseiam em plantas de situação obtidas junto a PROLAGOS, além de informações colhidas no campo.

Com base nos dados levantados preliminarmente pelo estudo, foram identificadas cinco CTS no sistema de esgotamento sanitário de Búzios. Posteriormente, a partir de uma análise mais criteriosa dos dados disponíveis e pela realização de vistorias de campo, constatou-se a existência de apenas quatro CTS, dispostas próximas às praias de Manguinhos e Rasa.

Além do cadastro da rede, também são indicadas na Figura 2 as localizações das CTS e dos Pontos de Monitoramento de Balneabilidade (PTM) do INEA nas praias do município, com destaque para as de Manguinhos e Rasa.

Com relação a rede separativa de esgotos, foi possível constatar que ela está assentada em somente cerca de 15% dos arruamentos do município e concentrada na península buziana. Através de uma sequência de canalizações, elevatórias e linhas de recalque, os esgotos são transportados e encaminhados à ETE São José, sendo que as quatro CTS contribuem para esse sistema. Pode se depreender ainda que a localização dessas CTS foi definida com base nos deságues do sistema de drenagem nas supracitadas praias, de forma a melhor protegê-las de eventuais extravasamentos de esgotos brutos mais representativos e contumazes na península: Barrinha, Barra Grande (Figura 3) e Rancho Mutã.

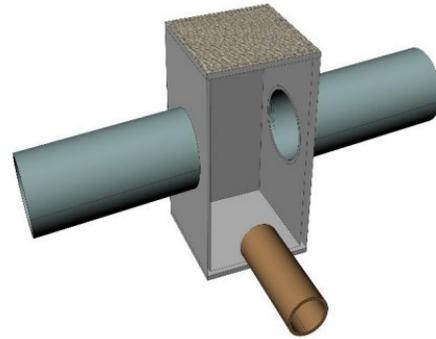
Conforme já mencionado, a presente pesquisa não obteve dados específicos quanto aos detalhes de cada CTS, bem como quanto ao seu funcionamento. Porém, a partir das informações mais genéricas fornecidas pela Concessionária e pela prefeitura local (PMAB), depreende-se que três delas – Barrinha, Barra Grande (Figura 4) e Rancho Mutã – se caracterizam como captações do modelo CTS GAP, nas quais os esgotos são interceptados e captados na microdrenagem (Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018). Há ainda uma 4ª CTS, localizada no trecho mais a jusante do valão de Cem Braças.



**Figura 2:** Sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial do município de Armação dos Búzios.  
Fonte: Autores, com base em Prolagos (2021).



**Figura 3:** Deságues/extravasores das CTS Barra Grande (esquerda) e Barrinha (direita) na praia de Manguinhos. Fonte: ALVES, 2022.



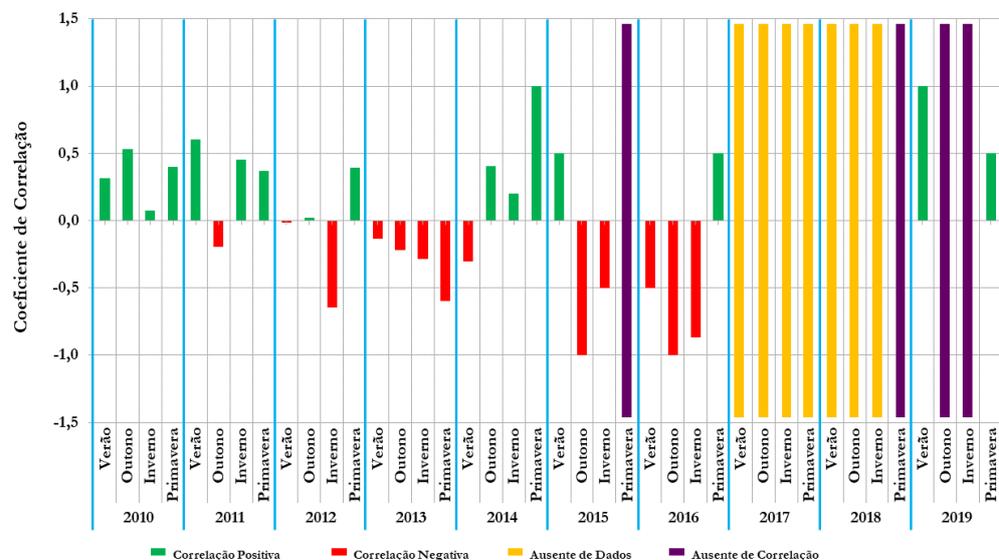
**Figura 4:** Exemplo e esquema de CTS GAP. Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2018).

As três CTS GAP não possuem dispositivos de controle ou medição de vazão, empregando dispositivos do tipo vertedor ou similar e captando uma determinada vazão (de tempo seco), a partir da qual o excedente passa a extravasar para os corpos receptores contíguos, no caso as praias de Manguinhos e Rasa. A CTS do valão de Cem Braças está associada a uma elevatória que é acionada a partir da elevação do nível d'água no referido valão.

A seguir são apresentados e discutidos os resultados das análises de correlação para os seguintes pares de parâmetros:

### DBO E VAZÃO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ

A avaliação da correlação entre a DBO e a vazão de esgotos afluente à ETE São José registrou cinco ocorrências mais relevantes no período avaliado, sendo duas muito fortes negativas (-1), nos outonos de 2015 e de 2016, e duas muito fortes positivas (+1), relacionadas à primavera de 2014 e ao verão de 2019, respectivamente, além de uma forte negativa (-0,866) no inverno de 2016 (Figura 5). Enquanto as correlações positivas se apresentaram mais bem distribuídas ao longo da década estudada, as correlações negativas se concentraram entre os anos de 2013 e 2016, com exceção da primavera de 2012 e dos seguintes períodos: verão de 2013 ao verão de 2014; outono a primavera de 2015; verão de 2016 ao inverno de 2016.

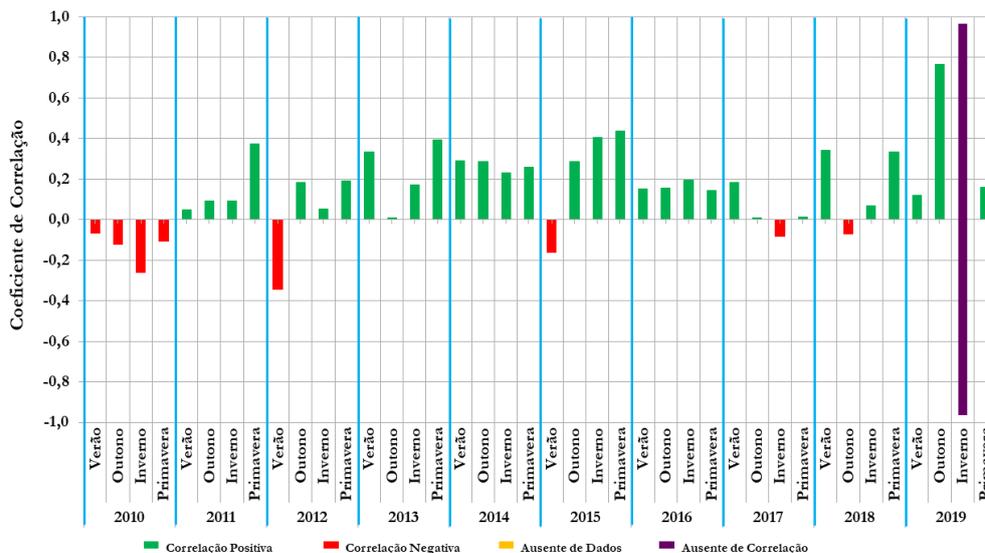


**Figura 5:** Correlação entre os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Vazão Afluentes à ETE São José, por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2021).

### PRECIPITAÇÃO E VAZÃO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ

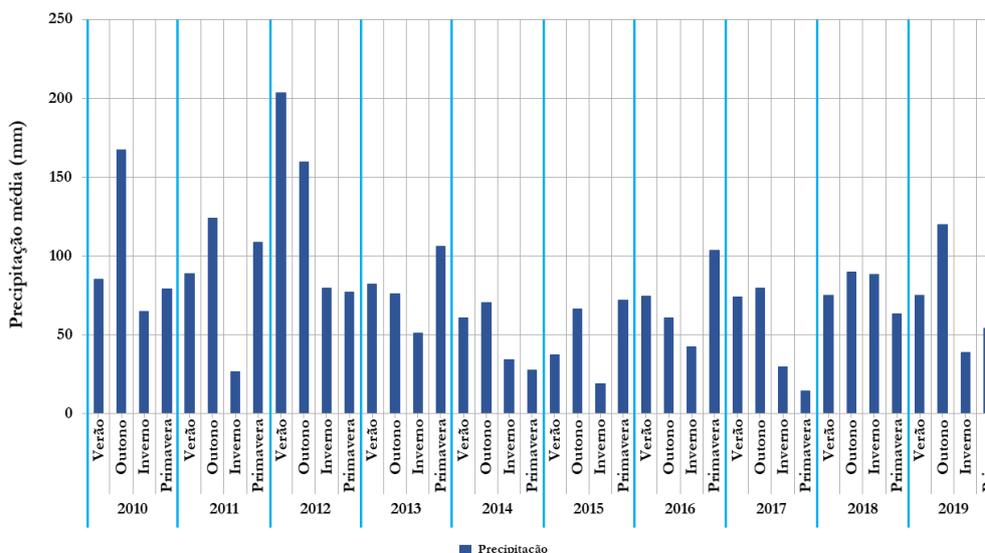
Na análise de correlação envolvendo as variáveis Precipitação e Vazão Afluente à ETE, verifica-se que os seus coeficientes não atingiram os pontos mais extremos da métrica (+1 e -1), se restringindo

ao intervalo entre (+0,5) e (-0,5) ao longo de todo o período avaliado, com exceção de uma correlação positiva forte (+0,767), referente ao outono de 2019, e do inverno de 2019, quando houve uma disponibilidade parcial de dados. Na maior parte da década, o grau de correlação entre esses dois parâmetros apresenta-se positivamente de muito fraco a moderado, com apenas 12 ocorrências negativas das 40 estações estudadas, sendo 10 muito fracas e 2 fracas.



**Figura 6:** Correlação entre os parâmetros Precipitação e Vazão Afluente à ETE São José, por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021) e INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2021).

Analisando-se concomitantemente os dados da Figura 6 e os de Precipitação mensal média por estação do ano (Figura 7), pode-se constatar que a maior parte das correlações positivas ocorreu em períodos de menor pluviosidade, notadamente entre 2013 e 2016. Cabe ainda destacar que no período da década de anos mais chuvosos (2010 a 2012) houve tanto ocorrências negativas (2010) como positivas (2011).



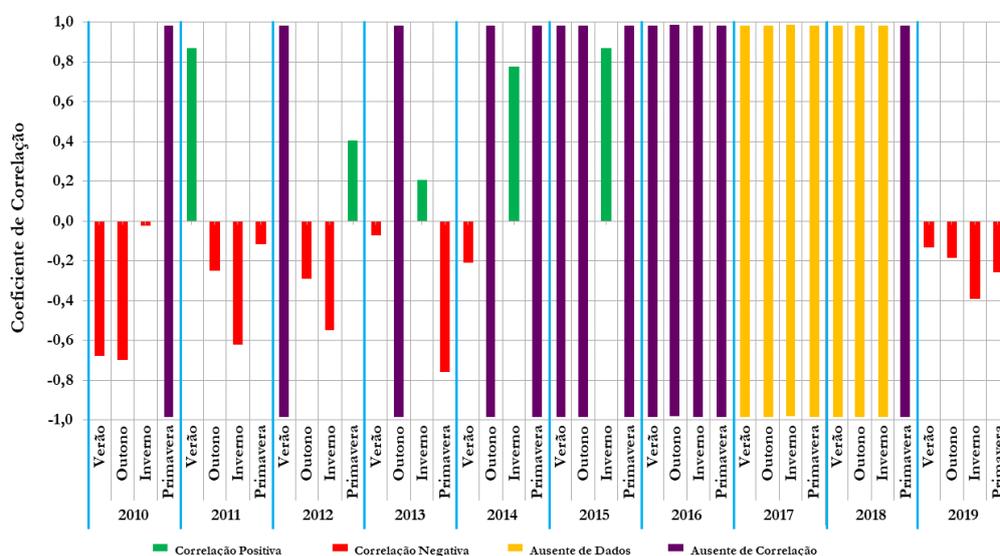
**Figura 7:** Precipitação mensal média registrada na EP AUT Arraial do Cabo, por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021).

Dessa forma, a correlação positiva pode estar mais associada à captação de esgotos sanitários do que propriamente de esgotos acrescidos dos deflúvios provenientes das águas de chuva. No caso da carência de correlação entre as vazões afluentes à ETE e maiores precipitações/períodos mais chuvosos, tal aspecto pode estar associado à incapacidade do sistema em interceptar e escoar esses

maiores deflúvios a destino final adequado (ETE São José), depreendendo-se que nesses eventos possam ter ocorrido extravasamentos para os corpos receptores (praias).

## PRECIPITAÇÃO E DBO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ

Na Figura 8 pode-se observar a ocorrência de correlações fortes entre a Precipitação e a DBO afluente à ETE São José em apenas quatro estações ao longo da última década. Três delas foram positivas, respectivamente, no verão de 2011 (0,866) e nos invernos de 2014 (0,775) e de 2015 (0,866), e uma negativa na primavera de 2013 (-0,757). Do total de cinco ocorrências positivas, destaca-se que três ocorreram no inverno, justamente a estação de menor pluviosidade no clima local.



**Figura 8:** Correlação entre os parâmetros Precipitação e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) afluente à ETE São José, por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021) e do INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2022).

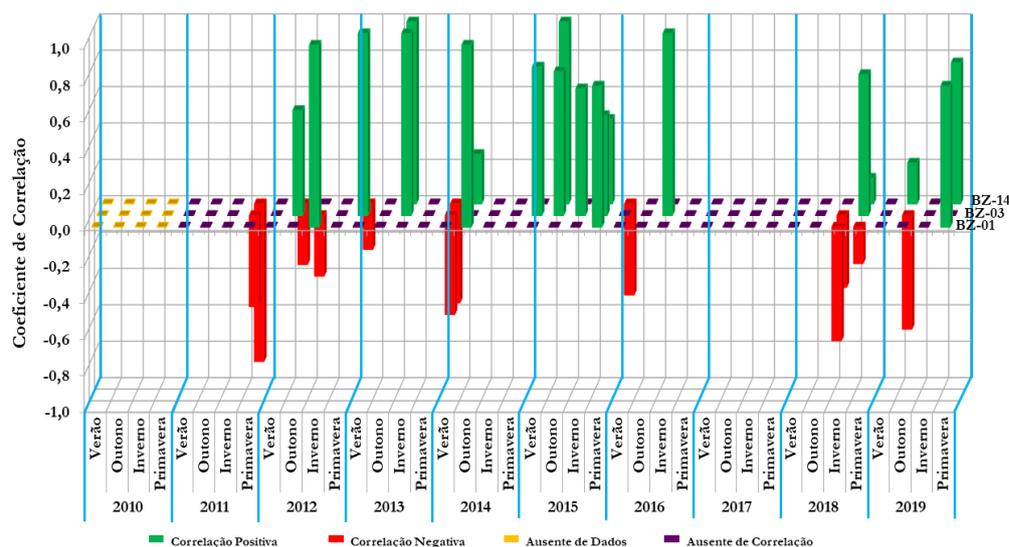
Verifica-se também que a maior parte das correlações se concentrou notadamente nos cinco primeiros anos da década e, ainda, que os coeficientes assumiram valores negativos na maior parte do período analisado. Esse aspecto indica uma “*não concomitância*” entre os dois parâmetros avaliados, mesmo que em sua maior parte os valores negativos obtidos sejam interpretados como entre muito fracos a moderados. Ainda que reduzida, essa “*não concomitância*” era esperada e pode ser atribuída à diluição provocada pela afluência de água de chuva às galerias de drenagem, proporcionando o aumento de sua contribuição à vazão que é desviada para o sistema de tratamento (ETE).

Nas três estações que apresentaram correlações positivas fortes, as precipitações mensais médias, por estação do ano, foram de 89, 35 e 19 mm, respectivamente, portanto, bem menores do que muitas das precipitações de outras estações (Figura 7). Duas dessas três correlações positivas fortes ocorreram no inverno, estação que geralmente apresenta um baixo acumulado de chuvas. Com uma média mensal média de 106 mm, uma das maiores precipitações quando comparada às demais estações, a primavera de 2013 foi a única estação que apresentou correlação negativa forte (-0,757), que pode ter sido provocada pela diminuição da DBO em função da diluição decorrente da relevante quantidade de chuvas nesse período.

Para o maior valor acumulado médio de chuvas do período avaliado (204 mm, no verão de 2012), não foi possível verificar a existência de correlação em função da indisponibilidade de dados de precipitação na maior parte dessa estação. Analisando-se, porém, a ocorrência no outono de 2010, quando se verificou a segunda maior precipitação média do período avaliado (167 mm), registou-se o segundo maior coeficiente de correlação negativa desse mesmo período. Destaca-se que entre 2016 e 2018 não se verificou correlação ou não se dispunha de dados para a análise.

## PRECIPITAÇÃO E BALNEABILIDADE (*ENTEROCOCCUS*)

Na Figura 9 podem-se observar as correlações entre a precipitação na região e a balneabilidade, aferida pela quantidade de *Enterococcus* nos três pontos de monitoramento estudados (BZ-01, BZ-03 e BZ-14).



**Figura 9:** Correlação entre os parâmetros Precipitação e *Enterococcus*, por ponto de monitoramento de balneabilidade (BZ 01, BZ 03 e BZ 14) e por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021) e INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2022).

No ponto BZ-01, os coeficientes foram positivos na maior parte do período avaliado, tendo sido de intensidade muito forte (1) no inverno de 2012 e no outono de 2014 e forte (0,775) nas primaveras de 2015 e de 2019. Essas correlações indicam que o aumento das precipitações diárias acumuladas de chuvas foi acompanhado pelo aumento da presença de *Enterococcus* no PTM analisado. Constatou-se, por outro lado, apenas duas correlações negativas (inverno e primavera de 2018). Porém, só foi possível aferir 6 correlações, destacando-se a sua não ocorrência na maior parte da década.

No ponto BZ-03, também se verifica uma maior ocorrência de correlações positivas durante a última década, somando 9 das 14, sendo 3 muito fortes (1), respectivamente, no verão de 2013 e nos invernos de 2013 e de 2016. Foram também verificadas 3 correlações fortes: no verão (0,816) e no outono (0,791) de 2015 e na primavera de 2018 (0,755).

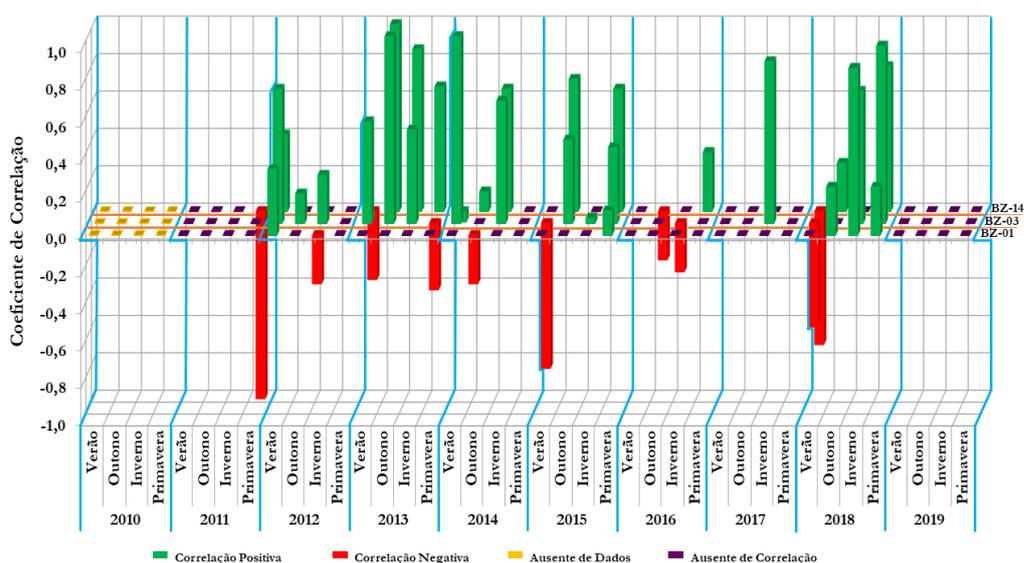
As correlações referentes aos dados de monitoramento do ponto BZ-14 apresentam certa similaridade em relação aos outros dois PTM. Os coeficientes de correlação foram iguais a (1) no inverno de 2013 e no outono de 2015. Destaca-se também a correlação forte positiva com coeficiente de (0,775) ocorrida na primavera de 2019, e a forte negativa (-0,866) na primavera de 2011. Não foi constatada correlação para os parâmetros avaliados no ano de 2017 e boa parte dos anos de 2011 e 2018.

### **BALNEABILIDADE (*ENTEROCOCCUS*) E VAZÃO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ**

Quanto às correlações envolvendo o indicador *Enterococcus* no ponto BZ-01 (Rasa) e as vazões de esgotos sanitários afluentes a ETE São José, só foi possível analisar as ocorrências em sete estações do ano, ao longo de todo o período avaliado em função da carência de dados disponíveis de balneabilidade (Figura 10).

Cinco delas foram positivas, notadamente entre 2015 e 2018, apresentando um valor de correlação mínima positiva (0,131) na primavera de 2015 e máxima positiva (0,894) no inverno de 2018. Esses valores apontam para um aumento concomitante da quantidade de bactérias (*Enterococcus*) no ponto de monitoramento e da vazão de esgotos afluente à ETE, cabendo destacar, porém, o reduzido número de correlações que puderam ser avaliadas (7 de 46 possíveis). Dessas 7 correlações, foi constatada somente uma forte, além de duas negativas e fracas.

Para o PTM BZ-14 foram obtidas 16 correlações, sendo 11 correlações positivas e cinco negativas, além de 24 sem correlação e/ou que não puderam ser aferidas, perfazendo um total de 40 resultados possíveis. Verifica-se uma correlação muito forte e positiva no outono de 2013 (1) e outras três fortes e positivas, respectivamente, no inverno de 2013 (0,866), no outono de 2015 (0,707) e na primavera de 2018 (0,775). No entanto, observa-se também a ocorrência de duas correlações negativas relevantes durante o período, ocorridas na primavera de 2011 (-1) e no verão de 2018 (-0,711).



**Figura 10:** Correlação entre os parâmetros *Enterococcus* e Vazão Afluente à ETE São José, por ponto de monitoramento de balneabilidade (BZ 01, BZ 03 e BZ 14) e por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2021, 2022).

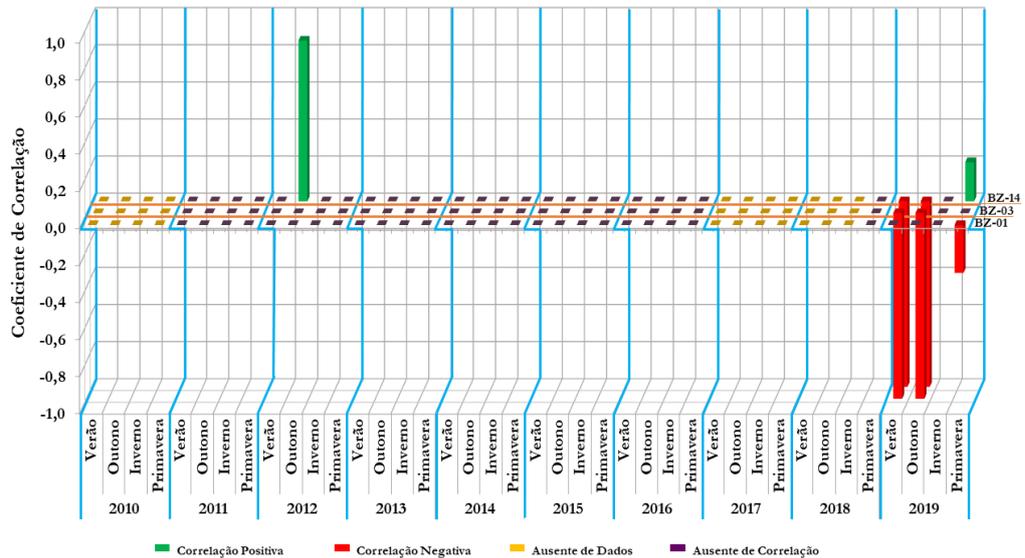
Já no ponto BZ-03 (Manguinhos), os parâmetros se correlacionaram positivamente na maior parte do período avaliado, atingindo (1) (Muito forte) no outono de 2013 e no verão de 2014. Se comparado com os resultados de correlação do PTM BZ-01, constata-se um número bem maior de aferições, além de uma maior predominância de correlações positivas (15 contra apenas 4 negativas). Pode-se observar certa similaridade entre as conformações e tendências de correlação envolvendo os PTM BZ-03 e BZ-14, de forma bem distinta aquelas constatadas ao se analisar o PTM BZ-01, cabendo destacar que BZ-01 e BZ-14 situam-se na mesma praia (Praia Rasa), enquanto BZ-03 situa-se na Praia de Manguinhos. De maneira análoga à BZ-14, constatam-se em BZ-03 valores mais elevados de correlação na maior parte da década.

Analisando-se o caso específico de BZ-03, pode-se inferir que não houve uma redução das vazões afluentes à ETE concomitante ao aumento da quantidade de bactérias (*Enterococcus*) nesse ponto de monitoramento, que ocorreria em caso de um extravasamento da CTS para a praia. Dessa forma, esse aumento deve ser relacionado a outra causa, como por exemplo a existência de uma outra fonte de poluição pontual próxima e/ou possua influência nesse PTM.

### **BALNEABILIDADE (*ENTEROCOCCUS*) E DBO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ**

No caso das correlações entre a quantidade de *Enterococcus* e a DBO afluente à ETE São José (Figura 11), pode-se observar que tanto no ponto BZ-03 quanto no ponto BZ-14 as correlações foram negativas e muito fortes (-1) no verão e no outono de 2019, indicando um aumento da concentração dessas bactérias em ambos os pontos de monitoramento, concomitantemente a uma redução da DBO afluente à ETE.

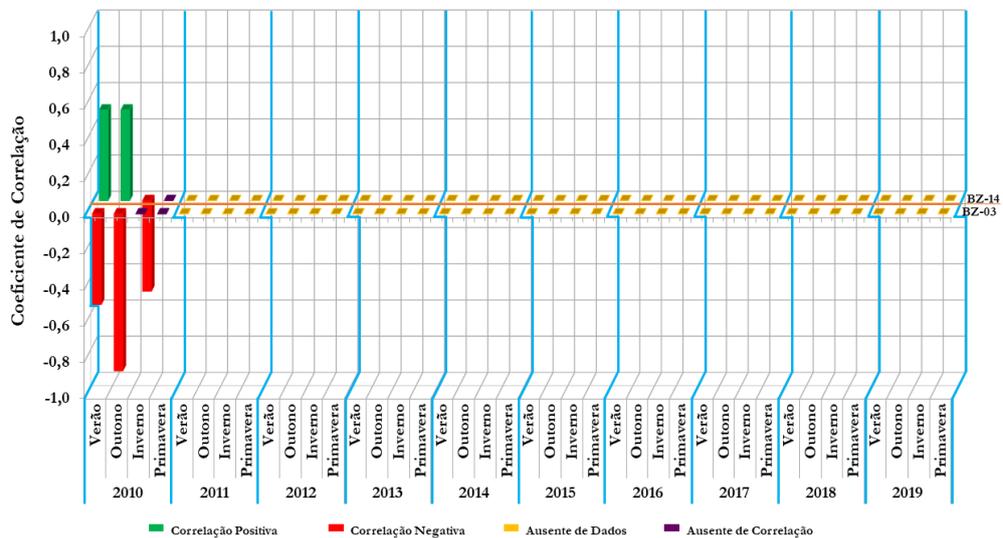
Destaca-se que essas duas estações apresentaram médias de precipitação maiores do que em outras ao longo do período avaliado (Figura 7), com 75 mm na primeira e 120 mm na segunda, o que pode ser um indício da diluição do volume de esgotos em função de maiores precipitações médias. No entanto, no outono de 2012, quando o valor do coeficiente de correlação no ponto BZ-14 foi de 0,866 (forte), a média de precipitação também foi elevada (160 mm), sendo caracterizada também como a terceira maior do período avaliado. De uma maneira geral, porém, tendo em vista a ocorrência de uma grande maioria de casos, tanto de ausência de dados como de ausência de correlação, a análise desse par de indicadores ficou parcialmente comprometida.



**Figura 11:** Correlação entre os parâmetros *Enterococcus* e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) afluyente à ETE São José, por ponto de monitoramento da balneabilidade (BZ 01, BZ 03 e BZ 14) e por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2021, 2022).

### BALNEABILIDADE (COLIFORMES TERMOTOLERANTES) E VAZÃO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ

As correlações envolvendo o parâmetro Coliformes Termotolerantes no ponto PTM BZ-03 e a vazão de esgotos afluyente à ETE São José foram negativas no verão e no outono de 2010, sendo de -0,5 (moderada) na primeira e -0,866 (forte) na segunda (Figura 12).

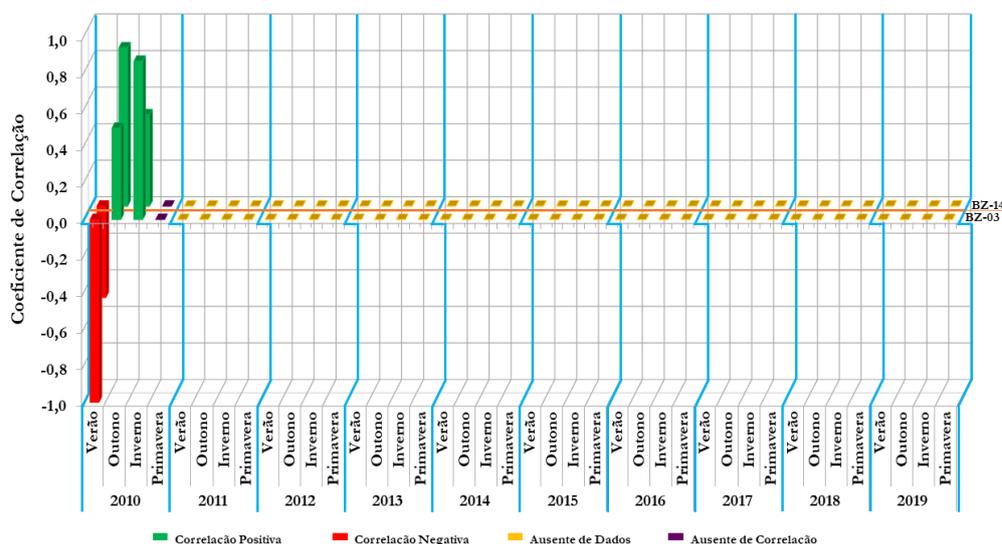


**Figura 12:** Correlação entre os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Vazão Afluyente à ETE São José, por ponto de monitoramento de balneabilidade (BZ 03 e BZ 14) e por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2021, 2022).

Tal constatação indica um crescimento da concentração de Coliformes na praia de Manguinhos, concomitantemente a uma redução da vazão afluyente à ETE. No ponto BZ-14, porém, há apenas correlações moderadas, tendo sido duas positivas no verão e no outono de 2010 (0,5) e uma negativa no inverno de 2010 (-0,5). De uma maneira geral, porém, tendo em vista a ocorrência de uma grande maioria de casos especialmente de ausência de dados, a análise desse par de indicadores ficou comprometida.

### BALNEABILIDADE (COLIFORMES TERMOTOLERANTES) E DBO AFLUENTE À ETE SÃO JOSÉ

As correlações entre Coliformes Termotolerantes nas praias e a DBO afluyente a ETE São José apresentaram resultados similares nos dois PTM em três estações de 2010, sendo negativas no verão e positivas no outono e no inverno (Figura 13).



**Figura 13:** Correlação entre os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) afluente à ETE São José, por ponto de monitoramento de balneabilidade (BZ 03 e BZ 14) e por estação do ano, entre 2010 e 2019. Fonte: Autores, com base em INEA (Instituto Estadual do Ambiente, 2021, 2022).

A intensidade dessa correlação foi muito forte (-1) no ponto BZ-03 e moderada (-0,5) no ponto BZ-14 no verão, moderada (0,5) no ponto BZ-03 e forte (0,866) no ponto BZ-14 no outono, e forte (0,866) no ponto BZ-03 e moderada (0,5) no ponto BZ-14 no inverno. Porém, em praticamente todo o período subsequente (2011 a 2019) a ausência de dados impediu a realização de mais testes de correlação entre esses dois parâmetros, comprometendo, portanto, uma análise mais aprofundada.

## DISCUSSÃO

Intervenções estratégicas, como a ampliação da ETE e a implantação das CTS, contribuíram para aumentar a abrangência e o grau de atendimento do sistema de esgotamento sanitário, sendo uma estratégia compatível com o entendimento amparado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que por sua vez prevê o alcance gradual da qualidade da água superficial requerida por diferentes classes de enquadramento dos corpos d'água, consoante com o planejamento de suas respectivas bacias hidrográficas (Volschan Junior, 2020). Como corroboram os dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2020), tais intervenções no município proporcionaram ainda uma redução de extravasamentos indesejáveis de esgotos para os corpos hídricos e praias locais, embora não cessando-os em sua totalidade.

O evento com grande extravasamento de esgotos ocorrido próximo a CTS Barrinha, em meados de 2015 – que se tornou objeto de uma ação civil pública e processo na agência reguladora dos serviços de saneamento no estado (Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro, 2016) – comprova, na prática, o indicado pela presente análise, com base nos resultados de correlação. Isto é, na ocorrência de chuvas de maior intensidade, pode ocorrer o extravasamento de parte dos efluentes que escoam através da captação de tempo seco, passando, portanto, a não contribuir no aumento da vazão afluente à ETE, a partir do atingimento do seu máximo de capacidade de interceptação.

Segundo Alves et al. (2021), essa é uma das principais fragilidades do emprego desse sistema, fazendo com que a legislação de muitos países desenvolvidos que o utilizam determinem um número máximo de ocorrências, impondo severas restrições ao extravasamento não autorizado de esgotos e exigindo o emprego de dispositivos de detenção e/ou tratamento prévio como levantado por Ferreira (2013). No Brasil, a existência de equívocos quanto conceitos e definições básicas acerca da engenharia dos sistemas urbanos de esgotamento sanitários em instrumentos legais e documentos técnicos torna necessária a revisão de projetos e planos que privilegiam a interceptação de esgotos sanitários em sistemas de drenagem pluvial e de transferência dos mesmos para o sistema separador absoluto, de forma a possibilitar o embasamento necessário a discussão sobre a pertinência e a viabilidade do uso dessa estratégia (Volschan Junior, 2020).

Passerat et al. (2011) destacam a importância do desenvolvimento de estudos de concepção e projetos hidráulico-sanitários de sistemas unitários contar com o apoio de robustos modelos de integração hidrológica, hidráulica e de qualidade de água bem como de se utilizar modelos para o dimensionamento adequado, reduzindo-se os riscos de extravasamentos indesejáveis e poluição dos

corpos hídricos. Porém, no presente estudo, os cálculos voltados à verificação da capacidade do sistema, envolvendo as vazões de esgotos afluentes à ETE e as parcelas da vazão eventualmente extravasadas pela CTS não puderam ser realizados em função da falta dos dados necessários.

No período avaliado, tanto a reduzida disponibilidade de dados como as distintas frequências de aferição dos parâmetros avaliados (vazão e da DBO afluentes à ETE, a precipitação e os indicadores bacteriológicos para caracterização da balneabilidade das praias) influenciaram os testes de correlação. Enquanto as medições de vazão e de precipitação são diárias, as medições de DBO e de balneabilidade das praias são realizadas com frequência semanal ou mensal, não sendo possível determinar-se o dia/data certa em que elas ocorrem em cada mês. Além disso, esse monitoramento é realizado por distintos órgãos e instituições e não possui um viés voltado à análise do impacto socioambiental de eventuais extravasamentos de esgotos que ainda ocorrem em praias do município.

Especificamente quanto à balneabilidade das praias mais próximas as CTS, como as de Manguinhos e Rasa, a ocorrência de correlações positivas entre os parâmetros *Enterococcus* e a vazão de esgotos afluentes à ETE do município em grande parte do período avaliado pode ter relação com a ocorrência de maiores precipitações. Concomitantemente ao aumento da precipitação, houve uma elevação da quantidade dessas bactérias nas praias avaliadas, o que pode estar relacionado ao funcionamento inadequado das CTS na ocorrência de valores acumulados de chuvas mais elevados. Porém, analisando as precipitações diárias ao longo de dois anos (2017/2018) e as vazões afluentes à ETE Búzios entre dias consecutivos, a pesquisa conduzida por Alves et al. (2021) constatou que a ocorrência de variações afluentes a iguais ou superiores a 30 L/s se encontravam dissociados de dias com índices pluviométricos mais elevados.

## CONCLUSÃO

Em Búzios, a utilização conjunta de rede separativa e “mista” (microdrenagem escoando também esgotos sanitários de forma não planejada), empregando sistemas de captação de tempo seco, ocorre desde a década de 2000. Em que pese a análise de indicadores, como os do SNIS, indicar uma expansão e melhoria dos serviços de saneamento básico nos últimos anos, eventuais extravasamentos de esgotos brutos ainda são verificados, atingindo algumas praias do município, em especial a de Manguinhos, sendo objeto de consternação e reclamações por parte da população.

Porém, a partir dos poucos dados disponíveis e dos resultados obtidos pela presente pesquisa, não se pode afirmar que tais não conformidades sejam diretamente relacionadas ao funcionamento das CTS propriamente dito. Esses eventuais extravasamentos podem ser resultantes tanto de um mau funcionamento e/ou dimensionamento incorreto desses sistemas como por outros aspectos. Entre esses, o fato de a rede de drenagem, situada a montante das CTS, não ter sido projetada para funcionar como sistema unitário, escoando, porém, esgotos sanitários ou sua mistura com águas pluviais, favorecendo o acúmulo e a deposição de sedimentos, resíduos e matéria orgânica presentes nos esgotos domésticos nas galerias. Em eventos com maiores precipitações, o aumento das vazões e velocidades de escoamento nessas canalizações pode causar sua movimentação, extravasamento e lançamento desse material nas praias, como naquele de grandes proporções ocorrido em 2015. Dados obtidos junto a PMAB dão conta, inclusive, da carência da manutenção desses sistemas, condição essa básica para seu funcionamento adequado.

O fato de as competências e responsabilidades pelos sistemas de esgoto e de drenagem serem distintas, sendo a Concessionária pelo primeiro e a Prefeitura pelo segundo, contribuiu para dificultar a efetivação dessas atividades de operação e manutenção necessárias aos sistemas de CTS, inclusive (e principalmente) da rede de drenagem situada a sua montante.

De uma forma geral, a insuficiência de dados, mesmo quanto a parâmetros secundários e ao monitoramento e funcionamento das CTS, reduziu o alcance da presente pesquisa. A carência de dados de monitoramento, tanto no que diz respeito às vazões escoadas e/ou extravasadas quanto ao reflexo na qualidade (balneabilidade) dos corpos hídricos (praias), impossibilitou uma análise mais criteriosa da situação. Além de envolver dados levantados por órgãos distintos, como o INEA, a PROLAGOS, a PMAB e o INMET, não há a aferição dos impactos do funcionamento dessas estruturas no sistema de saneamento e no ambiente natural local. As datas das campanhas de coleta de água para análise, por exemplo, não levam em consideração a maior afluência de turistas e/ou a ocorrência de dias de maiores precipitações na região estudada, condições essas que podem afetar consideravelmente o funcionamento das CTS, gerando extravasamentos e conseqüentemente uma piora nas condições de balneabilidade.

Além da baixa frequência do monitoramento da qualidade da água e da balneabilidade das praias através dos PTM disponíveis, esses pontos se encontram afastados tanto dos locais mais utilizados

pelos banhistas como daqueles onde costumam ocorrer os eventuais deságues dos extravasamentos de esgotos nas praias potencialmente afetadas.

Além da necessidade da introdução de melhorias na metodologia de monitoramento do funcionamento do sistema de CTS, notadamente quanto às vazões escoadas e/ou extravasadas atenderem as demandas técnicas, sanitárias e ambientais, os problemas de assoreamento e acúmulo de resíduos na rede de drenagem situada a montante, em função da carência de manutenção, devem ser equacionados. Dessa forma, serão proporcionadas melhores condições de escoamento de esgotos e de águas pluviais nas galerias ao longo de todo o ano, reduzindo-se o impacto destes eventuais extravasamentos nas praias.

A criação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), com base em dados de monitoramento em tempo real de parâmetros relevantes para o sistema de esgotos, como vazões afluentes à ETE, pluviometria, balneabilidade e qualidade da água, que seja alimentado e utilizado pelos diferentes entes envolvidos que dividem responsabilidades relacionadas ao planejamento e a gestão do saneamento no município, pode se configurar como uma medida para aperfeiçoar o funcionamento do sistema, fornecendo maiores subsídios técnicos de forma a mitigar eventuais não conformidades das CTS.

Como potencial desdobramento para esta pesquisa pode ser destacada a realização de estudos empregando uma avaliação mais específica dos resultados de correlação, diferenciada por estação do ano, gerando mais dados acerca do funcionamento do sistema e embasando o desenvolvimento de outras pesquisas sobre o tema. Além disso, pode-se realizar um trabalho mais voltado para o contexto socioambiental da implementação das captações de tempo seco no município, analisando-se a ótica da população, visto que os moradores e usuários das praias são os mais atingidos por possíveis e/ou eventuais falhas e não conformidades em função do funcionamento inadequado desses sistemas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (PIBIC Jr) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pela bolsa concedida à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2017). *Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de [https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoDeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoDeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf)
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2022). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021: Relatório Pleno*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de [https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_2021\\_pdf\\_final\\_revdirec.pdf](https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf)
- Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA. (2016). *Deliberação 3009*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de [https://www.agenersa.rj.gov.br/sites/agenersa/files/arquivos\\_paginas\\_basicas/DELIBERACAO3009.pdf](https://www.agenersa.rj.gov.br/sites/agenersa/files/arquivos_paginas_basicas/DELIBERACAO3009.pdf)
- Alves, S. R. (2022). *Captações de tempo seco: estudo de caso do município de Armação dos Búzios, RJ* (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Alves, S. R., Oliveira, V. B., Souza, A. C., & Obraczka, M. (2021). Sistemas de captação de tempo seco: estudo de caso no município de Armação dos Búzios, RJ. In *Anais do 31º Congresso de Engenharia Sanitária da ABES*. Curitiba: ABES. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://icongresso.abes-dn.itarget.com.br/anais/index/resultado/index/index/cc/9>.
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. (2022). *1º Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente (SaneaRio)*. Rio de Janeiro: ABES. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://sanearioabes.com.br/>
- Baba, R. K., Vaz, M. G. M. S., & Costa, J. (2014). Correlação de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(4), 515-526. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/TJPzfbvqdFbXpvHVkYRTxHk/?lang=pt#>
- Bielschowsky, M. C. (2014). *Modelo de gerenciamento de lodo de Estação de Tratamento de Esgotos: aplicação do caso da Bacia da Baía de Guanabara* (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica & Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Bohrer, C. B. A., Dantas, H. G. R., Cronemberger, F. M., Vicens, R. S., & Andrade, S. F. (2009). Mapeamento da vegetação e do uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 60(1), 1-23. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.scielo.br/j/rod/a/HZyRTDwvyXtp54BttTfGNHs/?lang=pt>

- Britto, A. L. N. P., & Quintslr, S. (2020). Políticas e programas para esgotamento sanitário na metrópole do Rio de Janeiro: um olhar na perspectiva das desigualdades ambientais. *Caderno Metropolitano*, 22(48), 435-456. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.scielo.br/j/cm/a/TCTrYjJF6QbDWQXSWnWJYH/?format=pdf&lang=pt>
- Coe, H. H. G., & Carvalho, C. N. (2010). Seria cabo frio um enclave semiárido no litoral úmido do estado do Rio De Janeiro? In *VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física da Universidade de Coimbra*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://dokumen.tips/documents/seria-cabo-frio-um-enclave-semirido-no-litoral-mido-.html?page=2>
- Coe, H. H. G., Carvalho, C. N., Souza, L. O. F., & Soares, A. (2007). Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio, RJ. *Revista Tamoios*, 3(2). Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/626>
- Dias, A. P. E., & Rosso, T. C. A. (2011). Análise dos elementos atípicos do sistema de esgoto separador absoluto na cidade do Rio de Janeiro. *Engevista*, 13(3), 177-192.
- Fadel, A. W., & Dornelles, F. (2015). Eficiência da interceptação de esgoto sanitário em rede pluvial na bacia do Arroio Capivara – Porto Alegre/RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(4), 970-979. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=156&SUMARIO=5122>
- Ferreira, K. B. (2013). Aplicabilidade de tipos de sistemas urbanos de esgotamento sanitário em função de variáveis climáticas e topográficas (Dissertação de Mestrado). Escola Politécnica & Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli848.pdf>
- Governo do Estado do Rio De Janeiro. (2018). *Strategic plan for integrated urban development of the metropolitan region of Rio de Janeiro* (revised version). Recuperado em 28 de março de 2022, de [http://www.irm.rj.gov.br/arquivos/Resumo-executivo-Plano-Metropolitano-vers%C3%A3o-digital\\_EN-2-compressed.pdf](http://www.irm.rj.gov.br/arquivos/Resumo-executivo-Plano-Metropolitano-vers%C3%A3o-digital_EN-2-compressed.pdf)
- Instituto Estadual do Ambiente – INEA. (2021). Relatórios de Acompanhamento de Efluentes entre 2010 e 2019: Estação de Tratamento de Esgoto do município de Armação dos Búzios.
- Instituto Estadual do Ambiente – INEA. (2022). Indicadores bacteriológicos das praias do município de Armação dos Búzios entre 2010 e 2019.
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. (2021). *Banco de dados meteorológicos: estação pluviométrica automática de Arraial do Cabo entre 2010 e 2019*. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://bdmep.inmet.gov.br/>
- Instituto Trata Brasil – ITB. (2017). Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Rio de Janeiro. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://tratabrasil.org.br/beneficios-economicos-e-sociais-da-expansao-do-saneamento-no-rio-de-janeiro%EF%BF%BC/>
- Mansur, K., Guedes, E., Alves, M. G., Nascimento, V., Pressi, L. F., Costa Junior, N., Pessanha, A., Nascimento, L. H., & Vasconcelos, E. (2012). Geoparque costões e lagunas do estado do Rio de Janeiro (RJ). Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17154>
- Nuvolari, A. (2011). Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. 2. ed. São Paulo: Blucher. 562 p.
- Obraczka, M., & Leal, I. F. (2015). Ligações domiciliares: desafios à real cobertura das redes de esgoto. *Revista Hydro*, 32-37. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.arandanet.com.br/assets/revistas/hydro/2015/agosto/index.php>
- Obraczka, M., Pinto, S. O. M., Marques, C. F., & Ohnuma Junior, A. A. (2019). Emprego de indicadores na avaliação do saneamento – Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul. *Revista Internacional de Ciências*, 9(1), 3-21. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/34288/29035>
- Odebrecht Ambiental. (2015). *Inovações na Universalização da Coleta de Esgoto - Unidade Mauá, SP. Categoria: Automação e Eficiência*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://drive.google.com/file/d/1TgtQY0XLNHjg7bMmwXo8JxVJ4lBpZqw/view?usp=sharing>
- Passerat, J., Ouattara, N. K., Mouchel, J., Vincent Rocher, & Servais, P. (2011). Impact of an intense combined sewer overflow event on the microbiological water quality of the Seine River. *Water Research*, 45(2), 893-903. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2010.09.024>
- Pereira, L. F. M., & Primo, P. B. S. (2005). *Plano da Bacia Hidrográfica da Região dos Lagos e do Rio São João*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://www.cbhlagossaojoao.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Plano-Bacia-LSJ.pdf>
- Pereira, L. F. M., Capodeferro, M., Canedo, P., & Miguez, M. (2023). *Cinturão Metropolitano da Guanabara - um estudo conceitual*. Fundação Getulio Vargas. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/33335>

- Prolagos. (2021, 09 de abril). *Carta Prolagos PRO-2021-000677-CTE. Resposta ao ofício 010-2021 – PMAB*. Prolagos: São Pedro da Aldeia.
- Rodrigues, P. S., Motta, S. L., & Obraczka, M. (2020). Comparação de custos de assentamento de redes de esgoto. *Revista DAE*, 68(222), 20-35. Recuperado em 28 de março de 2022, de <http://revistadae.com.br/site/artigo/1853-Comparacao-de-custos-de-assentamento-de-redes-de-esgoto>
- Rosso, T. C. A., & D'alcântara, W. B. (2006). Análise hidráulica do sistema de esgotamento sanitário da bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 11(3), 211-222. Recuperado em 28 de março de 2022, de
- Sales, E. J. C. G., & Alves, F. D. (2010). O lugar do turismo em armação dos Búzios – RJ: ordenamento territorial e questões socioespaciais. In *Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul. Saberes e fazeres no turismo: Interfaces*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de [https://www.uces.br/ucs/tplSeminTur2010/eventos/seminario\\_de\\_pesquisa\\_semintur/anais/gt05/arquivos/05/O%20Lugar%20do%20Turismo%20em%20Armacao%20dos%20Buzios%20-%20RJ%20Ordenamento.pdf](https://www.uces.br/ucs/tplSeminTur2010/eventos/seminario_de_pesquisa_semintur/anais/gt05/arquivos/05/O%20Lugar%20do%20Turismo%20em%20Armacao%20dos%20Buzios%20-%20RJ%20Ordenamento.pdf)
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. (2020). *Série Histórica: armação dos Búzios*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>
- Toledo, L. M., Wall, F. C. M., Obraczka, M., & Salomão, A. L. S. (2021). Avaliação dos indicadores de saneamento e da qualidade das águas dos tributários do sistema lagunar de Maricá, RJ. In C. E. S. Paniagua (Ed.), *Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária* (pp. 229-243). Ponta Grossa: Atena Editora. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://cdn.atenaeditora.com.br/documentos/ebook/202104/1ae54f80dd812b8b17af40884298dd076f883c78.pdf>
- Tsutiya, M. T., & Alem Sobrinho, P. (2011). *Coleta e transporte de esgoto sanitário* (3. ed.). Rio de Janeiro: ABES. 548 p.
- Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente – DRHIMA. Fundação COPPETEC; Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE, 2018. *Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de estruturas de captação de esgotos sanitários em tempo seco (CTS) e de tratamento de deflúvios poluídos (UTR) no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro. Relatório Técnico – Bacia Zona dos Canais. Relatório Final do Estudo de Engenharia*. Recuperado em 28 de março de 2022, de [https://www.agenersa.rj.gov.br/sites/agenersa/files/arquivos\\_paginas\\_basicas/relatoriozonadoscanais.pdf](https://www.agenersa.rj.gov.br/sites/agenersa/files/arquivos_paginas_basicas/relatoriozonadoscanais.pdf)
- Veról, A. P., Miguez, M. G., Tardin-Coelho, R. H., Battemarco, B. P., Rutigliani, V. A., & Costa, D. C. (2020). Proposição do sistema de coleta em tempo seco em Arraial do Cabo (RJ) para melhoria da qualidade ambiental. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 8(59), 82-100. Recuperado em 28 de março de 2022, de [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/2385](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2385)
- Volschan Junior, I. (2020). The challenge of dry-weather sewage intakes as a sustainable strategy to develop urban sanitation in the tropics. *Water Practice & Technology*, 15(1), 38-47. Recuperado em 28 de março de 2022, de <https://iwaponline.com/wpt/article/15/1/38/71648/The-challenge-of-dry-weather-sewage-intakes-as-a>
- Volschan Junior, I. (2022). Desafios e oportunidades para a aplicação da estratégia de captação de esgotos sanitários em tempo seco. In *1º Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente (SANEARio)*. Recuperado em 2 de fevereiro de 2023, de <https://sanearioabes.com.br/wp-content/uploads/2022/04/13.04-Mesa-01.04-Isaac-Volschan.pdf>
- Von Sperling, M. (2011). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos* (4. ed.). Belo Horizonte: Editora UFMG.

#### **Contribuições dos autores:**

Victor Borges de Oliveira: Redação do artigo; Estruturação da metodologia; Coleta e análise de dados; Desenvolvimento da pesquisa.

Marcelo Obraczka: Redação do artigo; Estruturação da metodologia; Desenvolvimento da pesquisa.

Skarlat Reynnelly Alves: Coleta e Análise de dados; Desenvolvimento da pesquisa.

Ana Cecília Monteiro de Souza: Desenvolvimento da pesquisa.