



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE

DIAGNOSIS OF THE RECREATIONAL WATER SUITABILITY CONDITIONS OF THE BEACHES IN THE MUNICIPALITY OF ARACAJU, SERGIPE, BRAZIL

Yago Bispo Santos

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental; Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS); yagobs2009@hotmail.com

Ma. Carina Siqueira de Souza

Orientadora e docente do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental; Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS); carina.souza@ifs.edu.br

Resumo: A contaminação por efluentes urbanos de rios que fluem do continente em direção ao mar é um problema recorrente nas cidades litorâneas brasileiras. Em 2021, Aracaju apresentou índice atendimento de esgoto de 55,24%. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo avaliar as condições de balneabilidade das praias do município de Aracaju, de 2019 a 2022. A metodologia consistiu na verificação do período de monitoramento da qualidade das águas, na identificação do tempo em que as praias permaneceram próprias, observação dos momentos de maior degradação, verificação da correlação do impacto das precipitações na qualidade das águas, avaliação anual da balneabilidade, constatação das praias mais suscetíveis à presença de esgoto e identificação de fontes poluidoras. As praias permaneceram balneáveis durante praticamente todos os anos estudados e têm tendência de classificação anual em boas ou regulares. Fevereiro, outubro e dezembro são os períodos de maior degradação. Os feriados e datas festivas tendem a impactar negativamente na balneabilidade, no entanto, assim como as precipitações, não desempenham papel determinante. A Praia dos Artistas compreende as maiores concentrações médias de coliformes, a do Robalo as menores. Os lançamentos clandestinos nos canais de drenagem é uma das principais fontes poluidoras desses ambientes. Sugere-se a utilização dos enterococos como parâmetro de qualidade em substituição aos coliformes termotolerantes. Este estudo contribui para a sociedade, ao informar as praias com as melhores condições no ano para a balneabilidade, e para a comunidade científica, ao criar um retrato temporal da qualidade dessas águas.

Palavras-chave: Coliformes termotolerantes; indicadores fecais; monitoramento ambiental; qualidade das águas; recreação de contato primário.

Abstract: Contamination by urban effluents from rivers flowing from the continent towards the sea is a recurring problem in Brazilian coastal cities. In 2021, Aracaju had a sewage service rate of 55.24%. Thus, this study aims to evaluate the recreational waters conditions of the beaches in the municipality of Aracaju from 2019 to 2022. The methodology involved verifying the monitoring period of water quality, identifying the time in which the beaches remained suitable, the moments of greatest water degradation, the assessing of the correlation between the precipitations and the water quality impact, annual evaluation of the bathing capacity, verification of the beaches more susceptible to the sewage presence, and identification of polluting sources. The beaches remained suitable throughout practically all the years studied and tend to be classified annually as good or regular. February, October, and December are the periods of greatest degradation. Holidays and commemorative periods tend to have a negative impact on bathing, however, like rainfall, they do not play a decisive role. Artistas' beach has the highest average concentrations of coliforms, while Robalo's beach the lowest. Clandestine releases into drainage channels are among the main polluting sources in these environments. It is suggested to use enterococci as a quality parameter to replace thermotolerant coliforms. This study contributes to society by providing information about the beaches with the best bathing conditions throughout the year, and to the scientific community by creating a temporal portrait of the quality of these waters.

Keywords: Thermotolerant coliforms; fecal indicators; environmental monitoring; water quality; primary contact recreation.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

INTRODUÇÃO

A urbanização é o processo de formação ou ampliação das áreas urbanas, em contraposição às áreas rurais. Tal processo intensificou-se no Brasil a partir da segunda metade do século XX, resultado da estruturação da industrialização do país, com destaque para a década de 70, quando a população residente nas cidades brasileiras ultrapassou pela primeira vez o número de habitantes no campo (FARIA, 2015).

Entre as consequências que o crescimento populacional traz consigo, compreende-se o aumento da demanda por necessidades como alimentação, habitação, abastecimento de água, serviços de saúde, afastamento de dejetos, entre outros. A busca por atender essas necessidades leva o homem a utilizar-se dos ambientes naturais, modificando-os (MOTA, 1999).

Nesse sentido, a ordenação do crescimento urbano é essencial para evitar que sua influência sobre o meio ambiente se torne prejudicial aos habitantes. Dessa forma, a expansão das cidades e o crescimento populacional deveriam ser acompanhados da ampliação de infraestrutura urbana responsável por propiciar melhores condições de vida. A não implantação da infraestrutura e o crescimento desordenado das cidades, sem considerar as características naturais do ambiente, resultam no surgimento de áreas com condições sanitárias e de habitação precárias, ausência de serviços essenciais à vida nas cidades e poluição do meio ambiente (MOTA, 1999).

No território brasileiro, a urbanização desordenada é um dos principais elementos responsáveis pela diminuição do nível da qualidade ambiental das cidades, assim como pela redução da quantidade e qualidade das águas disponíveis no país (MESQUITA; SILVESTRE; STEINKE, 2017).

Para Libânio (2018), de forma global, a principal causa da poluição dos corpos hídricos é o crescimento populacional verificado nas últimas décadas, cuja consequência mais perceptível se caracteriza pelos impactos inerentes às atividades industriais, agrícolas, pecuárias e à ocupação urbana. Em face desse contexto, houve o favorecimento da contaminação das águas por metais potencialmente tóxicos, além do uso intensificado de agrotóxicos e fertilizantes e o aumento da geração de esgotos domésticos.

Explorando a problemática do gerenciamento dos efluentes sanitários no Brasil, é relevante destacar que, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referentes ao ano de 2021, mais de 90 milhões de habitantes enfrentavam a ausência de acesso ao serviço de esgotamento sanitário no país. Na região nordeste, essa realidade atingia 69,80% dos cidadãos. Em Sergipe, aproximadamente 61,7% da população



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

urbana não contava com rede de esgotamento e somente 34,9% do efluente sanitário gerado no estado era tratado (SNIS, 2022).

Considerando esse cenário, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) estima que apenas 39% da carga orgânica é removida dos efluentes gerados diariamente no Brasil. O aporte de esgoto nos corpos hídricos sem o devido tratamento compromete a qualidade das águas, especialmente próximo às áreas urbanas, podendo inviabilizar o atendimento aos usos desses recursos hídricos. No país, o excesso de carga orgânica comprometeu a qualidade de mais de 110 mil quilômetros de trechos de rios (ANA, 2017).

Diante desse panorama, é um problema recorrente nas cidades litorâneas brasileiras a contaminação, por efluentes urbanos, de rios que fluem do continente em direção ao mar (PADILHA *et al.*, 2017). Além disso, a principal forma de aporte de efluente nos ambientes costeiros se dá através de córregos e canais (CETESB, 1996 apud MONTONE, 2008). Esse fluxo é preocupante, pois as praias brasileiras são utilizadas para recreação e lazer, e a sua contaminação comprometeria economicamente diversos municípios por afetar diretamente as atividades turísticas (ANA, 2005; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018). Uma vez que, conforme apontado pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), as condições sanitárias dos municípios tendem a ter estreita relação com a qualidade das águas para a recreação, visto que a abrangência do sistema de coleta e disposição dos efluentes gerados nas proximidades, a potencial contaminação direta ou indireta de rios ou córregos que afluem ao mar e o aumento do volume de efluentes gerados durante os períodos de temporada são alguns dos fatores que contribuem para a presença de esgoto nas praias (IMA, 2022; CETESB, 2020).

Aracaju é a capital do estado de Sergipe, fica localizada no litoral (IBGE, 2016), possui nove praias que são usufruídas pela população aracajuana e por visitantes, e é uma cidade cujo território é recortado por córregos naturais que sofreram transformações ao longo do seu processo de urbanização (PMA, 2014; SANTOS, 2012; MALTA, 2018). Acerca da evolução desse município, Mota e Souza (2021) acreditam que se caracterizou pela expansão urbana desordenada e predatória. Para Silva *et al.* (2016), Aracaju cresce de forma desestruturada, e a ausência do planejamento urbano na cidade tem reflexo na deficiência do sistema de saneamento básico, o que resulta no lançamento excessivo de efluente doméstico nos canais de águas pluviais da capital, promovendo a proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Sendo assim, o tema proposto neste estudo foi formulado considerando que, no ano de 2021, o município de Aracaju apresentava índice de atendimento de esgoto de 55,24%, ao passo que de todo o efluente gerado na capital do estado de Sergipe, 36,11% não eram coletados e



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

tratados (SNIS, 2022), e que, no estado de Sergipe, o monitoramento da balneabilidade das águas é de responsabilidade da Administração Estadual do Meio Ambiente (Adema).

Tendo em vista o cenário exposto, este estudo teve como objetivo avaliar as condições de balneabilidade das praias do município de Aracaju, no período de 2019 a 2022.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, relaciona a proteção da saúde, a garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida ao controle da poluição, que deve levar em consideração a classe de qualidade ambiental dos corpos hídricos e seus usos preponderantes (CONAMA, 2005).

Entre os usos prioritários da água destacados nessa resolução, encontram-se: abastecimento para consumo humano, dessedentação de animais, harmonia paisagística, preservação ou proteção do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, irrigação, atividade de pesca, navegação, aquicultura e recreação de contato primário ou secundário (CONAMA, 2005).

A recreação de contato primário é aquela em que os usuários têm contato direto e prolongado com a água, como na prática de atividades de natação, mergulho e esqui-aquático, e à qualidade da água para essa finalidade de uso dá-se o nome de balneabilidade (CETESB, 2020).

Os benefícios potenciais para a saúde e bem-estar proporcionados pela exposição a ambientes aquáticos costeiros e de água doce incluem o relaxamento, a mitigação dos efeitos das ilhas de calor urbanas, o favorecimento à prática de exercícios físicos, o incentivo ao tempo de qualidade com amigos e familiares, o prazer estético, entre outros (WHITE *et al.*, 2020).

No Brasil, o CONAMA, através de sua Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000, estabelece critérios para a avaliação da balneabilidade das águas, as quais podem ser classificadas em duas categorias, próprias ou impróprias, onde a primeira engloba três subcategorias: excelente, muito boa ou satisfatória (CONAMA, 2000).

A avaliação da qualidade sanitária das águas para o uso recreativo tem como principal parâmetro a concentração de microrganismos indicadores de contaminação fecal, cujo procedimento de amostragem ocorre num período de cinco semanas consecutivas (Quadro 1). As coletas devem sempre ser realizadas em locais com isóbata de um metro e maior concentração de banhistas (CONAMA, 2000).



Quadro 1 – Categorias de qualidade da água para fins recreativos de contato primário.

Categoria		Coliforme Termotolerante (UFC/100 ml) ¹	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml) ¹	Enterococos (UFC/100 ml) ¹
Própria	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais do conjunto de amostragem	Máximo de 200 em 80% ou mais do conjunto de amostragem	Máximo de 25 em 80% ou mais do conjunto de amostragem
	Muito Boa	Máximo de 500 em 80% ou mais do conjunto de amostragem	Máximo de 400 em 80% ou mais do conjunto de amostragem	Máximo de 50 em 80% ou mais do conjunto de amostragem
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80% ou mais do conjunto de amostragem	Máximo de 800 em 80% ou mais do conjunto de amostragem	Máximo de 100 em 80% ou mais do conjunto de amostragem
Imprópria		Superior a 1.000 em mais de 20% do conjunto de amostragem	Superior a 800 em mais de 20% do conjunto de amostragem	Superior a 100 em mais de 20% do conjunto de amostragem
		Superior a 2.500 na última amostragem	Superior a 2.000 na última amostragem	Superior a 400 na última amostragem

Fonte: CONAMA, 2000.

Baseando-se nos resultados do monitoramento semanal, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo elaborou abordagem para avaliação da qualidade anual das praias, categorizando-as de acordo com o tempo em que elas foram classificadas como excelentes, próprias ou impróprias (CETESB, 2022).

O Instituto Estadual do Ambiente (INEA), do estado do Rio de Janeiro, utiliza critério parecido, onde estabelece um valor de 0 a 10 para classificar a qualidade das águas das praias no ano, chamado de nota de balneabilidade anual. Para isso, o instituto leva em consideração o total de boletins de qualidade das águas emitidos nesse período, o número deles classificados como próprios e a quantidade de microrganismos bioindicadores fecais por 100 ml de água. De acordo com a nota, as praias são categorizadas em péssima, ruim, regular, boa ou excelente (INEA, 2018).

¹ Unidade Formadora de Colônia por 100 ml de água.



Ademais, a Organização Mundial da Saúde (OMS) utiliza abordagem que qualifica os ambientes costeiros com base na apreciação de dois critérios principais. O primeiro envolve a inspeção sanitária da área com a finalidade de verificar a suscetibilidade à contaminação fecal. O segundo compreende a avaliação da qualidade microbiológica das águas, as quais são classificadas em quatro grupos relacionados ao risco de contrair gastroenterite e doenças respiratórias febris, o que é determinado em função do percentil 95 da concentração de enterococos intestinais, ou seja, a concentração que é superada por apenas 5% do conjunto de amostragem, considerando um mínimo de 60 e preferencialmente 100 amostras de água. Essa abordagem resulta na categorização das praias em cinco níveis: muito ruim, ruim, regular, boa ou muito boa (WHO, 2021).

Quanto ao emprego de microrganismos como indicadores de qualidade de água, é uma prática adotada, principalmente, por conta da extrema dificuldade de avaliar todos os mais importantes microrganismos patogênicos na água e, por esse motivo, recorre-se à identificação dos organismos indicadores de contaminação, na interpretação de que sua presença aponta o contato com matéria de origem fecal e, conseqüentemente, o risco da presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2006).

Nesse sentido, o uso dos coliformes como bioindicadores fecais é o mais usual, pois são bactérias que habitam o trato intestinal de animais de sangue quente e são diariamente liberadas em grandes quantidades nas fezes humanas, o que garante altas concentrações desses microrganismos nos esgotos domésticos e aumenta a possibilidade de determinar sua presença nas análises de qualidade de água, cujas técnicas de detecção são rápidas e econômicas. Outra vantagem é que os mecanismos utilizados nas estações de tratamento de água e de esgoto visando a eliminação dos coliformes são os mesmos empregados para as bactérias patogênicas, tornando o processo de remoção de um associado ao do outro (LIBÂNIO, 2018; VON SPERLING, 2017). Além disso, a resistência apresentada pelos coliformes é apenas ligeiramente superior à maioria das bactérias causadoras de doenças entéricas, o que contribui para evitar resultados falsos negativos ou falsos positivos quanto à presença desses patógenos nos corpos d'água (CHRISTOVÃO, 1974 apud VON SPERLING, 2017).

Contudo, os coliformes, de forma geral, também podem ser encontrados naturalmente em solos e vegetação não poluídos, de tal forma que o grupo dos coliformes totais engloba grande rol de bactérias ambientais, além daquelas de origem fecal. Subdivisão desse grupo, os coliformes termotolerantes incluem, predominantemente, o gênero *Escherichia*, e em menor grau, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*. Porém, somente a bactéria da espécie *Escherichia coli* dá garantia de contaminação exclusivamente fecal, o que vem reforçando sua utilização



como bioindicador desse tipo de contaminação (LIBÂNIO, 2018; VON SPERLING, 2017; CONAMA, 2000).

As bactérias do gênero *Enterococcus*, por sua vez, pertencentes ao grupo dos estreptococos fecais, além de também serem endêmicas de animais de sangue quente (CONAMA, 2000; USEPA, 2021), destacam-se por possuir maior tolerância à salinidade do que os membros dos coliformes termotolerantes, incluindo a *Escherichia coli*, o que colabora para que apresentem melhor desempenho como indicadores de risco para a saúde humana em águas recreativas marinhas (BYAPPANAHALLI *et al.*, 2012).

O risco à saúde associado à balneabilidade está relacionado à probabilidade de ingestão ou contato com águas contaminadas com efluentes sanitários, contribuindo para a ocorrência de doenças devido a presença de microrganismos patogênicos oriundos dos dejetos humanos (FUNASA, 2019), a exemplo da amebíase, ascaridíase, cólera, giardíase (VITOR *et al.*, 2021), hepatite A (LAMEGO, 2018), gastroenterite, febres tifoide e paratifoide (PAIVA; SOUZA, 2018), assim como doenças não associadas ao trato intestinal, como conjuntivite, otite, doenças de vias respiratórias (CETESB, 2020), leptospirose, verminoses e dermatites (IBGE, 2020a).

Dessa forma, com o propósito de controlar a poluição fecal, a infraestrutura de saneamento básico nos municípios litorâneos apresenta-se como um parâmetro fundamental, e em consonância a isso, os índices de coleta e tratamento de esgoto influenciam de forma direta as condições de balneabilidade, por justamente diminuírem a probabilidade de aporte de efluente doméstico nas praias (CETESB, 2022).

Ainda assim, a presença de cursos d'água afluindo diretamente a uma determinada praia caracteriza circunstância de suspeição quanto à qualidade da água para o uso recreativo, devido ao potencial lançamento clandestino de esgoto em córregos e galerias de drenagem (CETESB, 2018). Tal cenário foi verificado em alguns estudos, como o realizado por Tiusso *et al.* (2018) no período de setembro de 2017 a janeiro de 2018, na praia do Guaiúba, no município de Guarujá/SP, onde os autores concluíram que a impropriedade das águas para a recreação de contato primário sofreu colaboração dos valores elevados de coliformes nos canais de drenagem que chegam ao mar.

De forma análoga, Mélo (2021) destaca que, apesar de não haver lançamento de efluente doméstico *in natura* no ambiente costeiro do município de João Pessoa/PB, a presença de ligações clandestinas no sistema de coleta e manejo das águas pluviais urbanas acaba por impactar a qualidade da água do mar das praias Manaíra e Cabo Branco, tornando-as impróprias para banho a maior parte do ano.



Outros fatores que também influenciam a balneabilidade das águas são a afluência turística, os índices pluviométricos, a fisiografia das praias e as condições de maré (SANTANA; VERDE; REIS, 2020). Arcos, Silva e Cunha (2020), por exemplo, em análise da água doce da praia do Rio Negro, no Amazonas, atribuíram os efeitos negativos em um dos pontos de amostragem ao fluxo de banhistas e embarcações, visto que o local não estaria sujeito à contaminação por efluentes oriundos da capital do estado.

A interferência antrópica nas condições de balneabilidade também foi observada por Silva *et al.* (2019) em estudo realizado de 2012 a 2018 na praia fluvial do Jacaré, em Cabedelo/PB, onde constataram a influência direta na qualidade da água provocada pela presença e atividade de bares próximos ao recurso hídrico monitorado.

Por outro lado, no período pandêmico causado pelo vírus SARS-CoV-2, Böer *et al.* (2023) identificaram menor densidade de *Escherichia coli* e diminuição significativa de pontos impróprios, quando comparado ao período pré-pandêmico, na praia de Canasvieiras, no município de Florianópolis/SC, potencialmente, retrato da diminuição no fluxo de turistas e redução de efluentes domésticos que viriam a contaminar as águas da praia, o que ocorre por sobrecarga dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, seus extravasamentos ou ainda por ligações clandestinas na rede de drenagem pluvial.

A melhora nas condições de balneabilidade no período de pandemia refletiu-se também no estado da Paraíba, que mais que dobrou o número de praias que permaneceram ininterruptamente próprias ao longo de um ano, o que se sucedeu no intervalo de novembro de 2019 a novembro de 2020 (PITOMBO, 2020).

Quanto aos efeitos que os fatores naturais podem exercer na qualidade das águas, Alves *et al.* (2019) observaram que o aumento do volume de chuva reflete negativamente na balneabilidade da praia de Ondina, em Salvador/BA, devido ao aumento da vazão de rios e canais de drenagem contaminados com lançamento clandestino de esgoto.

No mesmo contexto, Batista e Harari (2016) afirmam que por conta da geomorfologia da região, o sistema de correntes das enseadas do Flamengo e Palmas, no município de Ubatuba/SP, não confere uma elevada capacidade de diluição e dispersão de efluentes, o que pode resultar na presença de poluentes em concentrações acima dos níveis naturais, trazendo riscos à saúde dos banhistas.

Ademais, Valentini *et al.* (2021) identificaram que os maiores percentuais de praias impróprias nos municípios de Garopaba, Imbituba e Laguna, em Santa Catarina, se deram em condições de maré baixa e de chuvas intensas. Os autores reforçam que as chuvas intensas



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

podem atuar carreando substâncias das ruas e avenidas das cidades para o mar e que as condições de maré podem dificultar a dispersão desses elementos, reduzindo a autodepuração.

De forma similar, a CETESB (2020) atribuiu o aumento no número de praias com condições sanitárias inadequadas para o uso recreativo no estado de São Paulo, ocorrido em 2019, aos altos índices pluviométricos concentrados, principalmente, no primeiro trimestre do ano. A companhia salienta que, embora a infraestrutura de saneamento básico seja essencial no controle da poluição fecal, precipitações intensas tendem a se sobrepor a esses efeitos positivos e impactar a qualidade das águas. O que ocorre justamente porque parte da poluição dos corpos hídricos se deve ao escoamento superficial das águas pluviais em áreas urbanas, as quais transportam significativas cargas poluidoras até esses corpos receptores (VENTURINI, 2015).

Com relação à cidade de Aracaju/SE, Moreira e Messias (2020), ao realizarem análise ambiental da paisagem das regiões de canais de drenagem de águas pluviais do município, constataram a presença de efluente sanitário mesmo em localidades com excelente cobertura do serviço de esgotamento, detectando, por vezes, a descarga de águas residuais *in natura* de forma clandestina nos canais. Além disso, Padre e Brandão (2018), em diagnóstico da eficiência das estações de tratamento de esgoto da região metropolitana de Aracaju, concluíram que todas elas apresentaram não conformidades relacionadas a aspectos como falta de manutenção, equipamentos inoperantes, problemas na etapa de desinfecção, falta de segurança e excesso de vegetação. Considerações corroboradas por Santana e Albuquerque (2018), que também alertaram para a falta de manutenção e má execução da etapa de desinfecção em todas essas estações de tratamento, o que consequentemente impacta a qualidade do efluente e o volume tratado, e acaba por não remover de forma adequada os microrganismos da água a fim de reduzir a ocorrência de doenças na população e a poluição dos corpos receptores. Dessa forma, as situações supracitadas são preocupantes ao considerar a capacidade dos rios e sistemas de drenagem atuarem como importantes condutores de poluição aos ambientes costeiros, podendo assim afetar a balneabilidade de suas águas (CÂNDIDO, 2019).

MATERIAL E MÉTODOS

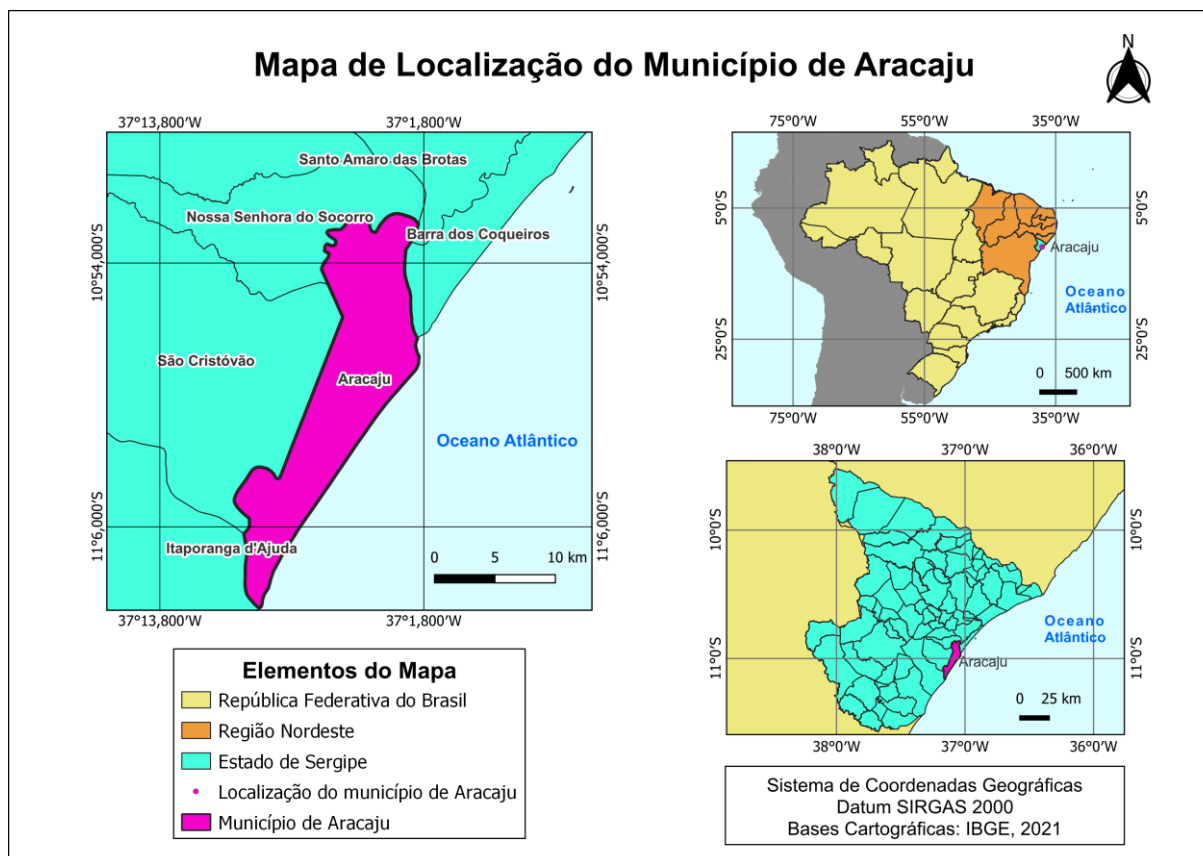
- Caracterização da área de estudo

O município de Aracaju (Figura 1) abrange área de 182,163 km² (IBGE, 2021a) e localiza-se na mesorregião do leste sergipano (IBGE, 2021b), sob as coordenadas geográficas 10°54'48" S e 37°03'05" W (IBGE, 2021a). Nossa Senhora do Socorro ao norte, Barra dos



Coqueiros e Santo Amaro das Brotas a leste, Itaporanga d'Ajuda ao sul e São Cristóvão a oeste limitam a capital sergipana (ARACAJU, 2014; SERGIPE, 1954).

Figura 1 – Localização do município de Aracaju.



Fonte: IBGE, 2021c.

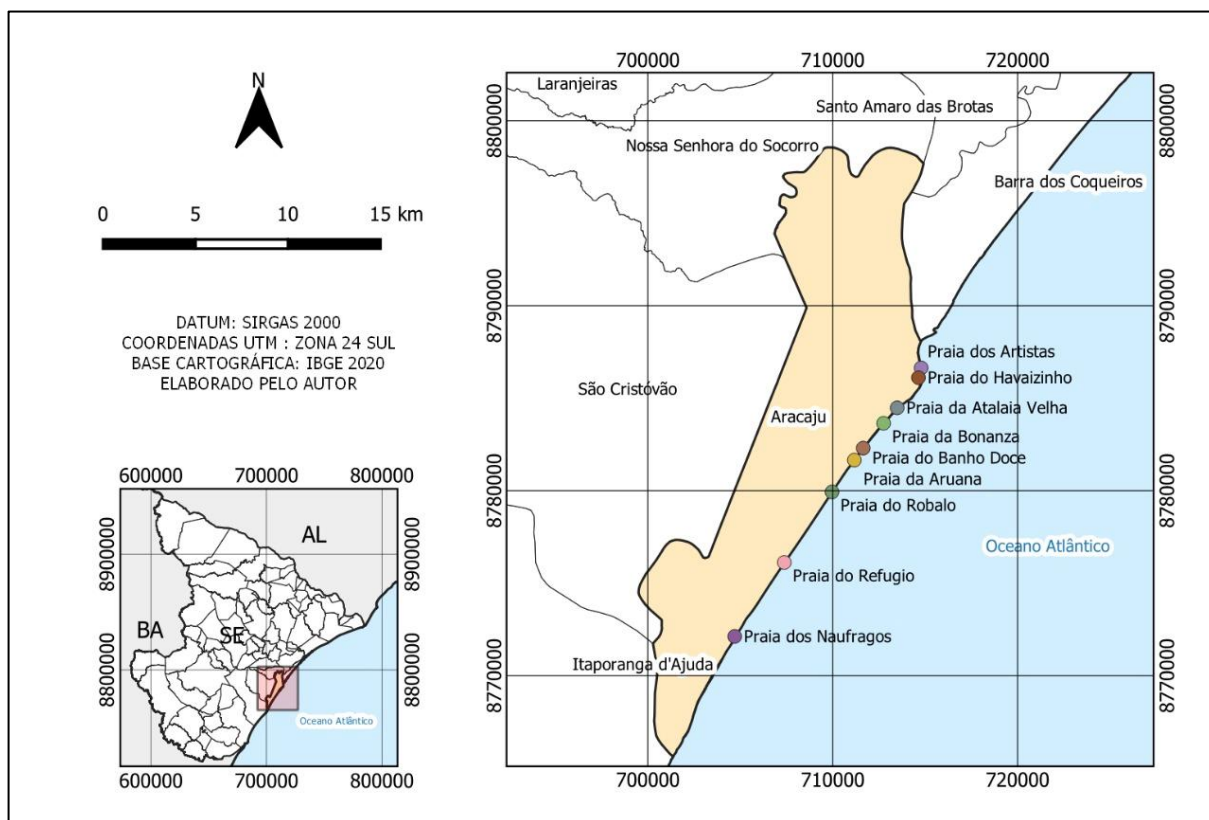
As principais atividades econômicas de Aracaju são o comércio, a indústria, a extração de petróleo e a produção de gás natural (MENDONÇA; SILVA, 2021). No turismo, destaque para o segmento de sol e praia, que atrai visitantes principalmente do nordeste e sudeste brasileiro (BÖDEKER, 2021).

O município está inserido nas bacias hidrográficas dos rios Sergipe e Vaza-Barris (IBGE, 2021d), é banhado de leste a sudeste pelo Oceano Atlântico (SANTOS, 2015) e possui linha de costa de aproximadamente 24 km de extensão (RODRIGUES; DOMINGUEZ, 2017).

- Coleta dos dados

No estado de Sergipe, o monitoramento da balneabilidade é realizado pela Administração Estadual do Meio Ambiente (Adema). O órgão ambiental avalia a qualidade sanitária das águas de vinte praias sergipanas, onde nove delas estão situadas no território de Aracaju e cujas localizações são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Localização das praias do município de Aracaju monitoradas pela Adema.



Fonte: IBGE, 2020b.

As condições de balneabilidade das praias monitoradas são publicadas em boletins semanais na página eletrônica do órgão ambiental, de onde foram coletados. No período de 2019 a 2022, foram disponibilizados 101 boletins, os quais indicam se as regiões avaliadas se encontravam adequadas para o banho e trazem os respectivos resultados das análises de coliformes termotolerantes das amostras coletadas.

Adicionalmente, através do *website* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram obtidos os dados da precipitação na capital sergipana, referentes ao monitoramento realizado por estação meteorológica automatizada, identificada pelo código A409, localizada nas imediações do Parque Augusto Franco, no Bairro Jardins, sob as coordenadas geográficas 10°57'09" S e 37°03'16" W. Porém, devido a falhas apresentadas no monitoramento dessa estação, apenas estavam disponíveis informações das precipitações no período de janeiro de 2019 a novembro de 2021, e especificamente dos meses de outubro e dezembro de 2022. As falhas nos demais meses foram preenchidas com dados retirados do *website* do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), alusivos ao monitoramento meteorológico efetuado por estação automatizada identificada pelo código 280030802A, situada nas adjacências da Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

(SERHMA), no Bairro Inácio Barbosa, e posicionada nas coordenadas geográficas 10°56'52.0" S e 37°04'26.9" W.

- Análise dos dados

A compilação dos dados dos boletins publicados pela Adema e sua organização em planilha eletrônica do Excel (Anexo A) permitiram a classificação da balneabilidade das águas costeiras em um total de 139 semanas (Apêndice A).

Essas informações viabilizaram a determinação do período efetivo de monitoramento da qualidade das águas para os anos estudados e possibilitaram a identificação da proporção de tempo em que as praias de Aracaju estiveram adequadas para banho ao longo desse período, bem como o registro dos momentos em que ocorreram as maiores deteriorações na qualidade das águas.

A relevância dessas informações decorre do fato de que grandes lacunas no monitoramento tendem a produzir conclusões distorcidas quanto ao tempo em que esses recursos hídricos se encontraram factualmente balneáveis, assim como em relação aos resultados relacionados as suas classificações anuais.

Após ter delineado o panorama da balneabilidade das praias aracajuanas, realizou-se análise comparativa entre as precipitações mensais em Aracaju e as suas médias acumuladas históricas, com a intenção de apontar disparidades no período seco e chuvoso no município. A análise se baseou em divergências da ordem de 25% da série histórica, para mais ou para menos.

Em seguida, a fim de avaliar o impacto das precipitações na qualidade das águas costeiras, analisou-se o comportamento da concentração dos coliformes termotolerantes, por meio das suas médias geométricas mensais, correlacionando-as com as variações das precipitações acumuladas mensais.

Posteriormente, procedeu-se à avaliação anual da qualidade das praias, de acordo com metodologia da CETESB (2022). Essa abordagem indica a qualidade que as praias apresentaram com maior constância no ano, categorizando-as em cinco classes: ótima, boa, regular, ruim ou péssima. O Quadro 2 apresenta os critérios utilizados na classificação.

A metodologia deste estudo englobou ainda a constatação das praias mais suscetíveis à presença de esgoto, baseando-se nas médias geométricas anuais de coliformes termotolerantes. Por fim, através do *software* Google Earth Pro, foram identificadas algumas das possíveis fontes poluidoras do ambiente costeiro aracajuano.

Quadro 2 – Critérios da classificação anual das praias, segundo metodologia da CETESB.

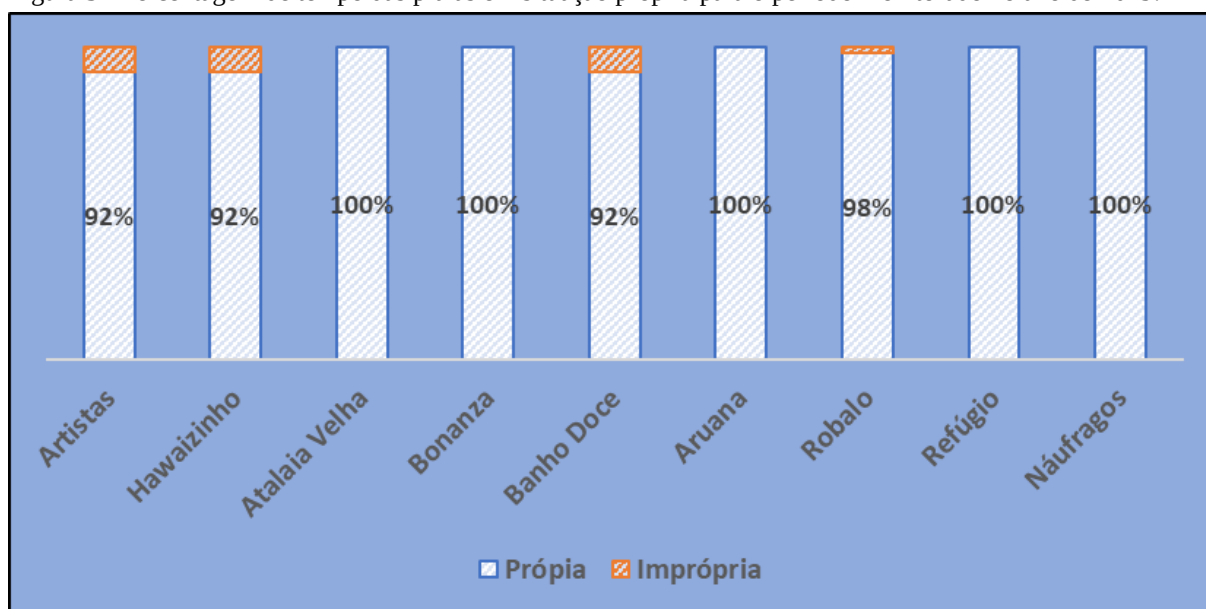
Ótima	Praias classificadas como excelentes em 100% do ano
Boa	Praias classificadas como próprias em 100% do ano exceto quando classificadas como excelentes
Regular	Praias classificadas como impróprias em até 25% do ano
Ruim	Praias classificadas como impróprias entre 25% e 50% do ano
Péssima	Praias classificadas como impróprias em mais de 50% do ano

Fonte: CETESB, 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados coletados da Adema, em 2019, o monitoramento da qualidade das águas englobou 50 das 52 semanas do ano, sendo esse o período em que houve a maior quantidade de dados coletados. As lacunas no monitoramento, no entanto, englobaram o feriado do Dia Mundial do Trabalho, em que é esperada maior concentração de banhistas nas praias e, principalmente, o feriado prolongado do Carnaval, em que se espera o aumento de turistas na cidade. No período monitorado, as praias se encontraram balneáveis durante todo o ano, com exceção das praias dos Artistas, Hawaizinho e Banho Doce, que permaneceram impróprias durante algumas semanas dos meses de outubro e novembro, e a Praia do Robalo que apresentou imprópriedade em uma única semana de 2019 (Figura 3).

Figura 3 - Percentagem de tempo das praias em situação própria para o período monitorado no ano de 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023).



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

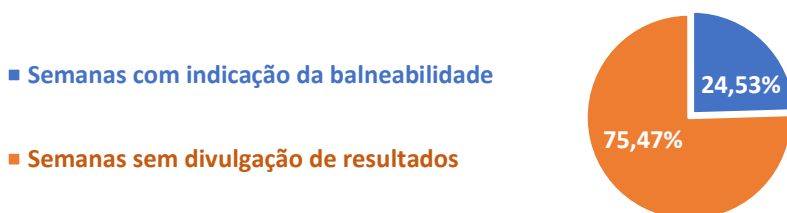
Campus Aracaju

Em agosto desse mesmo ano, houve o incidente do aparecimento de manchas de óleo nas praias do litoral nordestino, que resultou, por meio do Decreto Estadual nº 40.451 de 5 de outubro de 2019 (SERGIPE, 2019), na declaração de emergência na faixa costeira dos municípios sergipanos atingidos pelo derramamento do produto químico. Tal episódio, no entanto, não tornou as praias de Sergipe impróprias para banho segundo a Administração Estadual do Meio Ambiente, cuja recomendação aos banhistas foi para que apenas evitassem o contato com a substância (BARBOSA, 2019). No entanto, é importante ressaltar que a Resolução CONAMA nº 274/2000 é taxativa ao estabelecer que a presença de óleo capaz de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação é uma das ocorrências que tornam uma água imprópria para fins de balneabilidade (CONAMA, 2000).

No ano de 2020, o monitoramento foi realizado apenas no primeiro trimestre (Figura 4) em razão das medidas adotadas no combate à disseminação do vírus SARS-CoV-2, que incluíram a determinação da interdição das praias em 6 de abril, por meio do Decreto Municipal nº 6.111 (ARACAJU, 2020), e da proibição das atividades não essenciais através do Decreto Estadual nº 40.567, de 24 de março de 2020 (SERGIPE, 2020), e suas posteriores prorrogações.

Figura 4 – Percentual do tempo de monitoramento da balneabilidade das praias de Aracaju no ano de 2020.

Monitoramento da Balneabilidade em 2020



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023).

No intervalo monitorado, somente a Praia dos Artistas demonstrou inadequação para atividades recreativas de contato primário, o que ocorreu em uma única semana do mês de fevereiro. No entanto, equivocadamente, a Adema acabou por classificar a praia nesse período como própria para banho.

As condições de balneabilidade das praias aracajuanas voltaram a ser divulgadas no início de 2021, o que permitiu que suas classificações semanais abrangessem aproximadamente 77% do ano. Com relação ao tempo que permaneceram próprias nesse período, apenas as praias do Robalo e Refúgio apresentaram índice abaixo de 100%, conforme indicado na Figura 5.

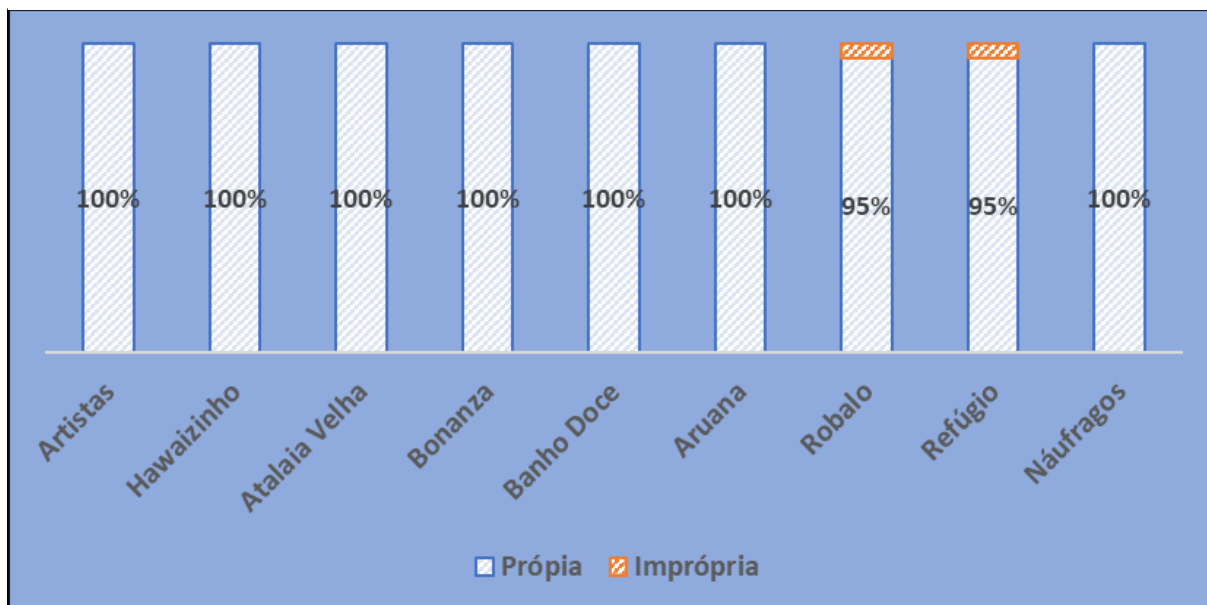


INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

Figura 5 - Percentagem de tempo das praias em situação própria em relação ao período com indicação das condições de balneabilidade no ano de 2021.

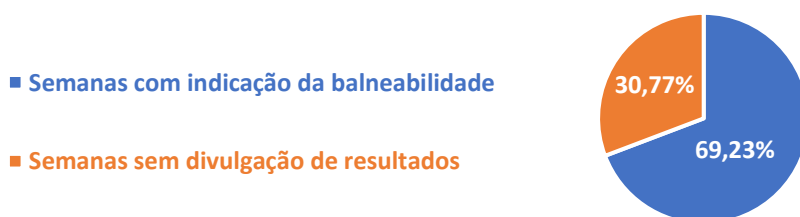


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023).

Em 2022, as praias encontraram-se próprias para práticas recreativas de contato primário em todas as semanas em que houve divulgação das condições sanitárias das águas. No entanto, com exceção do ano de 2020, esse foi o período em que as análises de balneabilidade foram divulgadas com menor frequência (Figura 6), devido a lacunas no monitoramento que perduraram da quarta semana de janeiro à metade do mês de abril, fazendo com que as indicações das condições de banho só voltassem a ser divulgadas a partir da terceira semana do mês de maio. Consequentemente, não houve a divulgação da qualidade das águas, por exemplo, nas semanas dos feriados prolongados do Carnaval e da Paixão de Cristo, datas em que se espera um aumento no fluxo de turistas na cidade e afluência de pessoas nas áreas costeiras.

Figura 6 - Percentual do tempo de monitoramento da balneabilidade das praias de Aracaju no ano de 2022.

Monitoramento da Balneabilidade em 2022

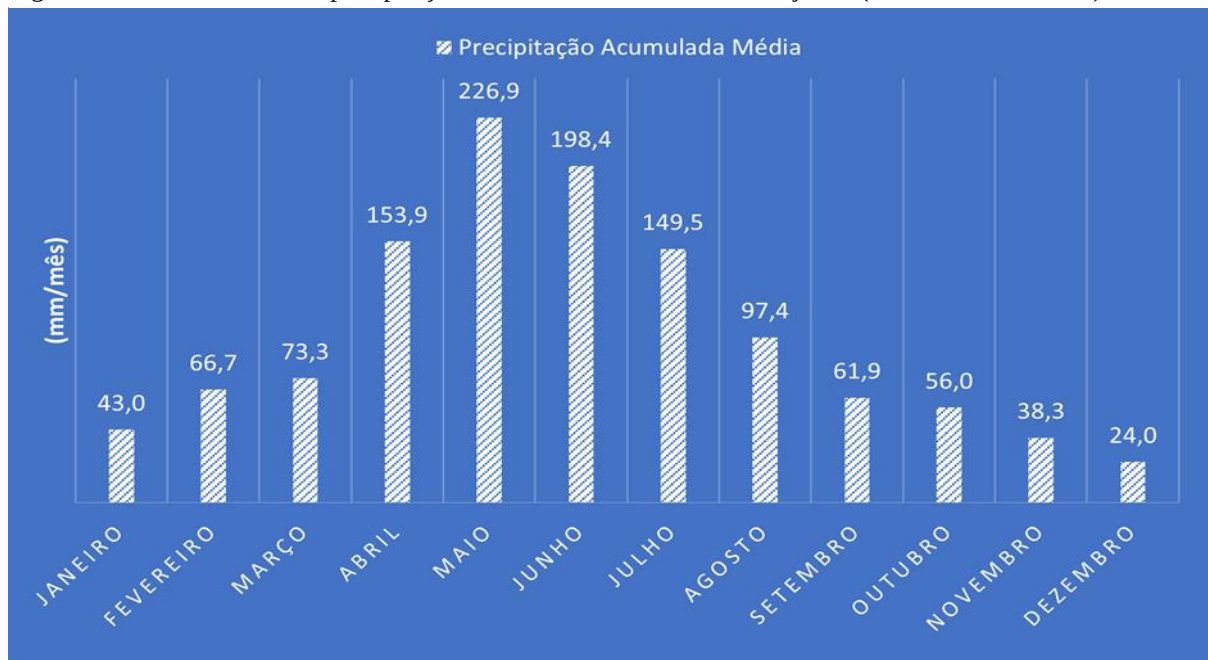


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023).



Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Aracaju possui precipitação acumulada média de 1189,30 mm/ano. Os meses de março a agosto compreendem o período mais chuvoso, com destaque para o mês de maio, cuja precipitação acumulada média é de 226,9 mm. Os meses de setembro a fevereiro compõem a estação mais seca (Figura 7).

Figura 7 - Médias mensais da precipitação acumulada da cidade de Aracaju/SE (Série de 1991 a 2020).



Fonte: INMET, 2021.

A Figura 8 destaca as precipitações acumuladas mensais de 2019 a 2022 em comparação ao acumulado médio mensal da série histórica de 1991 a 2020. Em azul, estão os meses em que o volume registrado de chuva foi inferior a 75% do valor médio da série histórica. Destaque para os meses de fevereiro e junho de 2021, nos quais a precipitação acumulada atingiu, respectivamente, o aproximado a apenas 21% do volume acumulado médio, e 111,80 mm a menos do que o valor de referência para o período.

Figura 8 – Comparação das médias mensais das precipitações acumuladas da série histórica de 1991 a 2020 com as precipitações acumuladas mensais para os anos estudados.

Médias Mensais das Precipitações Acumuladas da Série Histórica (1991 a 2020) x Precipitações Acumuladas Mensais (2019 a 2022)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Histórica	43,00	66,70	73,30	153,90	226,90	198,40	149,50	97,40	61,90	56,00	38,30	24,00
2019	12,60	40,80	132,80	124,60	166,60	290,00	372,20	102,80	95,60	91,00	14,20	8,00
2020	19,00	129,60	187,60	284,60	197,60	274,40	70,00	131,40	45,00	20,00	58,80	8,20
2021	124,40	14,00	72,60	131,00	200,00	86,60	274,20	68,60	50,60	46,40	80,20	60,80
2022	50,60	41,20	197,60	120,20	276,80	261,40	200,60	178,00	76,40	85,00	166,00	45,40

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do INMET (2021; 2023) e Cemaden (2023).

Em laranja, estão os meses em que a precipitação acumulada extrapolou em 25% os valores da média histórica. Destaque para o mês de novembro de 2022, que choveu mais de

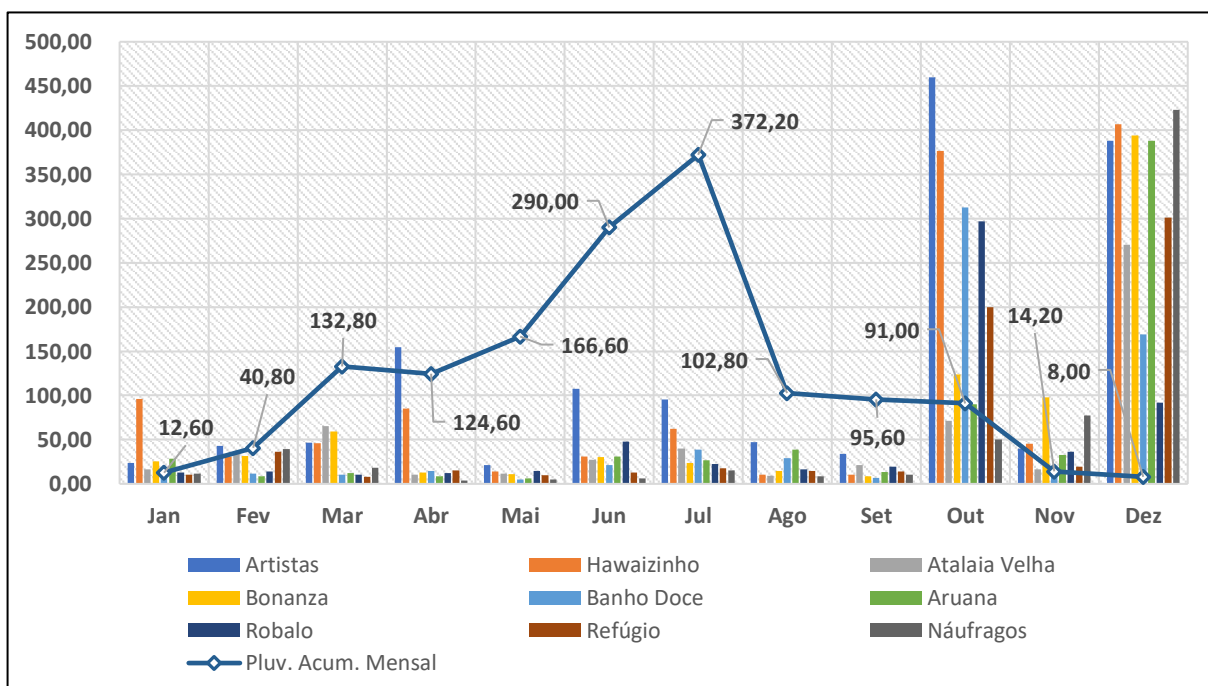


quatro vezes o usual para o período, e o mês de julho de 2019, que registrou acumulado de mais de 370 mm.

Em termos totais, os dois primeiros anos apresentaram volumes semelhantes de chuva, por volta de 1439 mm. Em 2021, a precipitação acumulada teve valor aproximado à média histórica, registrando 1209,40 mm no ano, diferentemente de 2022, ano mais chuvoso do estudo, com volume acumulado de 1699,20 mm. Acerca da distribuição da estação chuvosa nos anos analisados, é possível apontar que em 2019 estendeu-se de março a outubro. Em 2020, englobou o intervalo do mês de fevereiro a agosto, a exceção para o período foi o mês de julho, que registrou baixo valor acumulado. Para 2021, situação atípica especialmente para o mês de janeiro, com alto volume de chuva, e para o último bimestre do ano, com volumes acima do comum, porém, de forma inversa, os meses de junho e agosto contaram com precipitações acumuladas abaixo do usual. Em 2022, os meses de março a agosto apresentaram altos volumes de precipitação acumulada, inclusive, salvo os meses de fevereiro e abril, todos os demais registraram volumes superiores às médias mensais históricas, podendo-se destacar a elevada precipitação acumulada do mês de novembro, geralmente de poucas chuvas.

A fim de correlacionar o impacto das precipitações mensais na balneabilidade das praias, inicialmente elaborou-se a Figura 9 para o ano de 2019, que apresenta as médias geométricas das concentrações de coliformes termotolerantes junto às precipitações acumuladas mensais.

Figura 9 - Média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes (UFC/100 ml) x Precipitação acumulada mensal (mm) para o ano de 2019.



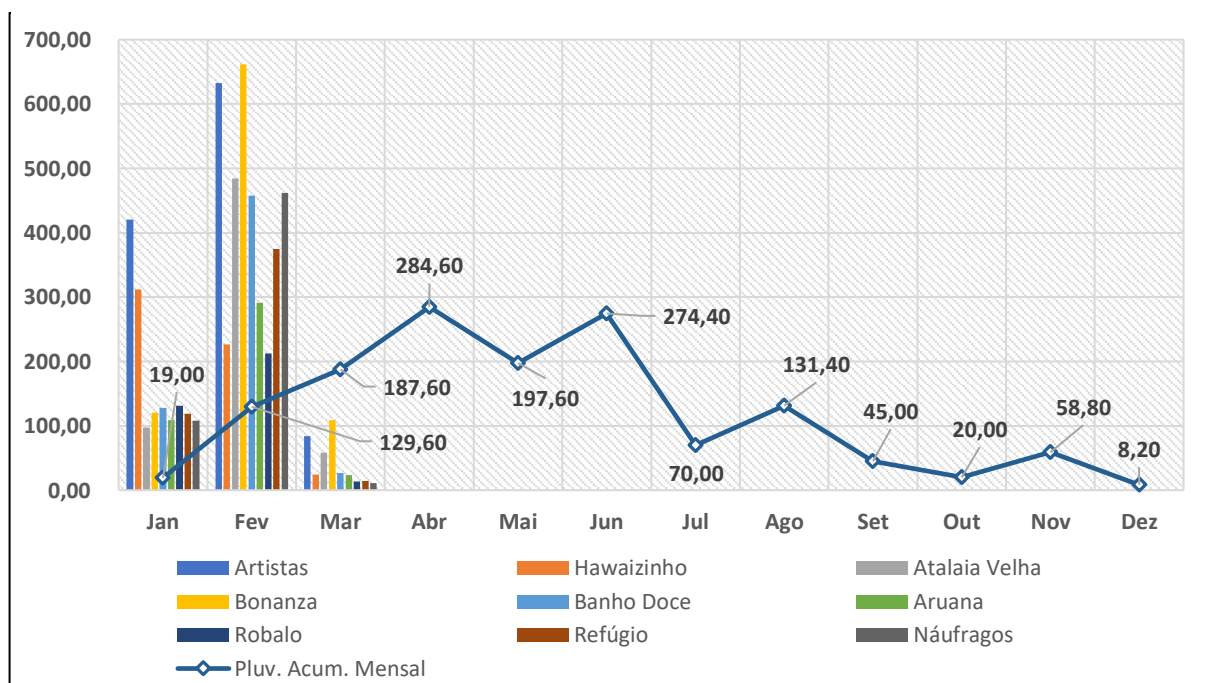
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023), INMET (2023) e Cemaden (2023).



É possível identificar que os picos na concentração dos coliformes ocorreram nos meses de outubro e dezembro para todas as praias, porém, não foi percebida correlação clara entre a ocorrência ou ausência de chuva e alterações na qualidade das águas. É importante salientar que o comportamento apresentado para esses meses é resultado, principalmente, das análises das semanas dos dias 15 a 28 de outubro e das semanas finais de dezembro, e aparenta estar relacionado às datas comemorativas nesses períodos, a saber, o feriado da Padroeira do Brasil, Dia do Professor e Servidor Público, festejados dias 12, 15 e 28, respectivamente. Em dezembro, a comemoração da Padroeira de Aracaju, no dia 8, o início das férias escolares e as festividades do Natal parecem ser os principais motivos do aumento na concentração de coliformes nas águas costeiras, provocado pela afluência de pessoas nas praias nesses feriados e finais de semana correspondentes. Apesar de não apresentarem o mesmo impacto, essa correlação não se limitou a essas datas, visto que houve aumento de coliformes nas praias dos Artistas e Hawaizinho após o feriado da Mudança da Capital do Estado de Sergipe, em 17 de março, na Praia da Aruana após comemoração da emancipação política de Sergipe, no dia 8 de julho, e nas praias dos Artistas e Banho Doce após o Dia dos Pais, em 11 de agosto. Nos demais feriados, esses impactos não foram identificados, provavelmente, por conta do tempo decorrido entre as datas festivas e a coleta das amostras de água, que ultrapassaram o intervalo de um dia.

Para o ano de 2020 (Figura 10), a análise limitou-se ao primeiro trimestre do ano por conta da pandemia da Covid-19.

Figura 10 - Média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes (UFC/100 ml) x Precipitação acumulada mensal (mm) para o ano de 2020.



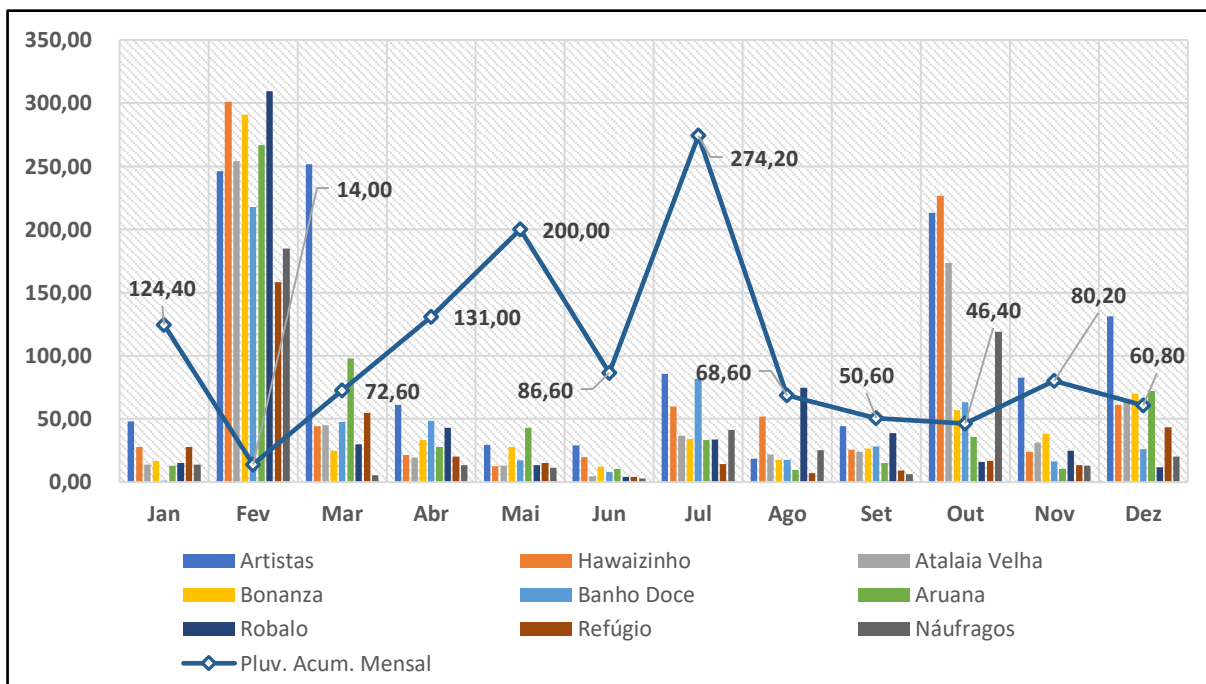
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023), INMET (2023) e Cemaden (2023).



No primeiro mês, as praias dos Artistas e Hawaizinho foram as que apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, o que pode ser resultado da influência do Rio Sergipe, que se encontra mais próximo a essas duas localidades. Para fevereiro, a temporada de festas (PMA, 2020), com o aumento do número de turistas, é possivelmente a principal razão da degradação sanitária das águas recreativas.

No ano de 2021, os meses de fevereiro e outubro apresentaram as maiores médias geométricas das concentrações de coliformes (Figura 11), o que demonstra uma tendência. Para esse ano, identificou-se que em 16 das 21 semanas em que os resultados das análises microbiológicas deram acima de 250 UFC/100 ml, para pelo menos uma das praias do estudo, foi registrado chuva no dia ou na data anterior às coletas das amostras. Por outro lado, a ocorrência de chuva não garante que haverá o aumento da concentração de coliformes nas águas, o que foi observado em 22 datas em que houve precipitação, mas as praias se mantiveram em boas condições. O que é um indicativo que outros fatores têm impacto mais relevante na diluição ou contribuição de esgoto nesses ecossistemas na cidade de Aracaju, como a direção dos ventos ou as condições de maré.

Figura 11 - Média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes (UFC/100 ml) x Precipitação acumulada mensal (mm) para o ano de 2021.



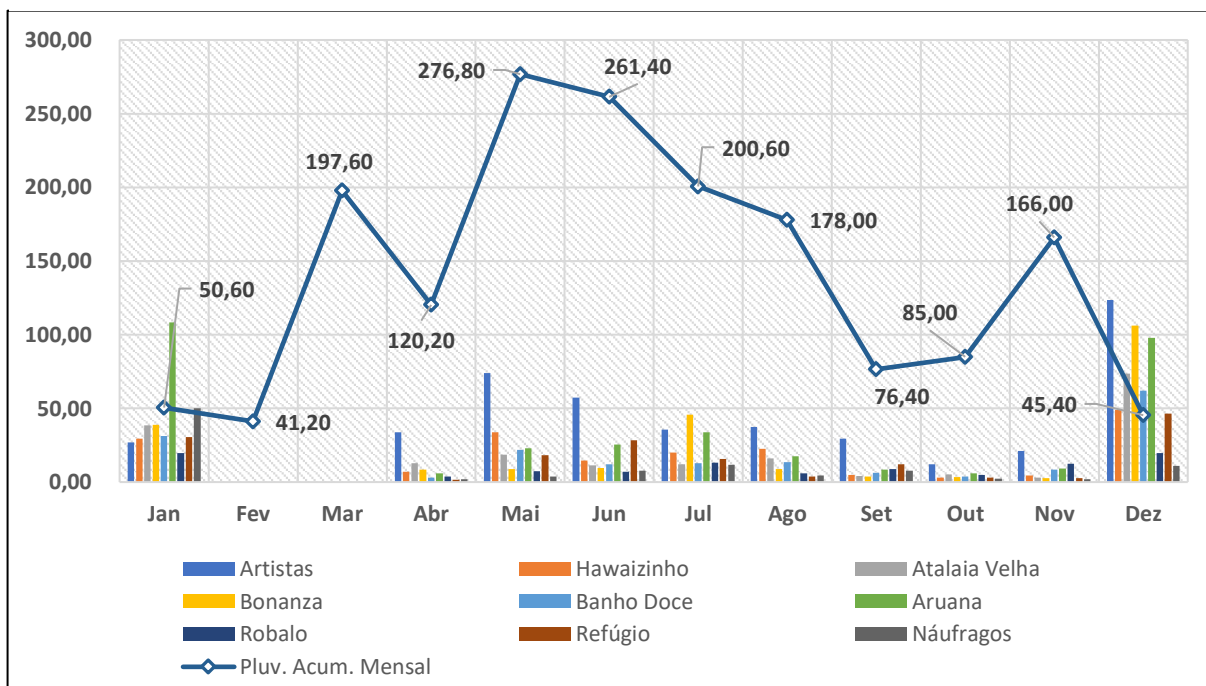
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023), INMET (2023) e Cemaden (2023).

O ano de 2022, apesar de ter apresentado o maior volume de precipitação acumulada, foi o que registrou as menores concentrações de coliformes (Figura 12). Nesse período, praticamente não se percebeu correlação entre os feriados e a degradação na qualidade das



águas recreativas. Como exemplo, mesmo após os feriados prolongados do mês de abril e as festividades juninas, as praias apresentaram concentrações muito baixas de coliformes. O único caso observado foi para a análise do dia 11/07, que pode ter sido influenciada pelo feriado da Emancipação Política de Sergipe, comemorada na sexta-feira do dia 08/07.

Figura 12 - Média geométrica da concentração de coliformes termotolerantes (UFC/100 ml) x Precipitação acumulada mensal (mm) para o ano de 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023), INMET (2023) e Cemaden (2023).

No que diz respeito à qualidade anual (Quadro 3), todas as praias apresentaram resultados satisfatórios, o que já era esperado devido às percentagens de tempo em que se encontraram balneáveis durante os anos estudados. Para 2020, devido à falta de análises em boa parte do ano, por conta do período pandêmico, a classificação deve ser considerada imprecisa.

Quadro 3 – Classificação anual das praias do município de Aracaju, segundo metodologia da CETESB.

Ano	Artistas	Hawaizinho	Atalaia Velha	Bonanza	Banho Doce	Aruana	Robalo	Refúgio	Náufragos
2019	Regular	Regular	Boa	Boa	Regular	Boa	Regular	Boa	Boa
2020	Regular	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
2021	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Regular	Regular	Boa
2022	Boa	Boa	Ótima	Boa	Ótima	Boa	Ótima	Ótima	Ótima

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023).

Em 2021, apesar das classificações serem positivas quando comparadas a 2019, isso se deve à não consideração dos resultados da balneabilidade do período de 4 de janeiro a 15 de fevereiro (Apêndice A), que provavelmente provocariam uma alteração na classificação final,



aproximando-a dos resultados de 2019, o que reforça a importância da realização do monitoramento durante todo o ano.

Da mesma forma, em 2022, apesar de cinco das nove praias serem classificadas como ótima, esse foi o período com a menor quantidade de boletins publicados, o que pode ter influenciado a classificação. Logo, as classificações anuais, para os anos supracitados, devem ser consideradas com ressalvas.

Ainda que próprias para banho durante praticamente todo o tempo monitorado, a presença de coliformes termotolerantes nas análises de qualidade de água é um indicativo do aporte de esgotos sanitários nesses ambientes e, necessariamente, da possibilidade de contaminação por microrganismos associados a efluentes de origem fecal.

Nesse sentido, o Quadro 4 apresenta as médias geométricas anuais da concentração de coliformes termotolerantes, a fim de avaliar as localidades mais suscetíveis à presença de efluentes. Nele, é possível identificar que as praias dos Artistas, Hawaizinho, Atalaia Velha e Bonanza são as que registraram as maiores concentrações desses microrganismos. Por outro lado, as praias dos Náufragos, Refúgios e Robalo oferecem o menor risco de contaminação.

Quadro 4 – Concentração média geométrica anual de coliformes termotolerantes nas praias de Aracaju.

Ano	Artistas	Hawaizinho	Atalaia Velha	Bonanza	Banho Doce	Aruana	Robalo	Refúgio	Náufragos
2019	70,66	47,87	27,96	32,06	22,3	25,77	26,25	22,94	18,08
2020	290,2	128,45	136,25	197,21	116,58	91,41	87,67	88,67	83,45
2021	73,89	44,56	33,26	35,97	30,55	31,28	27,02	19,19	18,03
2022	37,1	13,28	12,97	10,64	12,5	20,14	9,01	10,84	5,7

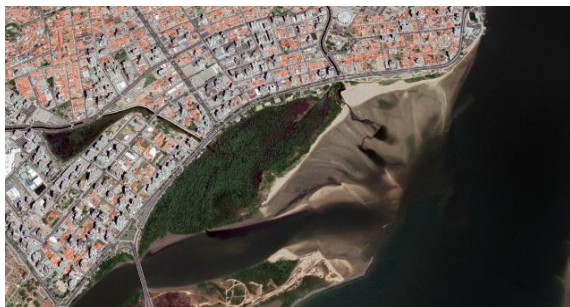
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Adema (2023).

No ano de 2020, os valores elevados foram decorrentes principalmente das medições efetuadas no mês de fevereiro, o que levou a um aumento da média por ser um ano em que o monitoramento se limitou ao primeiro trimestre. Em 2022, houve as menores concentrações de coliformes, o que foi favorecido pelas baixas concentrações observadas no mês de outubro e pela ausência das análises no mês de fevereiro, períodos que tendem a apresentar picos.

Os resultados de 2019 são similares aos de 2021, e levam em conta os resultados das análises microbiológicas de praticamente todo o ano (Anexo A) e são, portanto, os que apresentam as médias mais seguras do estudo.

Com relação as possíveis fontes de aporte de esgoto nas praias da capital sergipana, pode-se citar os lançamentos clandestinos nos canais de drenagem de águas pluviais que deságuam nos rios Poxim e Sergipe, ou diretamente nos ambientes costeiros (Figuras 13 e 14).

Figura 13 – Canal de drenagem do Bairro 13 de Julho e encontro dos rios Poxim e Sergipe.



Fonte: Google, 2023.

Figura 14 – Esgoto do canal de drenagem do Bairro Aruana escoando em direção à praia.



Fonte: Google, 2023.

Em períodos de chuva, o extravasamento de fossas sépticas e de poços de visita das redes de esgotamento sanitário (Figura 15) podem contribuir com a degradação da qualidade das águas ao serem conduzidas aos ecossistemas costeiros. (Figura 16).

Figura 15 – Extravasamento de rede de esgotamento sanitário em região costeira de Aracaju.



Fonte: Google, 2023.

Figura 16 – Indicativo de escoamento de cargas poluidoras às praias.



Fonte: Google, 2023.

Além disso, o lançamento de esgoto nos lagos da Orla de Atalaia (PMA, 2019) e a possibilidade de contaminação das áreas alagáveis da região litorânea de Aracaju, devido ao extravasamento de fossas sépticas dos condomínios locais, aumentam o risco de deterioração da qualidade das águas recreativas (Figuras 17 e 18).

Figura 17 - Potencial fonte poluidora dos ambientes costeiros.



Fonte: Google, 2023.

Figura 18 – Áreas alagáveis próximas aos condomínios residenciais na região litorânea.



Fonte: Google, 2023.



A despeito do constante lançamento de efluentes sanitários nos canais de drenagem pluviais do município de Aracaju (MOREIRA; Messias, 2020), das limitações no planejamento urbano que tem como resultado a deficiência do sistema de saneamento básico na cidade (SILVA *et al.*, 2016), do baixo índice de atendimento de esgoto na capital sergipana (SNIS, 2022) e das inconformidades apresentadas nas estações de tratamento de esgoto de sua região metropolitana, que acabam impactando a qualidade do efluente tratado que é lançado nos rios da cidade (PADRE; BRANDÃO, 2018; SANTANA; ALBUQUERQUE, 2018), as praias do município de Aracaju apresentam excelentes resultados quanto às condições de banho nessas localidades, estando próprias para fins recreacionais durante praticamente todo o ano.

Os resultados deste trabalho demonstram que, apesar de apresentar a mesma realidade, Aracaju ostenta características diferentes das que observadas por Mélo (2021), em João Pessoa, e por Tiusso *et al.* (2018), na praia de Guaiúba/SP, pois, apesar de também dispor de ligações clandestinas no sistema de coleta e manejo das águas pluviais urbanas, essas não impactam de forma substancial a qualidade da água do mar em Aracaju.

Da mesma forma, as situações registradas por Alves *et al.* (2019), na praia soteropolitana de Ondina, e pela CETESB (2020), em São Paulo, não se repetem para Aracaju, já que o aumento do volume de chuva não se mostrou determinante para afetar negativamente a balneabilidade.

Por outro lado, é possível que outros fatores estejam agindo na redução da quantidade de coliformes termotolerantes lançados pela cidade, a saber, a corrente marítima e o sistema de maré. Este último estudado por Valentini *et al.* (2021) em Santa Catarina, que argumentam, entre outros, que a condição de maré pode influenciar na dispersão dos poluentes.

Por conta disso, a recomendação é que as coletas para as análises microbiológicas sejam planejadas levando-se em conta também as condições de maré, a fim de avaliar a situação de maior risco sanitário, quando o escoamento das águas dos canais de drenagem em direção ao Rio Sergipe e Poxim são, em teoria, facilitados pela circunstância de maré baixa.

Também foi observado uma tendência dos períodos comemorativos e temporadas de férias impactarem na degradação das águas, o que foi verificado principalmente para o ano de 2019. Esta situação, no entanto, não é determinante, como observado em 2022, quando esta correlação não se confirmou.

Acerca do monitoramento realizado pela Adema, pode ser considerado positivo, com uma boa cobertura para os anos de 2019 e 2021, mas que ficou aquém no ano de 2022. É importante ressaltar que, o período de amostragem leva em conta as últimas cinco semanas, a fim de se observar tendências na qualidade das águas e se antecipar ao aumento no risco à saúde



do banhista (IMA, 2022). Por essa razão, as falhas apresentadas em uma dessas semanas podem ter como prejuízo a indeterminação da qualidade das águas das semanas subjacentes, o que ocorreu, por exemplo, quando não se realizou a análise do dia 12/07/2021. Como agravante, seu resultado poderia ter determinado a inadequação para o banho da Praia dos Náufragos no dia 26/07 e da Praia do Hawaizinho no dia 02/08.

É digno de nota o equívoco provocado pelo órgão ambiental no dia 26/02/2020 para a Praia dos Artistas, quando determinou que a localidade se encontrava balneável, apesar dos resultados microbiológicos, em conformidade com as diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente dispostos em sua Resolução nº 274/2000, indicarem o contrário. Tal equívoco ocorreu em uma única ocasião durante os anos estudados, porém, é considerado grave pois coloca a segurança dos banhistas em risco e diminui a credibilidade dos resultados divulgados.

As praias com maior proximidade aos rios Poxim e Sergipe foram as que apresentaram as maiores médias de concentração de coliformes termotolerantes, o que sinaliza que há uma influência desses rios na qualidade das águas costeiras, ainda que não a ponto de torná-las impróprias frequentemente, porém, a presença de esgoto compreende fator de risco à saúde humana por conta dos patógenos a ela associados, o que alerta para a necessidade de medidas de gestão e controle ambientais para mitigar o aporte de efluente nos corpos hídricos e sistemas de drenagem pluvial da cidade.

Quanto à qualidade anual das praias, essa categorização leva em conta apenas a avaliação semanal realizada durante o ano, desconsiderando as concentrações de coliformes, e serve para indicar o comportamento geral daquele ambiente durante o período analisado. Como esperado, todas as praias apresentaram resultados positivos. Como perspectiva, houve praias impróprias em apenas 7 das 139 semanas com indicação de balneabilidade.

No caso do município estudado, a Adema trabalha apenas com os coliformes termotolerantes. Contudo, devido à alta tolerância às condições adversas, crescendo na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. (CONAMA, 2000), o emprego do grupo dos enterococos são mais adequados para avaliações microbiológicas de águas marinhas, além disso, o CONAMA estabelece que os padrões de qualidade referentes aos enterococos aplicam-se, somente, a estas águas, o que significa que o seu uso, na avaliação dos ambientes recreativos de contato primário, é específico para esta finalidade.

Enfim, a metodologia adotada pelos órgãos ambientais brasileiros para determinar balneabilidade não leva em consideração a variabilidade a curto prazo como maré, velocidade do vento, ondas, turbidez, diferentes dias da semana, horário de coleta e recepção de águas urbanas de escoamento superficial (COSTA-DIAS *et al.*, 2018), o que justifica resultados



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

positivos. Entretanto, ainda foram identificados vários picos de coliformes mostrando que há contribuição de efluentes e cabe ao poder público avaliar, através de outros parâmetros microbiológicos, o risco à saúde da população.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as praias de Aracaju se encontram balneáveis durante praticamente todo o ano, com tendência de classificação anual em boas ou regulares. Os meses de fevereiro, outubro e dezembro são os períodos de maior degradação da qualidade das águas costeiras do município. Nesse sentido, os feriados, datas festivas e temporadas de férias tendem a impactar negativamente na balneabilidade dessas águas. No entanto, essa correlação não é absoluta.

As precipitações não desempenham papel determinante nas condições sanitárias dessas águas recreativas, devendo-se observar sua relação em conjunto com outros elementos, como as condições de marés e direção dos ventos.

As praias dos Naufragos, Refúgios e Robalo apresentam as menores concentrações de bioindicadores fecais. Por outro lado, a Praia dos Artistas, Hawaizinho, Atalaia Velha e Bonanza compreendem as maiores concentrações médias de coliformes termotolerantes, possivelmente devido ao fluxo de esgoto lançados nos rios Poxim e Sergipe. Logo, objetivando a segurança dos banhistas e manutenção da qualidade dos ambientes costeiros, é necessário controlar as fontes de poluição de efluentes sanitários, com o aumento do serviço de coleta e tratamento de esgoto no município e sua manutenção, assim como a eliminação do lançamento clandestino de águas residuárias nos canais da capital do estado de Sergipe.

Sugere-se que nas análises de balneabilidade seja utilizado como parâmetro a concentração de enterococos em substituição aos coliformes termotolerantes, devido à elevada resistência desses microrganismos às condições ambientais adversas.

O presente estudo tem sua relevância expressa na sua contribuição para a sociedade, ao passo que informa de forma sucinta as praias com as melhores condições no ano para a balneabilidade, e para a comunidade científica, ao criar um retrato temporal da qualidade dessas águas, permitindo o acompanhamento e comparação ao passar dos anos.

Endossando a continuidade da pesquisa científica, sugere-se os seguintes estudos para prosseguimento deste trabalho: manutenção do acompanhamento das condições das praias em Aracaju; análise dessas informações para outros municípios; realização de análises comparativas utilizando os enterococos como bioindicadores de contaminação; verificação da qualidade das areias das praias; e estudo do impacto das marés na qualidade das águas.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

REFERÊNCIAS

ADEMA. **Balneabilidade**. 2023. Disponível em: <https://www.adema.se.gov.br/balneabilidade-3/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

ALVES, Luciano da Silva; SANTOS, Laís Lage dos; ALVES, Catiana da Silva; TEIXEIRA, Ivo Cruz. **BALNEABILIDADE DA PRAIA DE ONDINA: um estudo sobre a influência da precipitação e a relação com o saneamento básico**. In: ZUFFO, Alan Mario (org.). **Engenharia Sanitária e Ambiental: tecnologias para a sustentabilidade 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. cap. 19. p. 163-171. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/download-file/2265>. Acesso em: 05 jan. 2023.

ANA. **Atlas Esgotos revela mais de 110 mil km de rios com comprometimento da qualidade da água por carga orgânica**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/atlas-esgotos-revela-mais-de-110-mil-km-de-rios-com-comprometimento-da-qualidade-da-agua-por-carga-organica/atlaeesgotosdespoluicaodebaciashidrograficas-resumoexecutivo_livro.pdf/view. Acesso em: 02 fev. 2023.

ANA. **O turismo e o lazer e sua interface com o setor de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2005. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20Turismo%20Lazer.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

ARACAJU. Decreto Municipal nº 6.111, de 6 de abril de 2020. **Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional, decorrente da infecção humana pelo novo Coronavírus (COVID-19), e dá providências correlatas**. Diário Oficial do Município de Aracaju: Poder Executivo, Aracaju, nº 4.375, 6 abr. 2020. p. 1-3. Disponível em: https://transparencia.aracaju.se.gov.br/wp-content/uploads/legislacao/decretos/Decreto_6111_2020COVID19.pdf. Acesso em: 21 mar. 2023.

ARACAJU. Vera Lúcia Alves França. Prefeitura Municipal de Aracaju. **Relatório Final do Diagnóstico da Cidade de Aracaju**. Aracaju: PMA, 2014. 329 p. Disponível em: https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/11/IADB-BR-L1411_WbttEZe.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

ARCOS, Adriano Nobre; SILVA, Jonismar Souza da; CUNHA, Hillândia Brandão da. Grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade em praia de água doce no Rio Negro, Amazonas. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 9, n. 7, p. e238974015, 10 maio 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4015>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4015>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BARBOSA, Anderson. G1. **Mais de 100 toneladas de manchas de óleo são recolhidas em Sergipe**. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2019/10/14/mais-de-100-toneladas-de-manchas-de-oleo-sao-recolhidas-em-sergipe.ghtml>. Acesso em: 28 fev. 2023.

BATISTA, Silvana Simone; HARARI, Joseph. Modelagem da dispersão de coliformes termotolerantes e enterococos em duas enseadas na região costeira de Ubatuba (SP), Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 403-413, 21 nov. 2016.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

FapUnifesp (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016158594>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/F5gRzqFgJLbspCkbkgBD6Sw/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BÖDEKER, Paula da Silva. **Portal eventos Aracaju: Uma ferramenta para potencialização do turismo de negócios e eventos**. 2021. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Turismo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Aracaju, 2021. Disponível em: http://www.ifs.edu.br/images/arquivos/Mestrado_Turismo/TCC_Paula_PPMTUR_vers%C3%A3o_18_de_mar%C3%A7o_ap%C3%B3s_a_banca-imprimir_2.pdf. Acesso em: 20 abr. 2023.

BÖER, Adriana Modolon Vilela; RATEKE, Felipe Nunes; CIPRIANI, Gabriel; MACIEL, Jéssica Imperico; BRENTANO, Débora Monteiro. **BALNEABILIDADE NOS PERÍODOS PRÉ-PANDEMIA E PANDÊMICO DE COVID-19**. *Revista Técnico-Científica do IFSC*, Florianópolis, v. 1, n. 13, p. 1-11, 27 abr. 2023. Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC. <http://dx.doi.org/10.35700/2316-8382.2023.v1n13.3512>. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/3512>. Acesso em: 18 maio. 2023.

BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023.

BYAPPANAHALLI, Muruleedhara N.; NEVERS, Meredith B.; KORAJKIC, Asja; STALEY, Zachery R.; HARWOOD, Valerie J. Enterococci in the Environment. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, [S.L.], v. 76, n. 4, p. 685-706, dez. 2012. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/membr.00023-12>. Disponível em: https://journals.asm.org/doi/10.1128/MMBR.00023-12?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed. Acesso em: 27 fev. 2023.

CÂNDIDO, Pedro Nóbrega. **Avaliação de balneabilidade, impacto multisetorial e cooperação institucional como solução da poluição das praias em João Pessoa**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16927?locale=pt_BR. Acesso em: 24 mar. 2023.

CEMADEN. **Mapa Interativo**. 2023. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CETESB. **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2017**. São Paulo: Cetesb, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2018/06/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-Praias-Litor%C3%A2neas-do-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2017.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2023.

CETESB. **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: Cetesb, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Praias-Litoraneas-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2023.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

CETESB. **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2021**. São Paulo: Cetesb, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2022/10/Relatorio-Praias-Litoraneas-2021.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2023.

CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. **Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras**. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 18, 25 de jan. 2001. Seção 1, p. 70-71. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-ao-publico/legislacao-ambiental/cma/resolucao-conama-no-274.pdf/view>. Acesso em: 15 jan. 2023.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 15 jan. 2023.

COSTA-DIAS, Sérgia; MACHADO, Ana; TEIXEIRA, Catarina; BORDALO, Adriano A. Urban Estuarine Beaches and Urban Water Cycle Seepage: The Influence of Temporal Scales. **Water**, v. 10, n. 2, p. 173, 9 fev. 2018. <https://doi.org/10.3390/w10020173>. Acesso em: 01 maio 2023.

FARIA, Silvia. Processos de urbanização e a sustentabilidade urbana. In: FANTINATTI, Pedro; FERRÃO, André; ZUFFO, Antonio. **Indicadores de Sustentabilidade em Engenharia**: como desenvolver. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>. Acesso em: 28 fev. 2023.

GOOGLE. Google Earth Pro. Versão 7.3.6.9750. Mountain View, CA: Google. Disponível em: https://www.google.com/intl/pt-BR_ALL/earth/about/versions/. Acesso em 20 abr. 2023.

IBGE. **Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil**. 2021d. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=informacoes_ambientais/estudos_ambientais/bacias_e_divisoes_hidrograficas_do_brasil/2021/Bacias_Hidrograficas_do_Brasil_BHB250/tabelas/. Acesso em: 22 abr. 2023.

IBGE. **Bases cartográficas contínuas - Brasil**. 2021c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 18 abr. 2023.

IBGE. **Brasil Político**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_politico.pdf. Acesso em: 20 abr. 2023.

IBGE. **Divisão Territorial Brasileira 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021b. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/divisao_territorial/2021/DTB_2021.zip. Acesso em: 19 abr. 2023.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

IBGE. **Malha Municipal.** 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=33087&t=downloads>. Acesso em: 22 abr. 2023.

IBGE. **Municípios Defrontantes com o Mar.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021a. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/municipios_defrontantes_com_o_mar/2021/Municipios_Defrontantes_com_o_Mar_2021.xlsx. Acesso em: 20 abr. 2023.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017:** Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2020a. 124 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

IMA. **Relatório anual de Balneabilidade 2021/2022.** Florianópolis: IMA, 2022. Disponível em: https://balneabilidade.ima.sc.gov.br/assets/3910_05_Anuario_de_Balneabilidade.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.

INEA. **Ranking de Balneabilidade das Praias Do Estado do Rio de Janeiro 2015 a 2017.** Rio de Janeiro: Inea, 2018. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/Ranking-de-Balneabilidade-de-Praias.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

INMET. **Normal Climatológica do Brasil 1991 – 2020:** Precipitação Acumulada Mensal e Anual. 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/Normal-Climatologica-PREC.xlsx>. Acesso em: 24 abr. 2023.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos.** 2023. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil.** São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2018. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio-Beneficios-do-saneamento-no-Brasil-04-12-2018.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2023.

LAMEGO, Márcia Regina Rocha. **Hepatite A e sua relação com serviços de saneamento básico em Juiz de Fora - MG.** 2018. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018. Disponível em: https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC_M%c3%a1rcia08.12.18-Apos-corre%c3%a7%cc%b5es-banca-1.pdf. Acesso em: 25 jan. 2023.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de águas.** 4. ed., 2ª impressão. Campinas: Átomo, 2018.

MALTA, Judson Augusto Oliveira. **Fitogeografia urbana e condicionantes socioambientais em Aracaju-SE (1978-2018).** 2018. 283 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/10314>. Acesso em: 25 jan. 2023.

MÉLO, Henrique Camões Barbosa de. **Sistema de avaliação da efetividade da gestão costeira das praias recreativas urbanas do município de João Pessoa, Brasil – 2021.** 2021. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estudos Ambientais, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales, Buenos Aires, 2021. Disponível em: <http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/handle/123456789/6217>. Acesso em: 10 mar. 2023.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

MENDONÇA, Jouberto Uchôa de; SILVA, Maria Lúcia Marques Cruz e. **Sergipe Panorâmico: Geográfico, Político, Histórico Econômico, Cultural, Turístico e Social**. Aracaju: Editora Universitária Tiradentes, 2021. Disponível em: <https://editoratiradentes.com.br/sergipepanoramico/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

MESQUITA, Felipe Nunes; SILVESTRE, Karina Serra; STEINKE, Valdir Adilson. Urbanização e degradação ambiental: Análise da ocupação irregular em áreas de proteção permanente na região administrativa de Vicente Pires, DF, utilizando imagens aéreas do ano de 2016. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 10, n. 3, p. 722-734, 2017. GN1 - Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-2295.20170047>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234021/27459>. Acesso em: 2 mar. 2023.

MONTONE, Rosalinda Carmela; BÍCEGO, Márcia Caruso. Indicadores químicos de esgotos. In: BAPTISTA NETO, José Antônio; WALLNER-KERSANACH, Mônica; PATCHINEELAM, Soraia Maia (org.). **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. p. 397-412.

MOREIRA, Flávia Dantas; MESSIAS, Ednarff Correia. Análise ambiental da paisagem urbana na região dos canais de drenagem de águas pluviais em Aracaju/SE. **Expressão Científica**, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 8-15, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/REC/article/download/480/603>. Acesso em: 22 mar. 2023.

MOTA, Luana Santos Oliveira; SOUZA, Rosemeri Melo e. Cenários ambientais prospectivos para a gestão da paisagem costeira urbana em Aracaju/SE. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 33, p. 1-18, 1 fev. 2021. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/56305/30932>. Acesso em: 27 jan. 2023.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Abes, 1999.

PADILHA, Simone Rosa; DALMAS, Fabricio Bau; VARGAS, Reinaldo Romero, COSTA, Renata Aparecida; SAAD, Antonio Roberto. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DA ENSEADA (BERTIOGA/SP), NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2004 E 2013. **Revista Geociências - UNG-Ser**, Guarulhos, p. 25-45, fev. 2017. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/2950>. Acesso em: 03 mar. 2023.

PADRE, Igor Vieira; BRANDÃO, Louise Francisca Sampaio. Diagnóstico da eficiência das estações de tratamento de esgotos da região metropolitana de Aracaju. **Expressão Científica**, Aracaju, v. 3, n. 2, p. 18-21, out. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/1071>. Acesso em: 23 mar. 2023.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 34, p. 1-11, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/c3DgtD4MPBmxLdpmW8NxBHk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 mar. 2023.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

PITOMBO, João Pedro. **Em meio à pandemia, Paraíba dobra número de praias próprias o ano inteiro**. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/12/em-meio-a-pandemia-paraiba-dobra-numero-de-praias-proprias-o-ano-inteiro.shtml>. Acesso em: 21 mar. 2023.

(PMA), Prefeitura Municipal de Aracaju. **Relatório Final do Diagnóstico da Cidade de Aracaju**. Aracaju: PMA, 2014. Disponível em: https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/11/IADB-BR-L1411_WbttEZe.pdf. Acesso em: 22 jan. 2023.

(PMA), Prefeitura Municipal de Aracaju. **Sema fiscaliza lagos da Orla da Atalaia para identificar degradações ambientais**. 2019. Disponível em: https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/79620/sema_fiscaliza_lagos_da_orla_da_atalaia_para_identificar_degradacoes_ambientais.html. Acesso em: 01 maio 2023.

RODRIGUES, Tais Kalil; DOMINGUEZ, José Maria Landim. Utilização do sistema de modelagem costeira (SMC - Brasil) no estudo da dinâmica do litoral do município de Aracaju - Sergipe. **Revista GeoNordeste**, Aracaju, n. 2, p. 95-116, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/7138/pdf>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SANTANA, Giselle Fernanda Costa de; ALBUQUERQUE, Tatiana Máximo Almeida. Comparação dos métodos de tratamento de esgoto mais utilizados para a análise de uma hipotética universalização do saneamento básico na cidade de Aracaju. **Expressão Científica**, Aracaju, v. 3, p. 30-33, out. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/REC/article/view/362/303>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SANTANA, Leonardo Silvério Gonçalves de; VERDE, Mariane Reis Vila; REIS, Renato Barbosa. SANEAMENTO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL: uma análise do subúrbio ferroviário de Salvador (BA). **Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, Goiânia, v. 6, n. 1, p. 8135, 24 set. 2020. Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC Goiás. <http://dx.doi.org/10.18224/baru.v6i1.8135>. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/baru/article/view/8135>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SANTOS, Alizete dos. **Riscos geomorfológicos e hidrológicos em Aracaju**. 2012. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4146/1/ALIZETE_SANTOS.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

SANTOS, Juliana Souto. **Espaço geográfico e territórios de conflitos: demarcação e posse da Zona de Expansão Urbana de Aracaju/SE**. 2015. 288 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/5448>. Acesso em: 22 abr. 2023.

SERGIPE. Decreto Estadual nº 40.451, de 5 de outubro de 2019. **Declara situação de emergência na faixa litorânea do Estado de Sergipe, afetada por DERRAMAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS EM AMBIENTE MARINHO (COBRADE 2.2.2.2.0), e autoriza o Estado de Sergipe a solicitar e receber ações de socorro e de assistências às vítimas, decorrente de desastre parcialmente identificado, nos termos do Decreto Federal nº 7.257, de 04 de agosto de 2010, e dá providências correlatas**. Diário Oficial do Estado de Sergipe: Poder Executivo, Aracaju, n. 28.288, 7 out. 2019. p. 1. Disponível em: <https://iose.se.gov.br/portal/visualizacoes/jornal/2124/#e:2124>. Acesso em: 21 mar. 2023.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

SERGIPE. Decreto Estadual nº 40.567, de 24 de março de 2020. **Atualiza, consolida e estabelece novas medidas de enfrentamento e prevenção à epidemia causada pelo COVID-19 (novo Coronavírus) no Estado de Sergipe, e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado de Sergipe: Poder Executivo, Aracaju, n. 28.400, 25 mar. 2020. p. 1-6. Disponível em: <https://iose.se.gov.br/portal/visualizacoes/jornal/3364/#e:3364>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SERGIPE. Lei Ordinária nº 554, de 6 de fevereiro de 1954. **Fixa a Divisão Administrativa e Judiciária do Estado, que vigorará de 1º de janeiro de 1954 a 31 de dezembro de 1958.** Sergipe, 6 fev. 1954. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/se/lei-ordinaria-n-554-1954-sergipe-cria-o-municipio-de-sao-miguel-do-aleixo>. Acesso em: 25 abr. 2023.

SILVA, Jannine Cardoso da; COSTA, Isabel Gonçalo S. da; TRAJANO, Lucas Araujo; CARMONA, Raquel Miranda; OLIVEIRA, Bárbara Freire; SILVA, João Carlos de Miranda e. Condições de balneabilidade da praia do Jacaré, em Cabedelo, PB, a partir da densidade de coliformes termotolerantes como bioindicador de qualidade da água. **ACTA SCIENTIA**, Cabedelo, v. 1, p. 1-8, jan. 2019. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/actascientia/article/view/214>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SILVA, Lucas Vieira da; NAZÁRIO, Joel Alves; SANTOS, Ana Alice Ferreira; MOREIRA, Flávia Dantas; SILVA, Florilda Vieira da. Considerações sobre a qualidade das águas pluviais nos canais de drenagem urbana do município de Aracaju-SE. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE, 13., 2016, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: ABRH, 2016. p. 1-10. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=585>. Acesso em: 23 jan. 2023.

SNIS. **Indicadores e Informações de Água e Esgoto.** Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

TIUSSO, Sheila Potumatti Popovic; ARRUDA, Regina de Oliveira Moraes; SAAD, Antonio Roberto; MORAES, Carolina Leite de. Balneabilidade e saúde Pública da praia do Guaiúba, Guarujá, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 15., 2018, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Poços de Caldas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, 2018. p. 1-5. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/Anais2018/Sa%C3%BAdade,%20Seguran%C3%A7a%20e%20Meio%20Ambiente/477.%20BALNEABILIDADE%20E%20SA%C3%9ADE%20P%C3%9ABLICA%20DA%20PRAIA%20DO%20GUAIA%C3%9ABA,.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2023.

(USEPA), United States Environmental Protection Agency. **National Coastal Condition Assessment 2020: Quality Assurance Project Plan.** Estados Unidos da América: USEPA, 2021. Disponível em: https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/ncca-2020-qapp-version-1.2_20210324.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

VALENTINI, Marlon Heitor Kunst; SANTOS, Gabriel Borges dos; CORRÊA, Bárbara de Lima; FRANZ, Henrique Sanchez; SILVA, Larissa Aldrighi da; LEANDRO, Diuliana. Analysis of the influence of natural factors on the bathing condition of beaches in the cities of Garopaba, Imbituba and Laguna, in the state of Santa Catarina – Brazil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 14, n. 6, p. 3349-3469, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/251339/39850>. Acesso em: 22 mar. 2023.



INSTITUTO FEDERAL

Sergipe

Campus Aracaju

VENTURINI, Maria Alice Amado Gouveia. Impermeabilização do solo e poluição difusa. In: FANTINATTI, Pedro; FERRÃO, André; ZUFFO, Antonio. **Indicadores de sustentabilidade em engenharia: como desenvolver**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

VITOR, Gabriel Alves; LANDO, George André; DUARTE, Carolina de Albuquerque Lima; MARQUES, Daniela de Araújo Viana; D'ANGELO, Isabele Bandeira de Moraes. Saúde e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa sobre a associação das condições de saneamento básico com as doenças de veiculação hídrica. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, p. 1-12, 2 dez. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22913/20557>. Acesso em: 27 fev. 2023.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade da água e tratamento de esgoto**. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

WHITE, Mathew P.; ELLIOTT, Lewis R.; GASCON, Mireia; ROBERTS, Bethany; FLEMING, Lora E. Blue space, health and well-being: A narrative overview and synthesis of potential benefits. **Enviromental Research**. Londres, p. 1-14. set. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935120310665>. Acesso em: 7 fev. 2023.

(WHO), World Health Organization. **Guidelines on recreational water quality volume 1: Coastal and fresh waters**. Genebra: World Health Organization, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240031302>. Acesso em: 23 fev. 2023.

APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO SEMANAL DA BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DE ARACAJU/SE

Ano 2019																																																											
Praia	Janeiro					Fevereiro				Março				Abril					Maio				Junho				Julho					Agosto				Setembro					Outubro				Novembro				Dezembro										
	2	7	16	21	29	4	11	18	26	4	11	18	25	2	8	15	23	29	6	13	20	27	3	11	17	26	1	9	16	22	29	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	15	21	28	4	12	18	25	2	9	16	26							
Artistas																																																											
Hawaizinho																																																											
Atalaia Velha																																																											
Bonanza																																																											
Banho Doce																																																											
Aruana																																																											
Robalo																																																											
Refúgio																																																											
Náufragos																																																											
Ano 2020																																																											
Praia	Janeiro					Fevereiro				Março					Abril				Maio				Junho					Julho					Agosto					Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro									
	2	6	13	20	27	4	10	17	26	3	9	18	25	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28						
Artistas																																																											
Hawaizinho																																																											
Atalaia Velha																																																											
Bonanza																																																											
Banho Doce																																																											
Aruana																																																											
Robalo																																																											
Refúgio																																																											
Náufragos																																																											
Ano 2021																																																											
Praia	Janeiro				Fevereiro				Março					Abril				Maio					Junho				Julho				Agosto					Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro											
	4	11	18	25	1	8	15	22	1	8	17	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	30	5	12	19	26	2	9	16	23	30	8	13	20	27	4	13	19	25	3	8	16	22	29	6	13	20	28							
Artistas																																																											
Hawaizinho																																																											
Atalaia Velha																																																											

**ANEXO A – RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE COLIFORMES
TERMOTOLERANTES REALIZADAS PELA ADEMA (UFC/100 ml)**

Ano 2019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Praia	Janeiro					Fevereiro				Março				Abril					Maio				Junho				Julho					Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	2	7	16	21	29	4	11	18	26	4	11	18	25	2	8	15	23	29	6	13	20	27	3	11	17	26	1	9	16	22	29	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	15	21	28	4	12	18	25	2	9	16	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Artistas	42	412	2	102	2	125	0	57	11	-	6	360	46	300	300	61	104	-	60	32	9	12	162	96	410	21	600	19	200	21	164	16	300	79	13	67	70	102	1	97	10	1360	8000	410	2	10	161	800	700	108	600	500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Hawaizinho	52	257	0	66	0	88	111	5	18	-	15	300	22	207	165	22	71	-	35	3	47	8	176	139	12	3	21	64	97	24	300	2	19	19	15	4	7	47	11	9	10	1200	7000	240	271	1	26	600	108	500	1600	316																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Atalaia Velha	128	5	6	99	3	79	45	18	27	-	123	31	73	3	200	5	4	-	9	2	138	7	54	35	72	4	56	18	96	11	97	2	121	3	11	97	12	10	4	91	10	1700	150	10	49	2	10	73	61	91	1200	800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Bonanza	99	32	37	32	3	109	18	72	7	-	16	33	400	4	34	38	5	-	3	49	4	23	15	91	55	11	6	32	300	12	11	3	200	6	12	5	3	16	6	36	11	1400	700	22	73	0	102	127	89	800	1100	307																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Banho Doce	11	85	16	5	3	18	12	11	8	-	5	6	39	25	67	7	4	-	5	14	1	10	10	14	62	23	42	81	43	15	39	6	400	12	25	2	6	52	7	4	9	2100	6000	84	22	1	15	291	67	53	1100	208																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Aruana	82	16	34	22	19	19	5	63	1	-	8	4	61	2	27	3	37	-	13	2	9	6	47	90	2	104	59	300	22	12	3	16	134	39	27	5	16	53	16	6	5	1900	250	28	5	21	22	500	61	414	1500	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Robalo	8	28	14	28	4	12	80	19	2	-	3	6	68	3	33	8	28	-	8	15	3	130	39	800	3	56	8	37	29	8	79	5	21	81	9	20	12	39	35	8	70	142	5000	157	20	14	37	172	58	101	20	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Refúgio	10	13	11	43	2	166	15	21	33	-	2	12	20	17	31	3	36	-	5	38	3	15	62	13	2	17	48	26	15	3	28	98	11	22	2	112	4	13	4	24	9	1100	270	600	68	2	8	131	104	44	1800	1000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Náufragos	10	5	7	89	6	22	24	115	0	-	7	9	97	0	15	1	3	-	2	69	1	5	4	19	4	4	63	8	15	2	56	24	37	1	6	24	24	3	9	7	5	1700	150	5	108	0	21	203	314	116	800	1100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Ano 2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Praia	Janeiro					Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	2	6	13	20	27	4	10	17	26	3	9	18	25	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Artistas	240	1000	600	76	1200	700	208	1000	1100	700	900	3	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-