

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS

ALEX SILVA DE LIRA BISPO  
LUCAS VINÍCIUS BARBOSA OLIVEIRA  
NICHOLAS LIMA LUCENA

**IMPACTOS DA POLUIÇÃO URBANA SOBRE A  
QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE,  
PERNAMBUCO**

RECIFE/2023

**ALEX SILVA DE LIRA BISPO**

**LUCAS VINÍCIUS BARBOSA OLIVEIRA**

**NICHOLAS LIMA LUCENA**

# **IMPACTOS DA POLUIÇÃO URBANA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE, PERNAMBUCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Disciplina TCC II do Curso de Bacharelado em  
Ciências Biológicas do Centro Universitário Brasileiro  
- UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão  
do curso.

Orientador(a): Prof. Me. Paulo Braga Mascarenhas Junior.

RECIFE

2023

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

B621i Bispo, Alex Silva de Lira.  
Impactos da poluição urbana sobre a qualidade da água do rio capibaribe,  
Pernambuco / Alex Silva de Lira Bispo; Lucas Vinícius Barbosa Oliveira;  
Nicholas Lima Lucena. - Recife: O Autor, 2023.  
24 p.

Orientador(a): Me. Paulo Braga Mascarenhas Junior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário  
Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Ciências Biológicas, 2023.

Inclui Referências.

1. Contaminação da água. 2. Saúde pública. 3. Saneamento. 4. Rio  
urbano. 5. Impactos ambientais. I. Oliveira, Lucas Vinícius Barbosa. II.  
Lucena, Nicholas Lima. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV.  
Título.

CDU: 573

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por tudo quanto tem feito em minha vida, pelas oportunidades que a mim tem concedido e saúde. Pois, sem ele, não teria conseguido chegar até aqui. Também gostaria de dedicar enorme gratidão a minha companheira que muito me ajudou. Obrigado por tudo!

Por fim, aos meus professores Flávio Almeida e Roni Andrade que muito me ajudaram ao longo desse trabalho acadêmico, ressaltando também a importância do meu orientador Prof. Me. Paulo Braga que foi fundamental até o fim. Que Deus os abençoe. Amém!

## RESUMO

A poluição pode causar instabilidade e desequilíbrio à biodiversidade e ao bem-estar humano. Com o aumento das indústrias e da urbanização, a produção de resíduos e a utilização de recursos também aumentam, gerando consequências à saúde pública. Uma dessas consequências é a bioacumulação, que ocorre quando uma substância química é absorvida por um organismo vivo e se acumula em seu corpo, aumentando a concentração desse composto na espécie. O Rio Capibaribe, principal rio da região estuarina e do estado de Pernambuco, é diretamente impactado pelo despejo de efluentes industriais e domésticos, afetando a qualidade da água e causando mudanças em seu nível trófico. Isso pode levar a problemas de saúde, pois os peixes e outros organismos podem associar mercúrio em seu metabolismo, que é um elemento químico utilizado na produção de diversos equipamentos e medicamentos. A contaminação das águas pode transmitir diversas doenças, como Cólera, Hepatite, Leptospirose e Verminoses, às pessoas que utilizam essas águas. Além disso, essas águas contêm agentes microscópicos que podem causar doenças mais graves, como Anemia, Disfunção Renal, Hepatite e Encefalopatia. A população que depende do rio Capibaribe está exposta a um risco significativo de saúde pública, sendo que a qualidade da água do rio deixa muito a desejar desde sua nascente no agreste de Pernambuco até sua foz. É fundamental adotar medidas eficazes para garantir o tratamento de esgoto de forma adequada e sustentável para promover a saúde e qualidade de vida das pessoas.

Palavras-chave: Contaminação da água; Saúde pública; Saneamento; Rio Urbano, Impactos ambientais.

## **ABSTRACT**

Pollution can cause instability and imbalance to biodiversity and human well-being. With the increase of industries and urbanization, the production of waste and the use of resources also increase, generating consequences for public health. One of these consequences is bioaccumulation, which occurs when a chemical substance is absorbed by a living organism and accumulates in its body, increasing the concentration of that compound in the species. The Capibaribe River, the main river in the estuarine region and in the state of Pernambuco, is directly impacted by the discharge of industrial and domestic effluents, affecting water quality and causing changes in its trophic level. This can lead to health problems, as fish and other organisms can associate mercury in their metabolism, which is a chemical element used in the production of various equipment and medicines. Water contamination can transmit various diseases, such as Cholera, Hepatitis, Leptospirosis and Verminoses, to people who use these waters. In addition, these waters contain microscopic agents that can cause more serious diseases, such as Anemia, Kidney Dysfunction, Hepatitis and Encephalopathy. The population that depends on the Capibaribe River is exposed to a significant public health risk, and the quality of the river's water leaves much to be desired from its source in the wild of Pernambuco to its mouth. It is essential to adopt effective measures to ensure adequate and sustainable sewage treatment to promote people's health and quality of life.

Keywords: Water contamination; Public health; Sanitation; Urban River, Environmental impacts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea da cidade de Recife.....	14
Figura 2 - O rio Capibaribe.....	15
Figura 3 - Esgoto poluindo o rio Capibaribe.....	16
Figura 4 - Caiman latirostris (Jacaré-de-papo-amarelo) em manguezal do Rio Capibaribe, à altura do Bairro de Apipucos.....	17
Figura 5- Poluição descontrolada do Rio Capibaribe.....	19
Figura 6 - Contaminação do rio Capibaribe pelos resíduos liberados pelas lavanderias em Toritama.....	20
Figura 7 - Poluição do rio Capibaribe na cidade de Toritama.....	20

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Quantidade de artigos e seus respectivos anos de publicação..... 25
- Gráfico 2** - Composição da qualidade da água na bacia do rio Capibaribe..... 26

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANA - Agência Nacional de Águas

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima

CIMEHGO - Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente

Emlurb - Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife

EOS - Organizações e Sistemas

GEMS - Projeto Global Environmental Monitoring System

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONG - Organização não governamental

PNMA - Programa Nacional do Meio Ambiente

SciELO - Scientific Electronic Library Online

SRHE - Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e Energéticos

SERC - Sistema Estuarino e Costeiro

ZEPH - Zonas Especiais do Patrimônio Histórico e Cultural

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 RIO CAPIBARIBE E A CIDADE DO RECIFE.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 POLUIÇÃO HÍDRICA E SEUS EFEITOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 POLUIÇÃO DO RIO CAPIBARIBE.....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DAS QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA POLUIÇÃO DO RIO CAPIBARIBE EM RECIFE-PE.....</b>	<b>22</b>
<b>4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>23</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO A - MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO CAPIBARIBE.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO B - DESCRIÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS MONITORADAS.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO C - LIMITES DE CLASSES DOS PARÂMETROS MONITORADOS. COMANA Nº357/05 .....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição refere-se a quaisquer características que perturbem a estabilidade natural de um ecossistema, resultando em desequilíbrio na biodiversidade e impactos no bem-estar humano; e com o avanço das grandes cidades, as indústrias elevam-se juntamente com o nível de urbanização, a fim de suprir a demanda de recursos para a população, contudo, com utilização demasiada de recursos naturais, as produções de resíduos aumentam (Ribeiro, 2019). Entretanto, a curto-prazo, se esses resíduos não forem geridos e destinados a processos de reciclagem ou descartes adequados, poderão gerar consequências diretas à saúde do ambiente, com também a pública, com observações das alterações naturais a curtos e médios prazos (Minéu, 2017). De acordo com Sodré (2012), estudos relatam que com o crescimento industrial e densidade populacional, as ações antropológicas são tão nocivas que geram escassez hídrica e degradação fluvial.

Resultante disso, uma consequência originada da poluição por elementos químicos como metais é a bioacumulação. A bioacumulação é um processo em que uma substância química ou elemento presente em excesso ou de origem antrópica no meio ambiente, como solo ou água, é absorvida por um organismo vivo e se acumula em seu corpo, aumentando a concentração desse composto na espécie (Morais, 2022). Segundo IBGE (2015), no Recife, o rio Capibaribe, localizado no estado de Pernambuco, abrange uma extensão de 240 km com vazão de 19 m<sup>3</sup>/s e seu curso atravessa 42 municípios ao longo de sua trajetória. E seu sistema hídrico é diretamente impactado pelo despejo de efluentes industriais e domésticos, afetando a qualidade da água e causando mudanças em níveis tróficos, como também na qualidade da água (Oliveira et al., 2014).

Mediante a poluição antropogênica, nesse caso, ocorre maximização à problemática da exposição desses poluentes à fauna, como exemplo os peixes, uma vez que o pescado proveniente do rio é comumente oferecido para vendas em feiras e mercados, então, esses peixes contaminados acabam sendo consumidos pela população (Morais, 2022).

Acredita-se que o ambiente insalubre em que se encontram as águas do rio Capibaribe está causando impactos ambientais expressivos, principalmente em relação à saúde pública (Silva, 2011). A contaminação das águas pelo consumo direto, como beber ou tomar banho, e pelo uso indireto, como na lavagem de alimentos, está transmitindo diversas doenças, como Cólera, Hepatite, Leptospirose

e Verminoses, às pessoas que utilizam essas águas. Além disso, estas águas contêm agentes microscópicos que podem causar doenças mais graves, como Anemia, Disfunção Renal, Hepatite e Encefalopatia (Zetum, 2009). A população que depende do rio Capibaribe está exposta a um risco significativo de saúde pública, sendo que a qualidade da água é imprópria para o consumo em vários municípios desde o agreste de Pernambuco até sua foz na cidade do Recife (Silva, 2011).

É importante ressaltar que o tratamento adequado de esgoto tem uma grande influência na saúde e qualidade de vida das pessoas. Isso ocorre porque a exposição a esgotos lançados de forma inadequada pode causar diversas doenças em comunidades inteiras (Ferreira, 2014).

Diante disso, nosso trabalho tem como objetivo investigar a extensão dos danos ambientais e de saúde pública causados pela poluição no rio Capibaribe, em Pernambuco. Além disso, abordaremos a importância do tratamento adequado de esgoto como uma medida fundamental para mitigar os riscos à saúde e à qualidade de vida das pessoas que dependem desse recurso hídrico. Nossa pesquisa visa contribuir para a conscientização sobre a necessidade de práticas mais sustentáveis e políticas de preservação ambiental, visando a melhoria das condições de vida das comunidades afetadas pela poluição do rio Capibaribe.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Investigar e apresentar os principais aspectos relacionados aos impactos da poluição urbana sobre a qualidade da água do Rio Capibaribe, Pernambuco.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Indicar a qualidade da água do rio Capibaribe e identificar os principais poluentes presentes no ambiente hídrico.
- Identificar as principais fontes de poluição industrial e doméstica no rio Capibaribe.
- Apresentar medidas que estão sendo feitas para redução referente à contaminação da água mostrando suas estratégias para melhorar o saneamento básico e a qualidade da água do rio Capibaribe.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 RIO CAPIBARIBE E A CIDADE DO RECIFE

O estado de Pernambuco, com a sua capital de Recife, abriga uma população estimada em torno de 1,5 milhão de habitantes e está situada na região Nordeste do Brasil (Busarello, 2020). tornando-se município em 19/11/1709 e localizado no litoral, possui as praias de Pina e Boa Viagem, com cerca de 8,5 km de extensão. Faz divisa ao norte com Olinda e Paulista, ao sul com Jaboatão dos Guararapes, ao leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Camaragibe e São Lourenço da Mata (Aureliano, 2000). Segundo o último censo do IBGE (2010), a cidade de Recife abrange uma área de 218,843 quilômetros quadrados e possui uma população de 1.537.704 habitantes, o que resulta em uma densidade populacional de 7.039,64 habitantes por quilômetro quadrado. A cidade é banhada pelas bacias hidrográficas dos rios Beberibe e Capibaribe.

Figura 1 - Vista aérea da cidade de Recife



Fonte: Wellington F (2013).

O maior rio em Pernambuco, denominado Capibaribe, tem origem na língua tupi, sendo conhecido como "rio das Capivaras" ou "dos porcos selvagens" (Machado, 2010). No passado, o rio foi habitado por esses animais, originando seu nome. Sua nascente encontra-se na Serra do Jacarará, localizada no município de Poções, e percorre um trajeto de duzentos e cinquenta quilômetros, passando por quarenta e duas cidades. Ao longo desse percurso, o Capibaribe recebe a contribuição de

aproximadamente 72 afluentes, em uma bacia com área de cinco mil oitocentos e oitenta quilômetros quadrados. Finalmente, no Recife, o rio desemboca no mar, ao unir-se ao Rio Beberibe, conforme a tradição cosmopolita da cidade (Cruz; Sá Filho, 2014).

O rio Capibaribe desempenha um papel de extrema relevância histórica e social na formação e progresso de Pernambuco e da cidade do Recife. Isso é evidenciado pelo fato de que mais de 50% das Zonas Especiais do Patrimônio Histórico e Cultural (ZEPH) do Recife estão localizadas nas proximidades desse rio, o que comprova sua significativa contribuição para o desenvolvimento urbano da cidade (Melo, 2008). Durante a época colonial, ele foi conhecido como "rio-ponte", pois representava uma conexão vital entre a cultura canavieira da zona da Mata pernambucana e as áreas de criação de gado do Agreste e do Sertão. Essa interligação era de grande importância tanto do ponto de vista econômico quanto social (Machado, 2010).

Figura 2 - O rio Capibaribe



Fonte: Marco zero (2019).

### 3.2 POLUIÇÃO HÍDRICA E SEUS EFEITOS

A poluição emerge como um dos aspectos mais ostensivos dos desafios ambientais, e a apreensão de seus efeitos evoluíram gradualmente ao longo do tempo. Inicialmente, manifestou-se em escala local, nas áreas próximas às fontes de

poluição. Posteriormente, constatou-se que ela não se restringe a fronteiras nacionais e regionais. Por fim, evidenciou-se que certos dilemas assumem proporções planetárias (Barbieri, 2017).

Como pode observar na Figura 3, na poluição hídrica, diversos poluentes são incorporados, como esgoto, micro-organismos patogênicos, resíduos industriais, substâncias químicas e resíduos orgânicos. Isso resulta na contaminação dos corpos de água, tornando-os impróprios para consumo e fontes de doenças (Garcia, 2022).

Figura 3 - Esgoto poluindo o rio Capibaribe



Fonte: Agreste Notícia (2010).

A água é um elemento químico fundamental e indispensável para a vida dos seres vivos, que no caso do corpo humano, é constituído por cerca de 70% de água, ela é essencial para o seu correto funcionamento, de maneira semelhante à muitas outras formas de vida que dependem da água ao longo de toda a sua existência, como é o caso de peixes, algas ou anfíbios. E sua ausência inviabilizaria a vida tal como a conhecemos atualmente (Silva, 2009). Atividades humanas têm impactado significativamente nos ecossistemas aquáticos continentais e marinhos devido à dependência da água para todas as suas atividades, incluindo o descarte de resíduos e ações como desmatamento para agricultura, estabelecimento de complexos industriais e crescimento desordenado das áreas urbanas afetam, de maneira temporária ou permanente, as características dos sistemas aquáticos próximos (De Filippo, 2000).

A poluição da água tem um impacto direto na fauna e flora dos corpos hídricos. A presença de substâncias químicas tóxicas pode resultar na mortalidade de peixes e outros organismos aquáticos, além de afetar negativamente a reprodução e o desenvolvimento desses animais, além disso, a eutrofização da água pode levar à morte de plantas aquáticas e perturbar a cadeia alimentar nos ecossistemas aquáticos (Silva, 2023). Como pode observar na Figura 4, o quanto essa poluição afeta a vida dos animais.

Figura 4 - *Caiman latirostris* (Jacaré-de-papo-amarelo) em manguezal do Rio Capibaribe, à altura do Bairro de Apipucos.



Fonte: Lins (2021).

Os poluentes são agentes ou formas de energia que desencadeiam efeitos indesejáveis devido às suas propriedades físico-químicas, às quantidades liberadas e à sua capacidade de interação com o ambiente. Em essência, os poluentes abrangem qualquer substância ou energia que acarrete impactos adversos nos âmbitos físico, biológico e social do meio ambiente (Barbieri, 2017). Todos os tipos de poluição têm impactos negativos na qualidade de vida e na saúde humana. A água contaminada é, exemplo de uma fonte de transmissão de numerosas doenças infecciosas, especialmente para crianças (Garcia, 2022).

### 3.3 POLUIÇÃO DO RIO CAPIBARIBE

A preocupação com os efeitos ambientais nos recursos hídricos tem despertado grande atenção, uma vez que todas as diversas formas de entidades sociais dependem desses recursos para a execução de suas atividades, pois, ao longo do tempo, os rios assumiram um papel central nas áreas urbanas, influenciando a organização espacial das cidades próximas a eles e frequentemente sendo considerados elementos-chave para o desenvolvimento urbano (Santos, 2015).

O Rio Capibaribe é considerado um importante recurso hídrico no Estado de Pernambuco. Sua nascente está localizada entre as cidades de Jataúba e Poção, e flui por várias áreas urbanas, desempenhando um papel essencial no escoamento de efluentes industriais e domésticos (Bione, 2009).

Ao longo dos tempos de colonização, o Rio Capibaribe tem passado por transformações em seu ambiente físico, que têm sido intensificadas devido ao contínuo processo de urbanização. Com base nessa perspectiva, é plausível afirmar que o avanço da urbanização pode ter um impacto significativo nos padrões de deposição de sedimentos em um ambiente estuarino associado. Essas alterações no padrão de sedimentação podem estar diretamente relacionadas à história de urbanização da cidade do Recife (Xavier, 2017). As cidades de São Lourenço da Mata, Camaragibe e Recife são os principais centros urbanos que exercem uma grande pressão antrópica sobre essa área. É importante ressaltar que várias indústrias, tanto de alto como de médio potencial poluidor, estão localizadas nas proximidades do Rio Capibaribe e essas atividades industriais contribuem para a deterioração ambiental representando uma fonte de preocupação para a qualidade da água e do ecossistema local (Nóbrega, 2011).

O rio Capibaribe enfrenta sérios problemas decorrentes da poluição descontrolada e da falta de avanço em um projeto de navegabilidade (Vieira, 2020). Como pode observar na Figura 5, os córregos que atravessam o rio Capibaribe, têm sido utilizados pela população como locais para o descarte de lixo, onde são lançados resíduos como restos de borracha e sacolas plásticas. Além disso, no depósito de lixo, são encontrados tanto resíduos domésticos como resíduos industriais provenientes das lavanderias (Palhano de Oliveira, 2007).

Figura 5- Poluição descontrolada do Rio Capibaribe.



Fonte: Flickr (2007)

A Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (Emlurb) informa que realiza regularmente a limpeza dos manguezais que margeiam o rio e remove os resíduos flutuantes por meio do uso do Ecobarco. Além disso, voluntários, como os da ONG Recapibaribe, dedicam-se a mutirões de limpeza. No entanto, o acúmulo de lixo, especialmente de embalagens plásticas, continua aumentando constantemente. Nas águas do rio, também são descartados colchões, móveis, sapatos e até mesmo peças de aparelhos eletrônicos, como televisões e computadores. Em setembro de 2019, durante um mutirão de limpeza, voluntários infelizmente encontraram um corpo (Vieira, 2020).

O rio Capibaribe é uma importante reserva de biodiversidade, abrigando cerca de 90 espécies exclusivas em suas margens e águas. Além disso, o rio desempenha um papel fundamental como fonte de subsistência para inúmeras comunidades pesqueiras localizadas em áreas rurais e urbanas ao longo de seu curso, com destaque as cidades de Toritama e Santa Cruz, que são atravessadas e abastecidas pelo rio (Dubeux, 2019). Toritama demonstra perene vitalidade econômica, sendo estimada como responsável por 16% da produção nacional de jeans, com a fabricação mensal de dois milhões de peças, distribuídas em cerca de 2600 estabelecimentos de diferentes portes, abrangendo desde grandes empreendimentos até negócios de menor escala (Silva, 2011).

Ao abordar um polo industrial tão proeminente como o de Toritama, é imprescindível salientar que nem sempre essa indústria se pauta pela integridade ecológica. A cidade enfrenta graves problemas ambientais decorrentes da negligência em relação ao meio ambiente, com destaque para a poluição do Rio Capibaribe, que banha suas margens. Essa contaminação se origina dos resíduos contendo o corante índigo presente no tecido denim, liberados pelas lavanderias responsáveis pela lavagem do icônico jeans (Moura, 2018). A produção dessas peças é predominantemente realizada em pequenas produtoras independentes espalhadas por toda a cidade e arredores, que infelizmente, ocasionam altos custos. E, estima-se que quase mil litros de efluentes contaminados sejam despejados diariamente diretamente nas águas em movimento do Rio Capibaribe (Dubeux, 2019).

Figura 6 - Contaminação do rio Capibaribe pelos resíduos liberados pelas lavanderias em Toritama.



Fonte: Neylima (2010)

Figura 7 - Poluição do rio Capibaribe na cidade de Toritama.



Fonte: Neylima (2010).

O rio Capibaribe tem sua origem nas cidades de Jataúba e Poção e atravessa diversos centros urbanos, cumprindo a função de receber efluentes industriais e domésticos. Apesar de o esgoto doméstico ser composto em sua maioria por água, representando aproximadamente 99,9% de sua composição, é a fração restante de 0,1%, que contém substâncias altamente poluentes, que demanda a implementação de um sistema de tratamento adequado para esse efluente, pois, a qualidade da água do rio pode ser avaliada por meio de diversos parâmetros que refletem suas características físicas, químicas e biológicas mais importantes. Esses parâmetros são utilizados como indicadores para monitorar a qualidade da água e identificar potenciais problemas relacionados a ela (Bione, 2009).

Diariamente, é esperado que uma quantidade próxima de mil litros de efluente poluído seja lançada diretamente nas águas em movimento do rio. Um desses poluentes é a anilina, uma substância escura proveniente do petróleo e menos densa que a água, onde espalha-se pela superfície do rio, resultando no processo conhecido como eutrofização, que ocorre quando a quantidade de luz diminui devido à presença da anilina, ocasionando a morte de plantas aquáticas e algas que habitam as águas do Capibaribe. Esses organismos liberam nutrientes no rio que estimulam o crescimento de micro-organismos e algas na superfície, reiniciando o ciclo, que, conseqüentemente, começam a perder vida e todo o ecossistema que depende dele é afetado (Dubeux, 2019).

### **3.4 MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA**

Segundo o Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás (2023), monitoramento da qualidade das águas naturais consiste em acompanhar as mudanças nas características físicas, químicas e biológicas da água, resultantes de atividades humanas e fenômenos naturais, sendo necessário e essencial que, juntamente com esse monitoramento, seja realizada a medição da vazão para determinar a carga de poluentes que chegam ao corpo d'água, sabendo, que tais informações desempenham um papel fundamental na gestão dos recursos hídricos.

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe, como mostra o Anexo- A, enfrenta graves questões de poluição devido à ausência de infraestrutura sanitária nos municípios situados ao longo do rio, juntamente com baixas taxas de vazão. Modelos matemáticos de qualidade da água desempenham um papel crucial no estudo dos

impactos da poluição proveniente de fontes pontuais e difusas, além de permitir a avaliação de cenários para garantir o cumprimento da legislação (Pereira, 2019).

A Agência Nacional de Águas - ANA (2023) informa que, atualmente, não há um conjunto de procedimentos padronizados no Brasil para a coleta e preservação de amostras de qualidade da água. Como resultado, duas amostras coletadas na mesma região do rio podem apresentar resultados diferentes se forem realizadas por instituições distintas. Por essa razão, é essencial estabelecer padrões para os procedimentos de coleta e preservação de amostras, a fim de garantir a comparabilidade das informações obtidas.

Desde 1984, a Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH, realiza monitoramento sistemático da qualidade da água nas bacias hidrográficas de Pernambuco. Ao longo do tempo, diversas iniciativas, como o Projeto Global Environmental Monitoring System – GEMS, o Projeto Pirapama, o Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II e a parceria com a antiga Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e Energéticos – SRHE, atualmente Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, ampliaram esse monitoramento. Conforme está descrito no Anexo- B, o sistema conta com 138 estações de amostragem, sendo 84 localizadas em rios e 54 em reservatórios. Os resultados do monitoramento, conforme indicado no Anexo-C, são apresentados por meio de indicadores de qualidade da água sendo atualizados mensalmente e anualmente, é publicado um relatório contendo informações detalhadas sobre os resultados obtidos (CPRH, 2020).

### **3.5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA POLUIÇÃO DO RIO CAPIBARIBE EM RECIFE-PE**

O principal propósito oficial das águas do rio Capibaribe é o fornecimento de água para consumo público. No entanto, essa fonte hídrica recebe resíduos provenientes de atividades domésticas, industriais e agroindustriais. Entre as principais cidades localizadas na região hidrográfica do rio Capibaribe, São Lourenço da Mata, Camaragibe e Recife são as que mais contribuem para a poluição do estuário (Nóbrega,2011). As ligações ilegais de esgoto residencial na rede de drenagem são a principal fonte de poluição do Rio Capibaribe na área urbana do Recife. Por muitos anos, a cidade tem convivido com o odor desagradável, a presença de resíduos flutuantes em direção ao mar, a ocorrência de peixes mortos nas margens e a coloração escura das águas do rio (França, 2019).

O crescimento desordenado da cidade do Recife resultou em graves alterações para o ecossistema urbano, principalmente em relação à drenagem, devido à falta de planejamento adequado. Considerando que o Recife está situado em um ambiente estuarino, com a presença de manguezais e áreas baixas, foi necessária a abertura de canais de drenagem para acompanhar a lógica de desenvolvimento das cidades (Gouveia, 2019).

Ao longo do tempo, os braços de rios e áreas alagadas têm sido aterrados sem considerar a importância da drenagem natural. A canalização de rios e córregos em áreas urbanas, além de ter graves consequências ambientais ao descaracterizar completamente o habitat natural, desencadeia uma série de problemas em uma cadeia contínua. Isso inclui o aumento de ligações clandestinas de esgoto, ocupação das margens e áreas propensas a enchentes, problemas de inundação rio abaixo e a interrupção da conexão hidráulica entre o aquífero e o rio. Esses impactos têm sido negligenciados e resultam em danos significativos ao meio ambiente (Cabral; Preuss; Fonseca Neto, 2014).

A ausência de medidas apropriadas para a proteção e conservação ambiental está associada a desafios como a escassez de água e a contaminação dos recursos hídricos, o que acarreta em uma deterioração contínua da qualidade de vida global (Borges, 2020).

#### **4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

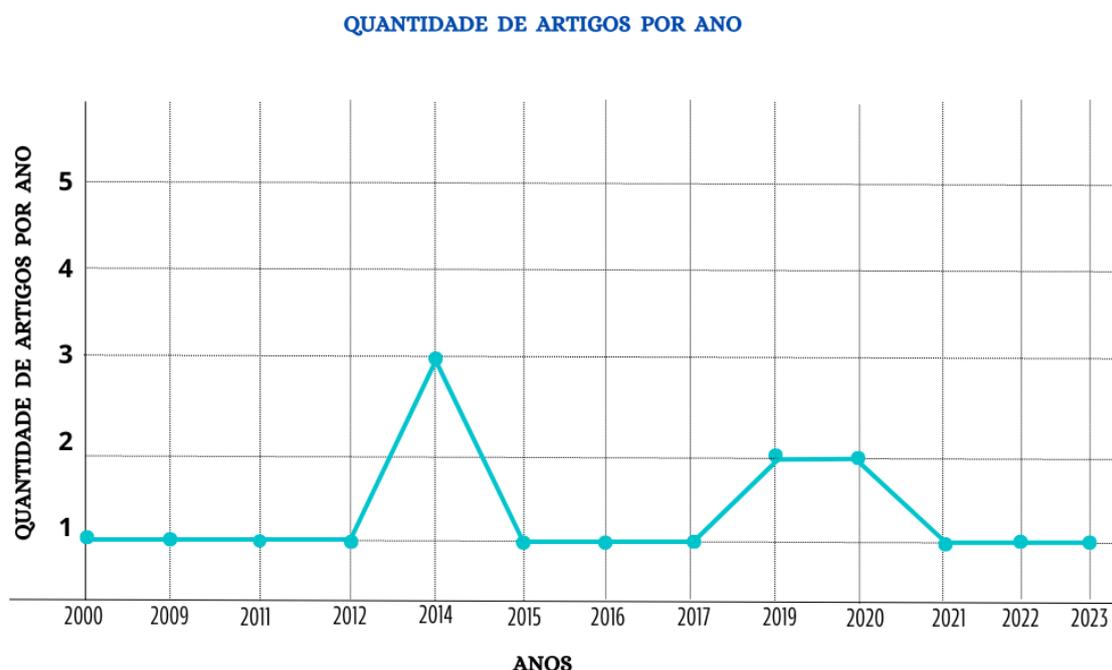
Para obter literatura relacionada ao presente estudo, foram utilizadas bases de dados como o SciELO, Web of Science e Pubmed para buscar artigos científicos relevantes relacionados ao tema da pesquisa. Utilizando combinações AND, OR e NOT para com palavras-chave específicas como “rio Capibaribe”, “efluentes urbanos”, “despejo de resíduos”, “saneamento básico”, “qualidade da água”, “coleta de amostras”, “instituições de monitoramento”, “monitoramento de rios”, “saúde pública” e “poluição fluvial”, para identificar os artigos mais pertinentes ao assunto. Monografias, artigos, teses e dissertações relacionadas ao tema do estudo também foram consultadas para obter informações adicionais e embasar a fundamentação teórica. As monografias, artigos, teses e dissertações foram acessadas por meio de bibliotecas digitais e repositórios institucionais. Também foram utilizados dados relacionados à pesquisa referente ao acompanhamento da Bacia do Rio Capibaribe, detalhes sobre as bacias hidrográficas sob vigilância e os limites das categorias dos

parâmetros monitorados, obtidos a partir dos seguintes sites: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos (CPRH), Agência Nacional de Águas (ANA), Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás (CIMEHGO). Esses dados foram acessados por meio de catálogos online, fornecendo mapas e tabelas contendo informações estatísticas, dados relevantes, sendo utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do google acadêmico onde foi pesquisado sobre poluição das águas do rio Capibaribe, nos foi fornecido aproximadamente 3.090 resultados, definimos escolher os mais recentes entre os anos de 2000 a 2023, focando apenas no impacto da poluição do rio em ambientes urbanos, um conjunto total de 20 artigos foi encontrado totalizando 3 documentos com pico de publicações no ano de 2014 (Gráfico 1).

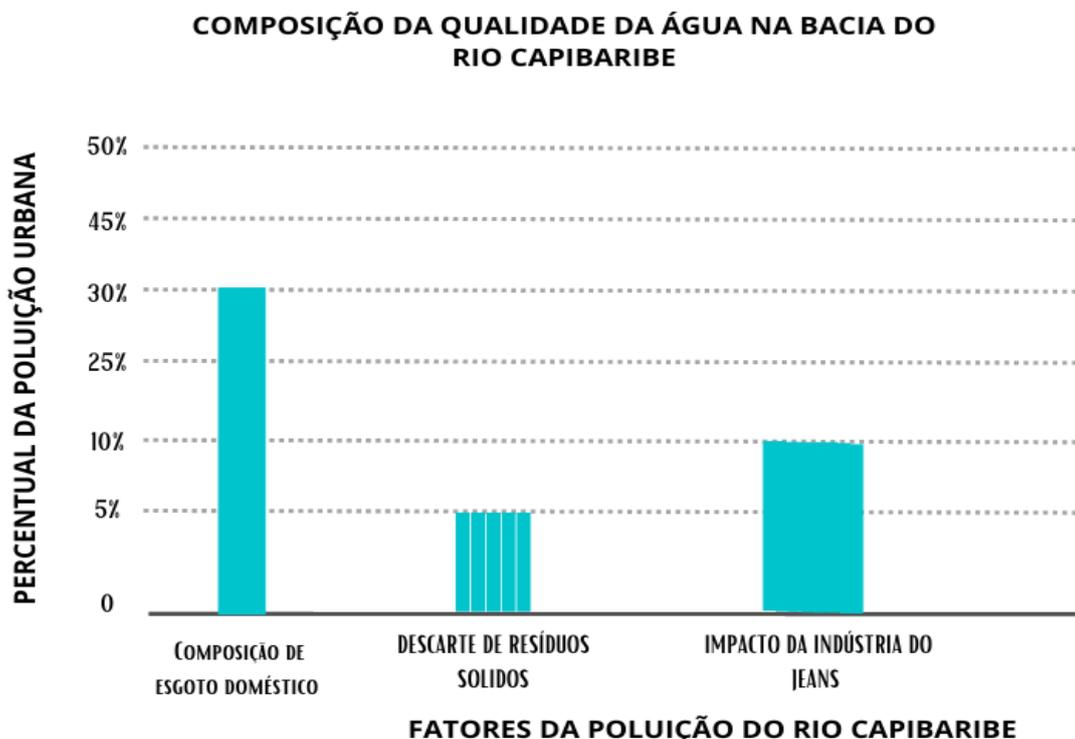
**Gráfico 1-** Quantidade de artigos e seus respectivos anos de publicação.



**Fonte:** Autores, 2023.

No conjunto de 3 artigos, denotam os efluentes despejados no Rio Capibaribe, tornando-se possível o percentual polutivo da composição do esgoto doméstico, impactos da indústria do jeans e descarte de resíduos sólidos, apresentado de forma ilustrativa por meio do Gráfico 2.

**Gráfico 2** - Composição da qualidade da água na bacia do rio Capibaribe.



**Fonte:** França, 2019; Moura, 2018. (Há 20 anos que a poluição do Capibaribe só aumenta; Reutilização da matéria prima, jeans, descartada na cidade de Toritama para o desenvolvimento de uma coleção de bolsas e mochilas).

A liberação de resíduos domésticos e industriais nos corpos d'água que compõem o Sistema Estuarino e Costeiro (SERC). Muitas vezes, esses resíduos são descartados sem qualquer forma de tratamento. Os compostos de origem orgânica têm uma tendência a não se misturar bem com a água, o que os torna propensos a se ligarem à matéria orgânica. Isso resulta no seu transporte e, eventualmente, na deposição no ambiente estuarino e marinho (Kennish, 2017).

Com base nas informações obtidas do CPRH 2023 relativa ao acompanhamento da qualidade hídrica na bacia do Rio Capibaribe, é possível

discernir, por meio do Gráfico 6, a representação geral dos índices de contaminação nos afluentes do rio. categoria 'muito poluída', atribuímos 100%, enquanto 'poluída' corresponde a 75% e 'moderadamente poluída' a 50%. Tal abordagem visa fornecer uma ilustração abrangente da composição da qualidade da água na referida região (Silva, 2011).

O Rio Capibaribe, uma das principais bacias hidrográficas de Pernambuco, sofre impactos significativos ao longo de todo o seu curso, resultantes de atividades industriais, descarte de efluentes e resíduos domésticos. Essa situação é ainda mais grave na região do baixo Capibaribe, que engloba a área estuarina da região metropolitana de Recife. De acordo com a Agência Estadual do Meio Ambiente - CPRH (2013). Essa área tem perdido espaço devido ao avanço da urbanização, que inclui desmatamento, aterros e movimentação de terras, levando à descaracterização do ambiente natural (Texeira; Campos; Andrade, 2013).

O Estuário do Capibaribe, localizado na costa de Pernambuco, é notável devido à sua extensão, que infelizmente, é um exemplo típico de um estuário afetado pelas atividades humanas, sofrendo poluição de diversas fontes, como resíduos de atividades portuárias, navegação, esgotos domésticos e industriais, com ou sem tratamento, lançados no Rio Capibaribe. O impacto ambiental é claramente visível devido à urbanização nas cidades do Recife, Camaragibe e São Lourenço ao longo do rio (Nóbrega, 2011).

Em áreas sem acesso a serviços de saneamento básico, como água tratada e redes de esgoto, as doenças infecciosas podem surgir devido à poluição da água de fontes naturais, como rios, lagos e córregos, e em casos extremos, até do mar, devido ao despejo de resíduos humanos e animais não tratados. A forma mais frequente de contaminação das águas ocorre devido ao lançamento de esgoto não tratado (Pinheiro, 2022).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS, a água está associada a aproximadamente 85% das doenças conhecidas, o que significa que a grande maioria das doenças tem alguma relação com a qualidade da água. Um dos problemas de saúde mais comuns associados à água contaminada por esgoto é a gastroenterite. A gastroenterite é uma condição que pode se manifestar de diversas maneiras, incluindo náuseas, vômitos, desconforto abdominal, diarreia e febre. Esses sintomas podem ser particularmente preocupantes, especialmente em crianças, pois

a perda de líquidos devido à diarreia e aos vômitos pode levar rapidamente à desidratação (Pecora, 2010).

No período de 2003 a 2008, as capitais das regiões Norte e Nordeste do Brasil registraram as taxas mais elevadas de mortalidade infantil devido a doenças diarreicas. Em 2008, apenas 13 dos municípios analisados pelo Instituto apresentaram taxas de coleta de esgoto superiores a 90%. Nos municípios com uma cobertura de esgoto mais abrangente, a taxa de hospitalização devido a diarreia é até quatro vezes menor do que nos municípios com os piores índices de saneamento básico. Isso destaca a relação direta entre a falta de saneamento e a incidência de doenças diarreicas, que podem ser prevenidas com melhores condições de higiene e acesso à infraestrutura adequada de saneamento (Uhr; Schmechel; Uhr, 2016).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste trabalho foi investigar os impactos da poluição urbana sobre a qualidade da água do Rio Capibaribe, compreender como a poluição influencia esse importante curso d'água, ressaltando os desafios enfrentados por esse rio, a abordagem da revisão bibliográfica proporcionou uma análise crítica das diversas perspectivas teóricas sobre o tema, permitindo uma compreensão aprofundada dos fatores determinantes para a degradação da água do Rio Capibaribe, foi respaldada pela análise dos resultados obtidos que a poluição urbana impacta significativamente a qualidade da água, os objetivos propostos foram alcançados ao desvendar as causas, consequências dessa poluição, Os estudos de caso e as ações empreendidas no Rio Capibaribe evidenciam que intervenções eficazes são possíveis, apesar dos desafios, projetos como o Sistema de Esgotamento Sanitário em Santa Cruz do Capibaribe destacam a viabilidade de medidas que resultam em melhorias expressivas.

As obras de requalificação nos riachos da bacia do rio Capibaribe foram realizadas por meio do Projeto Capibaribe Melhor, criado em 2009 com o objetivo geral de proporcionar condições para o desenvolvimento urbano e socioeconômico do trecho da bacia do rio Capibaribe, localizado a jusante da BR-101 até a Avenida Governador Agamenon Magalhães (Gouveia, 2019). Os gestores governamentais empregaram uma metodologia de gestão de projetos ao acompanhar o Sistema de Esgotamento Sanitário de Santa Cruz do Capibaribe, cujos resultados ressaltam a

importância dessa abordagem, essa iniciativa foi implementada em conjunto com o Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco, numa parceria entre o Governo do Estado e o Banco Mundial, com o objetivo principal de combater a poluição do rio Capibaribe. A obra foi concluída no período de dois anos (de 2018 a 2020) e exigiu um investimento de aproximadamente R\$103 milhões, a conclusão ocorreu dentro dos prazos e custos inicialmente estimados, beneficiando diretamente cerca de 110 mil habitantes locais, anteriormente, o município despejava todo o seu esgoto doméstico diretamente no rio, sem qualquer tratamento, após a finalização dessa ação, o índice de coleta de esgoto no município aumentou de zero para 95% (Lima, 2021).

Em conclusão, este trabalho não apenas contribui para o entendimento abrangente dos desafios enfrentados pelos rios urbanos diante da poluição, mas também destaca a importância de ações coordenadas entre órgãos governamentais, comunidade e setor privado, a preservação da sustentabilidade e qualidade de vida nas áreas afetadas depende do comprometimento contínuo com a implementação de soluções eficazes e práticas ambientais responsáveis. Que esta pesquisa seja um ponto de partida para um diálogo mais amplo e aprofundado sobre a preservação de nossos recursos hídricos urbanos. Recomendamos que futuras pesquisas continuem monitorando a eficácia das iniciativas de revitalização e saneamento, considerando seu impacto a longo prazo. Além disso, é imperativo que políticas públicas sejam estabelecidas para promover a conscientização ambiental e incentivar práticas sustentáveis, garantindo a participação ativa da comunidade na preservação dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH. (2020). **Monitoramento Ambiental: Qualidade das Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/monitoramento-ambiental/qualidade-da-agua/bacias-hidrograficas/>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH. (2023). **Monitoramento Ambiental: Qualidade das Águas, Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <http://www2.cprh.pe.gov.br/bacia-do-rio-capibaribe/>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

Agência Nacional de Águas (ANA). **Rede Nacional - Redes de Monitoramento.** Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

Agreste Notícia. **Rio Capibaribe continua sendo contaminado.** Disponível em: <https://www.agrestenoticia.com/2010/02/rio-capibaribe-continua-sendo-torturado.html>. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

Aureliano, J. T. **Balneabilidade das praias de Pernambuco no núcleo metropolitano. 2000, 105 p.** 2000. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Barbieri, J. C. **Gestão ambiental empresarial.** Saraiva Educação SA, 2017.

Bione, M. A. A. et al. **Poluição do Rio Capibaribe por esgoto doméstico. IN: IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão,** 2009.

Borges, M. A. D. L. **Impactos socioambientais do processo de urbanização no entorno do Rio Camaragibe, Região Metropolitana do Recife, PE.** 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Busarello, T. C. **Turismo na capital de Pernambuco.** vida de turista. 2020. Disponível em: <https://www.vidadeturista.com/destinos/recife-pe.html>. Acesso em: 19 de Maio de 2020.

Cabral, J. J. S. P.; Preuss, S. L. C. Fonseca Neto, G. C. **Capibaribe e seus afluentes na planície de recife: visão Multidisciplinar de um rio urbano e sua importância para o sistema de drenagem das águas pluviais.** Anais... XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=7644>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

Centro de Informações e Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás. **Monitoramento da qualidade e quantidade de água.**2016. Disponível em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/meio-ambiente-e-recursoshidricos/monitoramento-da-agua.html>. Acesso em: 19 mai. 2023.

De Filippo, R. **Impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos.** Informe Agropecuário, v. 21, n. 202, p. 45-53, 2000.

Dubeux, V. M. P. **A poluição do rio capibaribe e seus efeitos socioambientais.** Medium. 2012. Disponível em: <https://medium.com/youth-for-human-rights-brasil/a-polui%C3%A7%C3%A3o-do-rio-capibaribe-e-seus-efeitos-socioambientais-c514b9982ef7> Acesso em: 19 de maio de 2023.

EOS Organização de Sistema. **internações de doenças por veiculação hídrica no Brasil.** Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/veiculacao-hidrica-e-saude-no-brasil/#:~:text=No%20pa%C3%ADs%2C%20em%202017%20essa,a%20maior%20q,uantidade%20de%20interna%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

Ferreira, S. et al. **Um estudo de identificação dos pontos de lançamento de esgoto sem tratamento no rio Capibaribe em Santa Cruz do Capibaribe-PE**.Disponível em: <http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2014/trabalhos/pdf/congestas2014-et-13-017.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

Flickr. **Capibaribe- Rio.** 2007. Disponível em: <https://flickr.com/photos/rodrigolobo/420146198/>. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

França, I. **Há 20 anos que a poluição do Capibaribe só aumenta.** Marco zero. Junho de 2019. Disponível em: <https://marcozero.org/ha-20-anos-a-poluicao-do-capibaribe-so-aumenta/>. Acesso em: 04 de junho de 2023.

Garcia, F. M. **Efeitos da poluição.** Meusanimais. 2022. Disponível em: <https://meusanimais.com.br/efeitos-da-poluicao-ambiental/>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

Gazal, V. L. R. A; Correa, K. C. **O Programa Novo Rio Pinheiros e a despoluição do córrego Zavuvus: propostas para manutenção e perenidade das benfeitorias obtidas no programa.** 2022. Tese de Doutorado.

Gouveia, R. L. **Governança ambiental na revitalização de riachos urbanos na cidade do Recife-PE.** 2019.

Gouveia, R. L; Silva, V. S. F; Cabral, J. J. P. D. S. **Educação ambiental para a revitalização de rios em áreas urbanas.** Educação Ambiental em Ação, v. 18, n. 68, 2019. Disponível em: <https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=3741>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

Heiderscheidt, D. et al. **Conceitos aplicados à poluição do solo decorrente do derrame de petróleo e seus derivados.** *Maiêutica-Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 4, n. 1, 2016. <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/17080/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20Corrigida%20-%20Digital%20II.pdf%20certo.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

IBGE. Cidade do Recife-PE: **panorama.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>. Acesso em: 19 mai. 2023.

IBGE. Rio Capibaribe, Recife-PE. **Acervos dos Municípios Brasileiros**. 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=440825&view=detalhes>. Acesso em: 17 de maio de 2023.

Kennish, Michael J. **Practical handbook of estuarine and marine pollution**. CRC press, 2017.

Lima, M. D. C. D. A. **Combate à poluição no rio Capibaribe é premiado no Usina de Inovação de Pernambuco e conta com ação de gestores governamentais**. SINDGESTORPE. Novembro 2021. Disponível em: <https://www.sindgestorpe.org/noticias-detalle/275/combate-a-poluicao-no-rio-capibaribe-e-premiado-no-usina>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

Machado, R. C. V. **Rio Capibaribe, Recife, PE. Pesquisa Escolar Online**. 2010. Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

Marco Zero. **Há 20 anos a poluição só aumenta**. 2019. Disponível em: <https://marcozero.org/ha-20-anos-a-poluicao-do-capibaribe-so-aumenta/#>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

Melo, J. **Capibaribe um resgate social, econômico e ambiental**. **Jornal do Commercio**, mai.2008. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.Com.br/blogs/jamildo/2008/05/01/capibaribe-um-resgate-social-economico-e-ambiental/index.html>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

Minéu, H. F. S. et al. **O custo de oportunidade do aterro sanitário de Ituiutaba, MG: componentes e repercussão econômica em longo prazo**. 2017.

Moura, Matheus da Silva. **Upcycling: reutilização da matéria prima, jeans, descartada na cidade de Toritama para o desenvolvimento de uma coleção de bolsas e mochilas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso.

Morais, P. A. D. et al. **Poluição hídrica no contexto brasileiro: uma análise de produções da revista Química Nova na Escola**. 2022.

Nóbrega, A. S. D. C. **Fontes de contaminação no estuário do rio Capibaribe, Pernambuco**. 2011. trabalho de conclusão de curso.

Oliveira, F. P. D. **Percepção ambiental e gestão do meio ambiente de Toritama (PE): estudo da percepção de diferentes atores sociais sobre o rio Capibaribe**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Oliveira, T. D. S. et al. **Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical**, Recife, PE, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 14, n. 3, p. 399-411, 2014.

Lins Leticia. **Capibaribe: “Vamos jogar lixo no rio que o barco vai passar para limpar”**. 2021. Disponível em: <https://oxerecife.com.br/capibaribe-vamos-jogar-lixo-no-rio-que-o-barco-vai-passar-para-limpar/>. Acesso em: 24 de setembro de 2023.

Pereira, R. A. et al. **Avaliação da qualidade da água de um trecho do Rio Capibaribe através do modelo QUAL-UFMG**. 2019.

Pinheiro, P. **Doenças transmitidas por água contaminada**. MD.Saúde.2022. Disponível em: <https://www.mdsaude.com/doencas-infecciosas/doencas-da-agua/>. Acesso em: 03 de novembro de 2023. Pecora, Iracy Lea. Doenças de veiculação hídrica. São Paulo: Atlas, 2010.

Ribeiro, H. Poluição, **um veneno silencioso para a saúde humana**. Revista de Ciência Elementar, v. 7, n. 4, 2019.

Sá Filho, A. I. E. H; CRUZ, B. B. D. **Análise dos elementos do projeto de navegabilidade do Rio Capibaribe**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso.

Santos, P. H. G. D. **A percepção ambiental em rios urbanos: O caso do Rio Capibaribe em São Lourenço da Mata-PE.** 2015.

Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD. Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás. **Monitoramento da qualidade e quantidade de água.** Disponível em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/meio-ambiente-e-recursos-h%C3%ADricos/monitoramento-da-agua.html>. Acesso em: 19 de mai. 2023.

Silva, N. K. T; Tavares, H. M. **Educação ambiental e cidadania.** Curitiba: IESDE, 2009.

Silva, R. **Água contaminada: Impactos da poluição aquática.** Rabisco da história. Maio 2023. Disponível em: <https://rabiscodahistoria.com/poluicao-da-agua/>. Acessado em: 19 de maio de 2023.

Silva, R. C. P. et al. **Impactos Ambientais na bacia do rio Capibaribe: avaliação da poluição de suas águas no centro da cidade do Recife-PE.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió-AL, 2011.

Silva, R. C. P. et al. Impactos Ambientais na bacia do rio Capibaribe: avaliação da Poluição de suas águas no centro da cidade do Recife-PE. **XIX Simpósio Bras. Recur. Hídricos. Maceió-AL, 2011.**

Silva, W. **Processo de desenvolvimento de modelagem de calça jeans nas indústrias de Toritama.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso.

Sodré, F. F. **Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle.** Agricultura, v. 1, n. 2o, p. 3o, 2012.

Soldera, B. **Rios despoluídos: 5 exemplos que mostram que a revitalização é possível.** Instituto água sustentável. Agosto de 2022. Disponível em: <https://www.aguasustentavel.org.br/conteudo/blog/186-rios-despoluidos-5-exemplos-que-mostram-que-a-revitalizacao-e-possivel>. Acesso em: 28 de Maio de 2023.

Souza, C. M. N. **Relação saneamento-saúde-ambiente: os discursos preventivista e da promoção da saúde.** Saúde e Sociedade, v. 16, p. 125-137, 2007.

Teixeira, Simone Ferreira; Campos, Susmara Silva; Andrade, ALRH. **Qualidade da água no baixo rio Capibaribe, Recife, Pernambuco.** Encontro das águas, UNICAP, Recife, 2013.

Uhr, Júlia Gallego Ziero; Schmechel, Mariana; Uhr, Daniel de Abreu Pereira. **Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica.** Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace, v. 7, n. 2, 2016.

Vieira, F. **Converção do rio capibaribe é alvo de críticas da população.** Jornal commercio. 2020. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/grande-recife/2020/03/5601320-conservacao-do-rio-capibaribe-e-alvo-de-criticas-da-populacao.html>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

Xavier, A. D. **Sedimentação Recente do Médio e Baixo Estuário do Rio Capibaribe – Recife – Pernambuco.** Tese (Doutorado) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

Zetun, C. B. **Análise quali-quantitativa sobre a percepção da transmissão de zoonoses em Vargem Grande, São Paulo (SP): a importância dos animais de companhia, da alimentação e do ambiente.** 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

## ANEXOS

## ANEXO A - MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO CAPIBARIBE

Estação	Data	Corpo d'água	Município	Local	Qualidade	IET	Ecotoxicidade	Risco
CB-10	fev/23	Rio Capibaribe	Limoeiro	A jusante da cidade de Limoeiro.	Poluída	Hipereutrófico(90)		Muito Alto
CB-30	nov/19	Rio Capibaribe	Carpina/ Lagoa de Itaenga	A 2 km a jusante da Usina Petribú.	Poluída	Supereutrófico(68)		Alto
CB-40	fev/23	Rio Capibaribe	Paudalho	Na ponte da BR 408, a jusante da cidade de Paudalho.	Muito Poluída	Mesotrófico (56)		Médio
CB-55	nov/19	Rio Goitá	São Lourenço /Paudalho	Antes do deságue do Rio Goitá no Rio Capibaribe.	Poluída	Supereutrófico(66)		Baixo

CB-60	fev/23	Rio Capibaribe	São Lourenço da Mata	Na ponte à montante da Usina Tiúma, na captação da COMPESA.	Poluída	Hipereutrófico (68)		Baixo
CB-62	nov/19	Rio Tapacurá	São Lourenço da Mata	A jusante da cidade de Vitória de Santo Antão, em São Lourenço da Mata.	Muito Poluída	Hipereutrófico (70)	Tóxica	Médio
CB-71	nov/19	Rio Capibaribe	São Lourenço da Mata	Captação da Compesa, em Castelo.	Poluída	Hipereutrófico (70)	Não Tóxica	Baixo
CB-72	fev/23	Rio Capibaribe	São Lourenço da Mata	Antiga barragem, a jusante de São Lourenço da Mata.	Poluída	Eutrófico(60)		Baixo

CB-80	ago/19	Rio Capibaribe	Recife	Ponte na Av. Caxangá.	Muito Poluída	Supereutrófico(64)		Baixo
CB-95	ago/19	Rio Capibaribe	Recife	No píer do Sport, na avenida Beira Rio.	Muito Poluída	Hipereutrófico (69)		Baixo

**Fonte:** CPRH (2023).

## ANEXO B - DESCRIÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS MONITORADAS

Bacia Hidrográfica		Período Inicial	Nº de estações em cursos d'água-2020	Nº de estações em reservatórios- 2020
Rio Goiana		Janeiro 90	7	3
GL1	Rio Botafogo	Janeiro 91	5	1
	Rio Igarassu	Janeiro 91	8	
	Canal de Santa cruz	Setembro 90	1	
	Rio Timbó	Janeiro 90	2	
	Rio Paratibe	Fevereiro 90	3	
	Rio Beberibe	Março 86	5	
Rio Capibaribe		Janeiro 90	10	10
GL2	Rio Tejipló	Janeiro 05		1
	Rio Jaboatão	Março 90	9	1
	Rio Pirapama	Outubro 84	7	2
	Rio Massangana	Fevereiro 05		2

Rio Ipojuca		Setembro 86	14	3
Rio Sirinhaém		Março 92	5	
GL3	Rio Maracaípe	Novembro 06	1	
Rio Una		Janeiro 90	6	5
Rio Mundaú		Junho 05		2
Rio Ipanema		Junho 05		3
Rio Moxotó		Março 05		2
Rio Pajeú		Março 05		8
Rio Terra Nova		Abril 05		3
Rio Brígida		Mai 05		7
Rio das Garças		Mai 05		1
GI4	Rio São Francisco	Janeiro 90	1	
Total			84	54

**Fonte:** CPRH (2022).

**ANEXO C - LIMITES DE CLASSES DOS PARÂMETROS MONITORADOS.  
COMANA Nº357/05**

	Águas doces				Águas salinas			Águas salobras		
PARÂMETRO S	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Salinidade	≤0,50 ‰				≥30 ‰			>0,5‰ a <30 ‰		
Efeito tóxico	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito agudo	-	Não verifica do efeito crônico	Não verifica do efeito agudo	-	Não verifica do efeito crônico	Não verifica do efeito agudo	-
Clorofila a (µg/L)	≤10	≤30	≤60	-	-	-	-	-	-	-
Densidade de Cianobactérias (cel/mL)	≤20.000	≤50.000	≤100.000, dessedentação de animais ≤50.000	-	-	-	-	-	-	-
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	5 a 9
OD (mg O <sub>2</sub> /L)	≥6	≥5	≥4	≥2	≥6	≥5	≥4	≥5	≥4	≥3
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	≤3	≤5	≤10	-	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal total (mg NH <sub>3</sub> /L)	4,5(pH≤7,5) 2,4(7,5<pH≤8,0) 1,2(8,0<pH≤8,5) 0,6(pH>8,5)	4,5(pH≤7,5) 2,4(7,5<pH≤8,0) 1,2(8,0<pH≤8,5) 0,6(pH>8,5)	16,1(pH≤7,5) 6,8(7,5<pH≤8,0) 2,7(8,0<pH≤8,5) 1,2(pH>8,5)	-	≤0,49mg/L	≤0,85mg/L	-	≤0,49mg/L	≤0,85mg/L	-

Fósforo total (mg P/L)	lêntico≤0,02 intermediário e tributário de lêntico≤0,025 lótico e tributário de intermediário≤0,1	lêntico≤0,03 intermediário e tributário de lêntico≤0,05 lótico e tributário de intermediário≤0,1	lêntico≤0,05 intermediário e tributário de lêntico≤0,075 lótico e tributário de intermediário≤0,15	-	≤0,062 mg/L	≤0,093 mg/L	-	≤0,124 mg/L	≤0,186 mg/L	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	≤200 em 80% de 6 amostra/ano	≤1000 em 80% de 6 amostra/ano	≤2.500 contato secundário ≤1.000 animais confinados ≤4.000 demais usos	-	≤1.000 em 80% de 6 amostra/ano	≤2.500 em 80% de 6 amostra/ano	≤4.000 em 80% de 6 amostra/ano	≤200 irrigação ≤1.000 em 80% de 6 amostra/ano	≤2.500 em 80% de 6 amostra/ano	≤4.000 em 80% de 6 amostra/ano
Cor	-	≤75	≤75	-	-	-	-	-	-	-
Turbidez (UNT)	≤40	≤100	≤100	-	-	-	-	-	-	-
Nitrato (mg N/L)	≤10	≤10	≤10	-	≤0,40	≤0,70	-	≤0,40	≤0,70	-
Nitrito (mg N/L)	≤1,0	≤1,0	≤1,0	-	≤0,07	≤0,20	-	≤0,07	≤0,20	-
Cádmio total (mg/L)	≤0,001	≤0,001	≤0,01	-	≤0,005	≤0,04	-	≤0,005	≤0,04	-
Chumbo total (mg/L)	≤0,01	≤0,01	≤0,033	-	≤0,01	≤0,21	-	≤0,01	≤0,21	-
Cromo total (mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05	-	≤0,05	≤1,1	-	≤0,05	≤1,1	-
Manganês total (mg/L)	≤0,1	≤0,1	≤0,5	-	≤0,1	≤0,1	-	≤0,1	≤0,1	-
Zinco total (mg/L)	≤0,18	≤0,18	≤5	-	≤0,09	≤0,12	-	≤0,09	≤0,12	-

Níquel total	≤0,025 mg/L	≤0,025 mg/L	≤0,025 mg/L	-	≤0,025 mg/L	≤74ug/L	-	≤0,025 mg/L	≤74ug/L	-
Mercurio total	≤0,0002 mg/L	≤0,0002 mg/L	≤0,002 mg/L	-	≤0,0002 mg/L	≤1,8ug/L	-	≤0,0002 mg/L	≤1,8ug/L	-

**Fonte:** CPRH (2020).