



## Planos de monitoramento da qualidade da água dos rios Jaboatão e Pirapama- Pernambuco, Brasil: estudo de caso entre os anos 2001-2019 *Water quality monitoring plan (2001-2019): a case study of Jaboatão and Pirapama rivers – Pernambuco, Brazil*

Regina Célia Macêdo do Nascimento<sup>1</sup>, Cibele Rodrigues Costa<sup>2</sup>, Monica Ferreira da Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

Contato: [nascimento.regina@live.com](mailto:nascimento.regina@live.com)

### Palavras-Chave

gestão  
planejamento  
parâmetros  
QUALIÁGUA

### RESUMO

Observando o cenário do Brasil em relação ao monitoramento da qualidade da água, verifica-se uma falta de padronização nos planos, dificultando e por muitas vezes inviabilizando comparações e aplicações dos dados obtidos. Assim, a pesquisa buscou analisar os planos de monitoramento da qualidade da água dos Rios Jaboatão e Pirapama (Pernambuco). Foram considerados os pontos de monitoramento, parâmetros ambientais para qualidade da água, periodicidade de coleta e situação relacionada ao QUALIÁGUA. Foram realizadas compilações de dados públicos gerados e disponibilizados pela Agência Ambiental de Pernambuco entre 2001 e 2019. Verificou-se que o planejamento amostral estabelecido inicialmente pela agência não foi cumprido na íntegra, uma vez que muitas das coletas não foram realizadas, bem como ocorreram alterações quanto aos pontos de amostragem em ambos os rios. Quando comparado aos parâmetros esperados e acordados para monitoramento no estado, através do Programa QUALIÁGUA, o monitoramento apresentou 8 parâmetros em concordância com os 20 sugeridos. A análise do planejamento amostral é importante para obter um banco de dados conciso e adequado que subsidie o planejamento e gerenciamento das águas. Sugere-se o comprometimento da execução do planejamento amostral, aumento significativo dos pontos de coleta, para obter dados importantes em escala espacial e temporal.

### Key-word

management  
planning  
parameters  
QUALIÁGUA

### ABSTRACT

Observing the scenario in Brazil regarding water quality monitoring, there is a lack of standardization in plans, often making it difficult and sometimes impossible to compare and apply the collected data. Thus, the research aimed to analyze the water quality monitoring plans for the Jaboatão and Pirapama rivers in Pernambuco. Monitoring points, environmental parameters for water quality, collection frequency, and the situation related to QUALIÁGUA were considered. Compilations of publicly available data generated and provided by the Environmental Agency of Pernambuco between 2001 and 2019 were conducted. It was found that the sampling plan initially established by the agency was not fully adhered to, as many of the collections were not carried out, and there were changes in the sampling points in both rivers. When compared to the expected and agreed-upon parameters for monitoring in the state through the QUALIÁGUA Program, the monitoring showed 13 parameters in agreement with the suggested 20. The analysis of the sampling plan is important to obtain a concise and suitable database to support water planning and management. It is suggested to commit to the execution of the sampling plan and significantly increase the collection points to obtain important data on a spatial and temporal scale.

### Informações do artigo

Recebido: 29 de maio, 2023

Aceito: 18 de outubro, 2023

Publicado: 01 de dezembro, 2023

## Introdução

Os níveis atuais dos impactos antrópicos nos corpos de água superficiais, especialmente os urbanos, demonstram uma redução significativa na qualidade e uma exploração para fins econômicos cada vez maior, fatores que evidenciam os danos significativos aos recursos hídricos em todo o planeta (BIN et al., 2016; FREEMAN et al., 2019; KARIM et al., 2024; MIKEEV et al., 2024). Monitorar esses corpos d'água de maneira robusta e constante, é uma oportunidade eficiente de acompanhar a evolução e ter ferramentas de orientação a elaboração de políticas públicas e mitigação das implicações desses impactos, contribuindo também com a gestão sustentável dos recursos hídricos (OUYANG, 2005; DUBE et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2018, 2020; COSTA; COSTA, 2020; PARK et al., 2020).

Os programas de monitoramento da qualidade da água no Brasil, realizados pelos estados, são bastante diversos, onde cada um desenvolve as metodologias e elegem as variáveis estudadas (NASCIMENTO et al., 2018, 2020; COSTA, 2021). A carência de padronização na obtenção e tratamento das informações dificulta a comparação de resultados de diferentes regiões e até mesmo dentro de um mesmo órgão responsável pelo monitoramento. Muitas vezes, informações perdem significância devido a mudanças de metodologias sem a preocupação com a manutenção da relevância e comparabilidade dos dados pretéritos (KITSIOU; KARYDIS, 2011; KARYDIS; KITSIOU, 2013; DUBE et al., 2015; HALLETT et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2018, 2020; COSTA; COSTA, 2020, 2022).

A Agência Nacional de Águas (ANA), através do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA), tem como objetivo a ampliação e sistematização do conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, com a eliminação de lacunas geográficas e temporais, aumento da confiabilidade e melhor divulgação à sociedade dos dados obtidos (<http://pnqa.ana.gov.br/default.aspx>).

O objetivo, portanto, deste estudo consiste em analisar os planos de monitoramento da qualidade da água dos Rios Jaboatão e Pirapama, localizados no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, destacando os pontos de monitoramento, parâmetros ambientais para qualidade da água, periodicidade de coleta e situação relacionada ao Programa QUALIÁGUA.

## Material e Métodos

### Caracterização da área de estudo

Foram realizadas compilações de dados públicos gerados e disponibilizados online pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) de dois rios com grande representatividade social e econômica para o Estado de Pernambuco, o Jaboatão e Pirapama (Figura 1) em um período de dezenove anos (2001 - 2019) (CPRH, 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2016; 2017; 2018; 2019).

Figura 1. Localização dos geográficos dos rios Jaboatão e Pirapama, no estado de Pernambuco - Brasil.



Fonte: Autores (2023)

Reitera-se que, a análise foi realizada até 2019 por ser o último ano de disponibilização do monitoramento pela agência, uma vez que, após esse período instaurou-se a pandemia. E, até a realização dessa pesquisa (maio de 2023), nenhum novo dado foi viabilizado.

Ambas as bacias hidrográficas estão inteiramente localizadas no Estado de Pernambuco ( $8^{\circ} 00' - 8^{\circ} 14' S$  e  $34^{\circ} 50' - 35^{\circ} 15' W$ ) com sua nascente na cidade de Vitória de Santo Antão, localizado na zona da mata sul do estado (SOUZA; TUNDISI, 2003).

A bacia do Rio Jaboatão apresenta aproximadamente  $442 \text{ km}^2$  de área de drenagem (OTSUKA et al., 2016), sendo ela caracterizada como urbana, principalmente em seu baixo curso (SILVA; GIRÃO, 2020), por apresentar construções em seu entorno, além de receber efluentes domésticos e industriais em todo o seu curso d'água (NASCIMENTO et al., 2020). Enquanto a bacia do Rio Pirapama apresenta  $80 \text{ km}$  de extensão com uma área aproximada de dragagem de  $603 \text{ km}^2$  (BACALHAU et al., 2016), apresentando em sua maior parte atividades agrícolas e industriais (VIANA et al., 2018).

### Coleta e análise de dados

A escolha dos pontos de amostragem, também de escolha da CPRH, se deu por meio da identificação de regiões dadas como homogênea em relação à qualidade da água e suas proximidades com possíveis fontes poluidoras, sendo esses pontos elaborados e estabelecidos pela Diretoria Técnica Ambiental (DTA) e Diretoria de Controle de Fontes Poluidoras (DCFP). No Rio Jaboatão foram utilizados dados bimestrais das treze estações de amostragem de monitoramento da qualidade da água e no Rio Pirapama, quatorze estações (Tabela 1).

A escolha dos pontos de amostragem, também de escolha da CPRH, se deu por meio da identificação de regiões dadas como homogênea em relação à qualidade da água e suas proximidades com possíveis fontes poluidoras, sendo esses pontos elaborados e estabelecidos pela Diretoria Técnica Ambiental (DTA) e Diretoria de Controle de Fontes Poluidoras (DCFP). No Rio Jaboatão foram utilizados dados bimestrais das treze estações de amostragem de monitoramento da qualidade da água e no Rio Pirapama, quatorze estações (Tabela 1).

Tabela 2. Pontos de coleta dos rios Jaboatão e Pirapama com suas respectivas localizações em Universal Transversa de Mercator (UTM)

RIO JABOATÃO		RIO PIRAPAMA	
JB02	25L 0250821	PP10	UTM E 0244781
	UTM 9095446		UTM N 9089874
JB05	25L 0257544	PP20	UTM E 0250476
	UTM 9099684		UTM N 9088206
JB10	25L 0269861	PP24	UTM E 253564
	UTM 9101788		UTM N 9084911
JB20	UTM E 276754	PP30	UTM E 0254040
	UTM N 9102518		UTM N 9082659
JB25	25L 0268531	PP42	UTM E 262112
	UTM 9105378		UTM N 9083729
JB35	25L 0278147	PP45	UTM E 0263322
	UTM 9102820		UTM N 9084129
JB40	25L 0278842	PP55	UTM E 0272148
	UTM 9102650		UTM N 9081960
JB41	UTM E 280091	PP58	UTM E 272156
	UTM N 9103056		UTM N 9082922
JB55	UTM E 282353	PP60	UTM E 274849
	UTM N 9097688		UTM N 9083182
JB56	25L 0281952	PP62	UTM E 275245
	UTM 9097562		UTM N 9083461
JB57	25L 0282719	PP64	UTM E 276248
	UTM 9096882		UTM N 9084848
JB58	25L 0283571	PP68	UTM E 0278044
	UTM 9095910		UTM N 9086786
JB75	25L 0282675	PP75	UTM E 0278892
			UTM N 9085478
	UTM 9089842	PP80	UTM E 0280987
			UTM N 9086314

Fonte: Adaptado de CPRH (2020)

Os pontos de amostragem foram agrupados em alto e baixo curso, dados sua semelhança quanto urbanização e concentração de áreas de cana-de-açúcar (economia de grande influência da região). Sendo o alto curso, locais com menor aporte urbano, além de apresentar uma influência direta da área rural com a plantação de cana-de-açúcar; enquanto o baixo curso apresenta homogeneidade quanto ao aporte urbano desenvolvido, sendo os pontos localizados na região mais próxima ao litoral sul do estado de Pernambuco, como também da Região Metropolitana do Recife.

Foram considerados os seguintes parâmetros físico, químicos e biológicos: salinidade (ups), temperatura da água (°C), potencial hidrogeniônico (pH), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>), demanda bioquímica de oxigênio (mg L<sup>-1</sup>), nitrogênio amoniacal (mg L<sup>-1</sup>), fósforo total (mg L<sup>-1</sup>), cor verdadeira (mg L<sup>-1</sup> de Pt-Co), nitrito (mg L<sup>-1</sup>), nitrato (mg L<sup>-1</sup>), Fotobactéria e *Daphnia*

*magna*. Os parâmetros aferidos no programa de monitoramento, foram pré-estabelecidos pela CPRH. Segundo a agência pública, todas as coletas e análises seguiram o método descrito no manual da *American Public Health Association* (1995).

## Resultados e Discussões

Ao estabelecer o plano de monitoramento da qualidade das águas, a CPRH propôs um desenho amostral com pontos de amostragem pré-definidos e periodicidades em suas coletas, para que assim tivesse um relevante panorama hídrico. Realizada a pesquisa temporal de 2001 a 2019 desse plano, pôde-se constatar que a realidade esteve aquém do esperado em relação ao planejamento amostral inicial.

Os rios Jaboatão (Tabela 2) e Pirapama (Quadro 3) apresentaram grandes alterações em seu desenho amostral durante a linha de tempo estudada. Pontos de amostragem foram incluídos e retirados, além de não apresentarem mais alguma padronização relacionada a periodicidade de coleta e parâmetros físicos, químicos e biológicos. Esse cenário traz prejuízos principalmente à acurácia de dados da qualidade da água dessas bacias hidrográficas, uma vez que não se tem uma matriz de dados robustos para caracterizar o panorama hídrico. Dificultando a utilização de importantes análises estatísticas e consequentemente a formulação de propostas e estratégias para os tomadores de decisões das bacias e comitês.

### Rio Jaboatão

A proposta amostral estabelecida no primeiro ano de monitoramento da qualidade da água, apresentava em seu teor 6 coletas distribuídas em 6 pontos de monitoramento a serem seguidos no decorrer dos anos. Porém, com o passar dos tempos, verificou-se principalmente a defasagem relacionada ao quantitativo de coletas, chegando a um número muito aquém do esperado, como observado em 2016 com apenas uma aferição no ponto JB02. Salienta-se que a coleta do *n* amostral é dada de forma única e aleatória com a água superficial do rio.

Na série temporal, foram identificados 13 pontos de amostragem, uma vez que a inclusão e exclusão era de acordo com a presença de potenciais fontes de poluição. Mas, ressalta-se que ao analisar os relatórios anuais, a CPRH justificava a retirada do ponto de amostragem pelo fato da fonte poluidora não existir mais. Essa escolha, embasa reflexões relacionadas a importância de mesmo visualmente não ter mais o potencial poluidor, continuar realizando as aferições para se ter certeza de que não ocorre mais poluição.

Dos 13 pontos de amostragem do Rio Jaboatão, apenas o JB10 esteve presente durante o período estudado (2001-2019) (Quadro 2), porém, em todos na maioria dos nos apresentou brechas em sua matriz de parâmetros, a realidade encontrada foi de 90 coletas (46,9%).

Destas, em apenas dois anos (2016 e 2017) tiveram todos os parâmetros aferidos, mesmo que com o quantitativo de coletas abaixo do esperado.

Chama-se a atenção para o JB57 que, apenas esteve presente no ano de 2005 com duas leituras (março e maio). A inclusão desse ponto se deu por meio do aparecimento de um potencial fonte de poluição e que nos anos seguintes não estava mais disponível, acarretando o abandono da JB57.

Ao observar a Tabela 2, podemos observar um padrão de substituição dos pontos de amostragem como, por exemplo, os pontos JB41 e JB55 que estiveram presentes no monitoramento até o ano de 2007, onde a partir desse momento ocorreu a inclusão dos JB02 e JB05. A inserção dos novos pontos foi feita em outros bairros do município, com distâncias em quilômetros considerados, porém, foram locais que apresentaram novos pontos de fonte poluidora. Sendo assim, necessária a inclusão de um novo local de amostragem.

### Rio Pirapama

Em relação ao Rio Pirapama (Tabela 3), dos quatorze pontos estabelecidos, apenas quatro estiveram presentes ao longo do estudo, sendo eles o PP10, PP20, PP68 e PP75. Ao comparar com o Rio Jaboatão, o Pirapama apresentou um melhor desenho amostral, no sentido de maior quantitativo de aferições em pontos de coleta, porém, obteve muitas falhas relativas ao pré-estabelecido. Além disso, com a proposta de um  $n$  amostral maior, com 12 leituras (uma para cada mês do ano), assim como a presença de leituras com a matriz de parâmetros completa. Ressalta-se ainda, que a partir do ano de 2007 o máximo de coletas realizadas foram de 6, ou seja, metade do proposto inicialmente no desenho amostral.

A diminuição dos pontos e uma maior concentração de coletas, de acordo com a Agência, foi dada através da necessidade de realizar o monitoramento com a frequência da safra de cana-de-açúcar, atividade econômica que move a região. Essa safra corresponde aos meses de setembro a janeiro, com entressafra de fevereiro a agosto. Com repetições na matriz dos parâmetros: temperatura, pH, OD, DBO, cor, turbidez, condutividade, fósforo, coliformes e salinidade.

Observando as substituições presentes no Pirapama, como por exemplo a retirada do PP30 e inclusão do PP58, esses pontos de amostragem fazem sentido na questão de localização (Tabela 1). Com sua localização próxima ao Riacho Dois Braços, na divisa dos municípios de Escada e Cabo de Santo Agostinho - litoral sul do Estado de Pernambuco. Dessa forma, os pontos apresentam uma similaridade de representatividade. A alteração da codificação se dá devido a procedimentos burocráticos onde não se pode repetir a numeração, por isso a nova denominação.

De todos os anos em estudo, o que menos apresentou periodicidade de coleta e desenvolvimento em sua matriz de parâmetros foi 2014. Em média, só foram feitas coletas três vezes no ano, além disso, ocorreu uma interrupção no ano seguinte. Ao investigar o motivo para tal e entrar em contato direto com representantes da CPRH, fora justificado o fato de haver uma troca interna de chefia de departamento, necessitando de uma

reorganização no planejamento e métodos a serem utilizados.

A realização do monitoramento da qualidade da água é fundamental para verificar o que ocorre em relação aos recursos hídricos, as quais podem subsidiar ações, propostas de contingenciamento e melhorias relacionadas a eles (DROSE et al., 2020), sendo um instrumento de respaldo para política de gestão de recursos hídricos (GUEDES et al., 2012). Para que isso de fato ocorra, o planejamento amostral se faz necessário uma vez que envolve ferramentas e instrumentos de verificação da qualidade da água.

De acordo com Braido et al. (2022), a constância de um monitoramento da qualidade da água permite identificar possíveis fontes poluidoras e conseqüentemente realizar quaisquer ações que visam o controle da qualidade nesse ambiente. Uma vez que, essas informações subsidiam a formulação de políticas públicas e privadas relacionadas à água. Ressalta-se ainda, a necessidade da construção de uma matriz de parâmetros rígida e eficaz, que se enquadrem nas normativas ambientais, a exemplo do CONAMA (Bega et al., 2020), visto que ocorre o lançamento de efluentes e águas residuais nos corpos hídricos (CAMPOS; KUHN, 2021).

Problemas relacionados ao cumprimento do planejamento amostral não existem apenas no Brasil. Ao realizar um estudo nos Estados Unidos, Barret e Frazier (2016) verificaram que o monitoramento das águas acaba tendo diversos problemas e se tornam mais trabalhosos do que o desejado, além de gastar mais tempo do que o previsto. Com isso, muitas agências acabam efetuando poucas coletas e por muitas vezes fazendo cálculos de médias para cada corpo d'água.

As práticas exemplificadas por Barret e Frazier (2016) são facilmente associadas ao estudo de caso desta pesquisa. Uma vez que, por não ter dados suficientes para qualidade da água, conforme desejado, em alguns casos se faz necessário a utilização de médias para tentar realizar métodos estatísticos robustos que subsidiem a gestão das águas, camuflando a real situação hídrica.

Uma possível solução para sanar essa problemática seria usufruir de tecnologias pertinentes ao monitoramento da qualidade da água, de acordo com Park et al. (2020). Os autores informam que o auxílio de tecnologias, que por muitas vezes apresentam valor de mercado inferior aos métodos de coleta *in situ* convencionais, favorecem a melhoria de planos de monitoramento existentes. Um apropriado exemplo é utilização de sensores que analisam parâmetros físico-químicos, sem ter a necessidade de levar o material até um laboratório, minimizando os custos de deslocamento e em alguns casos, terceirização do serviço ou até mesmo a contaminação por algum poluente tóxico. Esses sensores em sondas multiparamétricas, a depender de sua tecnologia, vem a permitir uma coleta de dados com conexões a telemetria e sistemas de controle. Assim, poderiam ser realizadas mais coletas, favorecendo a acurácia de dados e suporte aos tomadores de decisão.

Com essas alternativas, poderia-se sanar ao menos, parcialmente, a problemática apontada por Girardi et al. (2019), em que se aponta a necessidade de um grande quantitativo de equipamentos, bem como mão de obra capacitada, acarretando um grande custo.

Problemas relacionados ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, como ocorre no Jaboatão e Pirapama, são acarretados por políticas governamentais. Essa problemática, também é evidenciada na Indonésia, em que Sulistyaningsih et al. (2021) destacam a colaboração e iniciativas entre governo e gestores de bacias são fundamentais para sanar problemas em relação ao monitoramento e ações que visem a proteção desses recursos.

### Rios Jaboatão e Pirapama *versus* Programa QUALIÁGUA

O monitoramento de qualidade de águas no Brasil é realizado de forma segmentada, de forma estadual e por muitas vezes utilizando variáveis diferentes, tornando os resultados de difícil comparação dentro do próprio país. Esses dados produzidos são de caráter público, devendo ser amplamente divulgados e utilizados como ferramenta de pesquisa e gestão (<http://pnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>).

Diante deste cenário, a ANA, visando tornar as informações de comparáveis em âmbito nacional, aumentar a confiabilidade dos dados, divulgar e disponibilizar à sociedade as informações produzidas, contribuir para o fortalecimento e estruturação dos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos e meio ambiente, além de reduzir custos associados à logística de amostragem, desenvolveu e vem aplicando as ações do Programa QUALIÁGUA, de acordo com as diretrizes estabelecidas na Resolução ANA nº 903/2013 (<http://pnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>; Resolução ANA nº 903/2013; Resolução ANA nº 643/2016).

Em Pernambuco, foi firmado o Contrato nº 003/2017/ANA, resultante do Acordo de Cooperação Técnica – ACT nº 09/2016/ANA, definindo como instituição executora a Agência Pernambucana de Água e Clima – APAC, em parceria com a CPRH (<http://pnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>). O contrato do QUALIÁGUA tem por objeto a premiação pela ANA à APAC pelo alcance das metas de monitoramento e divulgação dos dados de qualidade das águas no Estado, atendendo ao cumprimento do Plano de Metas proposto. Ao longo da vigência do contrato, o estado já obteve nove certificações, indicando o cumprimento das metas mínimas propostas pelo programa (Contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA; Primeiro termo aditivo ao contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA; <https://www.apac.pe.gov.br/programas>; <http://pnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>).

O monitoramento feito pela CPRH não contempla todos os parâmetros previstos pelo Programa QUALIÁGUA, conseguindo atender apenas a oito dos 20 parâmetros esperados (Tabela 4).

Apesar das limitações de trabalho, ocasionadas pela pandemia de Covid-19 e a mudança de sede do laboratório responsável pela análise, o Estado apresentou evolução no monitoramento ao longo do período do contrato. Dentre os parâmetros monitorados, oito deles são os mesmos propostos pelo Programa QUALIÁGUA, mostrando que o Estado caminha em direção a padronização dos dados

coletados a nível nacional, porém ainda vem realizando coletas de parâmetros não comparáveis diretamente e que tem necessidade de serem revistos.

Tabela 4. Parâmetros monitorados pelo programa de monitoramento desenvolvido pela CPRH nos Rios Jaboatão e Pirapama e parâmetros propostos pelo Programa QUALIÁGUA

Exclusivos CPRH	Exclusivos Programa QUALIÁGUA	Comuns aos dois monitoramentos
Salinidade (ups)	Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura da Água ( $^{\circ}\text{C}$ )
Cor verdadeira (Pt Co <sup>-1</sup> )	Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	pH
Nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ ),	Sólidos em suspensão ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Turbidez (UNT)
Fotobactérias	Alcalinidade Total ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )
<i>Daphnia magna</i>	Cloreto Total ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\text{mg L}^{-1}$ )
	Demanda Química de Oxigênio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Nitrogênio Amoniacal ( $\text{mg L}^{-1}$ )
	Coliformes Termotolerantes (NMP 100ml <sup>-1</sup> )	Nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ )
	Clorofila a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Fósforo total ( $\text{mg L}^{-1}$ )
	Fitoplâncton qualitativo	
	Fitoplâncton quantitativo (cel 100ml <sup>-1</sup> )	
	Ortofosfato dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	
	Temperatura do Ar ( $^{\circ}\text{C}$ )	

Fonte: Contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA; Primeiro termo aditivo ao contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA; <https://www2.cprh.pe.gov.br/>

À medida em que ocorrem avanços relacionados ao monitoramento, mudanças também ocorrem no planejamento de ações voltadas para esses corpos hídricos. Uma vez que, se tem mais dados pode-se verificar com veemência os enquadramentos e respectivos usos da água para cada região. Além disso, Santos et al. (2021) e Albuquerque et al. (2022) destacam que estabelecer a periodicidade de estudos ou monitoramentos relacionados à água, são de suma importância para o conhecimento de sua qualidade, bem como a observação dos tipos e intensidade de fontes poluidoras sobre o corpo d'água.

Tabela 3. Pontos de coleta do Rio Jaboatão dos anos de 2001 – 2019 com o n amostral

Ano / Ponto	JB02	JB05	JB10	JB20	JB25	JB35	JB40	JB41	JB55	JB56	JB57	JB58	JB75
2001	NA	6	6	6	NA	6	6	5	6	NA	NA	NA	NA
2002	NA	6	6	6	NA	5	6	6	6	NA	NA	NA	NA
2003	NA	6	6	6	NA	6	4	5	6	NA	NA	NA	NA
2004	NA	6	6	6	NA	6	NA	6	6	NA	NA	NA	NA
2005	NA	6	6	6	NA	6	NA	6	6	3	2	NA	5
2006	NA	6	6	6	NA	6	NA	6	6	6	NA	2	6
2007	NA	6	6	6	NA	6	NA	6	6	6	NA	6	6
2008	5	5	5	NA	5	NA	5	NA	6	5	NA	5	5
2009	4	4	4	NA	4	4	NA	NA	6	4	NA	4	4
2010	6	6	6	NA	6	6	NA	NA	6	6	NA	6	6
2011	6	5	6	NA	6	6	6	NA	6	5	NA	5	6
2012	6	6	6	NA	6	2	6	NA	6	6	NA	6	6
2013	5	5	5	NA	5	3	4	NA	6	5	NA	3	5
2014	3	3	2	NA	3	3	3	NA	6	3	NA	3	3
2015	NA												
2016	1	3	3	NA	3	3	3	NA	6	3	NA	3	3
2017	2	4	4	NA	3	4	4	NA	6	4	NA	4	4
2018	3	4	3	NA	4	4	4	NA	6	4	NA	4	4
2019	2	4	4	NA	2	2	4	NA	6	2	NA	4	2

Fonte: Autores (2022)

Escala de cores:

Cor	N
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
NA	NA

Legenda:

\* matriz de parâmetros físicos, químicos e biológicos incompletos.

NA – Não se aplica. Nos períodos assim identificados não houve coletas de parâmetros.

Tabela 4. Pontos de coleta do Rio Pirapama dos anos de 2001 – 2019 com o n amostral.

Ano / Ponto	PP10	PP20	PP24	PP30	PP42	PP45	PP55	PP58	PP60	PP62	PP64	PP68	PP75	PP80
2001	*	*		*		*	*					*	*	*
2002	*	*		*		*	*					*	*	*
2003	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2004	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2005	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2006	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2007	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2008	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2009	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2010	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2011	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2012	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2013	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2014	*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*
2015														
2016														
2017			*											
2018		*			*							*		*
2019	*	*	*		*							*	*	*

Escala de cores:

Fonte: Autores (2022)

Cor	N	Cor	N
	1		7
	2		8
	3		9
	4		10
	5		11
	6		12
	NA		

Legenda:

\* matriz de parâmetros físicos, químicos e biológicos incompletos.

NA – Não se aplica. Nos períodos assim identificados não houve coletas de parâmetros.

## Conclusão

Constatou-se que, o monitoramento da qualidade da água dos rios Jaboatão e Pirapama requer melhorias em suas execuções. Planejamentos amostrais falhos, com poucos pontos de amostragem e irregulares aferições de parâmetros que não conseguem retratar temporalmente e espacialmente a qualidade da água dos rios. A sistematização dessas coletas é necessária para que se consiga verificar e observar indícios que venham acarretar alterações dos corpos hídricos. Realizar alterações nos pontos de coleta por visualmente não se ter mais uma fonte de poluição, ocasiona perda de dados temporais e significantes na região. Posto que, a abertura de um novo ponto de coleta não substituirá o anterior, visando que sejam outras características, seja a área de drenagem ou depuração, por exemplo. O ideal seria o acréscimo dos pontos e não a substituição.

Espera-se e sugere-se um aumento no quantitativo de pontos de amostragem, assim como, o comprometimento de execução com os pontos já existentes e pré-definidos pela agência. Para que assim, se possa obter panoramas da qualidade da água concisos e irrefutáveis, aproveitando melhor a verba pública em prol do ambiente e sociedade.

A análise do planejamento amostral de agências de monitoramento é de suma importância para que se possa obter um banco de dados conciso e adequado que subsidie o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos conforme sugerido pelo QUALIÁGUA. As falhas na aplicação dessa metodologia, como pôde-se observar em ambas as bacias, acarreta um efeito de desperdício de mão de obra, recurso financeiro que deveria por sua vez nos trazer informações reais e eficazes da qualidade da água.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE - Código de Financiamento BFT-0122-1.08/18.

## Referências

- ALBUQUERQUE, T.N.; ROCHA, E.M.; SILVA, I.V.S. Evaluation of the quality of surface water resources in the Mearim-MA hydrographic basin between 2017 and 2020. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 5, n. 4, p. 4091-4100, 2022. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n4-053>
- BACALHAU, J.R.; RIBEIRO NETO, A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Water supply reservoir operation in relation to climate variability: Pirapama river basin (Pernambuco-Brazil). *Journal of Urban and Environmental Engineering*, v.10, n.2, p. 279-287, 2016. <http://doi.org/10.4090/juee.2016.v10n2.279287>
- BARRETT, D. C.; FRAZIER, A. E. Automated method for monitoring water quality using Landsat imagery. *Water*, v. 8, n. 6, 257, 2016. <https://doi.org/10.3390/w8060257>
- BEGA, J.M.M.; RIBEIRO, N.U.F.; ALMEIDA, J.C.R., MORAIS RICARDI, A.; OLIVEIRA, J.N. Avaliação dos parâmetros químicos de qualidade da água em um ecossistema aquático lótico. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 16 n.1, p. 73-84, 2020. <https://doi.org/10.17271/1980082716120202318>
- BIN, W.; MINGLIANG, D.; PENGNIAN, Y.; YINGLIAN, L. The evolution of groundwater recharge and discharge in Shanshan County in the past 60 years and the relationship between Karez flow attenuation. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, v. 32, n. 16, 2016. <http://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2016.16.015>
- BRAIDO, F. L.; RIBEIRO, E. V.; MENDES, I. A. D. S.; DE OLIVEIRA, D. A.; RODRIGUES, W. F. Análise espaço temporal da evolução do monitoramento da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Pará-MG. In: *Seminário de Iniciação Científica (SIC)*, p. 1-7, 2022.
- BRASIL. **Contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA**. Contrato que entre si celebram a Agência Nacional de Águas – ANA, e a Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC objetivando a concessão de estímulo financeiro pelo alcance de metas de monitoramento e divulgação de dados de qualidade de água no estado de Pernambuco no âmbito do QUALIÁGUA.
- BRASIL. **Primeiro termo aditivo ao contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA**. Primeiro termo aditivo ao contrato nº 003/2017/ANA – QUALIÁGUA, celebrado entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA e a Agência Pernambucana de Água e Clima – APAC, no âmbito do QUALIÁGUA.
- BRASIL. **Resolução ANA nº 643/2016**. Altera o Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA e dá outras providências.
- BRASIL. **Resolução ANA nº 903/2013**. Cria a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais – RNQA e estabelece suas diretrizes.
- CAMPOS, R. F. F.; KUHN, D. C. Análise da interação de uma fonte pontual de lançamento de esgoto sanitário com a qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. *Nature and Conservation*, v.14, n.3, p.96-102, 2021. <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.003.0008>
- COSTA, C.R. **Avaliação da Balneabilidade em praias da Costa Leste do Nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado em Oceanografia) Programa de Pós graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2021.
- COSTA, C.R.; COSTA, M.F. Programas de monitoramento da balneabilidade de praias recreativas no Nordeste do Brasil. In: **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em Áreas Costeiras e Marinhas: Conceitos e Práticas**, v. 2, p.351-362, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6676319>
- COSTA, C.R.; COSTA, M.F. Revisão de metodologias do monitoramento microbiológico da qualidade da água em praias recreativas. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 8, n. 3, 092-113, 2020.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2002. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2001.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2003. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2002.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2004. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2003.

- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2005. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2004.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2006. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2005.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2007. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2006.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2008. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2007.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2009. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2008.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2010. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2009.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2011. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2010.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2012. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2011.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2013. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2012.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2014. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2013.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2015. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2014.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2017. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2016.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2018. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2017.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2019. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2018.
- CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. 2020. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2019.
- DROSE, A.; VALENTINI, M.; DUARTE, V.; DOS SANTOS, G. B.; NADALETI, W.; VIEIRA, B. M. Utilização de Métodos Estatísticos Multivariados no Monitoramento de Qualidade da Água da Lagoa Mirim. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 4, p. 058-067, 2020.
- DUBE, T.; MUTANGA, O.; SEUTLOALI, K.; ADELABU, S.; SHOKO, C. Water quality monitoring in sub-Saharan African lakes: a review of remote sensing applications. **African Journal of Aquatic Science**, v. 40, n.1, p.1-7, 2015. <https://doi.org/10.2989/16085914.2015.1014994>
- FREEMAN, L. A.; CORBETT, D. R.; FITZGERALD, A. M.; LEMLEY, D. A.; QUIGG, A.; STEPPE, C. N. Impacts of urbanization and development on estuarine ecosystems and water quality. **Estuaries and Coasts**, v. 42, p.1821-1838, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12237-019-00597-z>
- GIRARDI, R.; PINHEIRO, A.; VENZON, P. T. Parâmetros de qualidade de água de rios e efluentes presentes em monitoramentos não sistemáticos. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e2, 2019. doi:10.21168/rega.v16e2.
- GUEDES, H.A.; SILVA, D.D.D.; ELESBON, A.A.; RIBEIRO, C.; MATOS, A.T.D.; SOARES, J.H. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 558-563, 2012.
- HALLETT, C.S.; VALESINI, F.; ELLIOTT, M. A review of Australian approaches for monitoring, assessing and reporting estuarine condition: I. International context and evaluation criteria. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 260-269, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.07.015>
- KARIM, A.; B. HAFEEZA, B.; RIAZ, S.; KHWAJA, S.; SHAHZAD, M.M.; AKHTER, A. Assessment of aquatic macro-invertebrates communities and water quality parameters of River Zhob, Balochistan, Pakistan. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, e265234, 2024. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.265234>
- KARYDIS, M.; KITSIOU, D. Marine water quality monitoring: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 77, n. 1-2, p. 23-36, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.012>
- KITSIOU, D.; KARYDIS, M. Coastal marine eutrophication assessment: A review on data analysis. **Environment International**, v. 37, n. 4, p. 778-801, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.004>
- MIKHEEV, P.A.; BENIN, D.M.; BOROVSKOI, V.P. The parameters of flow-forming elements for controlling the behavior of fish in artificial channels. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, e264217, 2024. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.264217>
- NASCIMENTO, R.C.M.; COSTA, C.R.; MAGAROTTO, M.G.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; COSTA, M.F. Qualidade da água de três estuários tropicais expostos a diferentes níveis de urbanização. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 20, n. 3, p. 169-178, 2020. <https://doi.org/10.5894/rgci-n284>
- NASCIMENTO, R.C.M.; GUILHERME, B.C.; ARAÚJO, M.C.B.; MAGAROTTO, M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S. Uso de Indicadores Ambientais em áreas costeiras: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 52-69, 2018.
- OTSUKA, A.Y.; FEITOSA, F.A.N.; FLORES-MONTES, M.J.; SILVA, A. Dynamics of chlorophyll-a and oceanographic parameters in the coastal zone: Barra das Jangadas-Pernambuco, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 32, n. 3, p. 490-499, 2016. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00135.1>
- OUYANG, Y. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. **Water Research**, v. 39, n. 12, p. 2621-2635, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.04.024>
- PARK, J.; KIM, K. T.; LEE, W. H. Recent advances in information and communications technology (ICT) and sensor technology for monitoring water quality. **Water**, v. 12, n. 2, 510, 2020. <https://doi.org/10.3390/w12020510>
- SANTOS, C.A.A.S.; OLIVEIRA, L.; BARBOSA, M.A.; HORSTER, T.R.Z.; NASCIMENTO, B.L.M.; OLIVEIRA SERRA, M.A.A.; COSTA, I.A.; ORLANDA, J.F.F. Análise da qualidade da água recreativa em balneários da Cidade de Açailândia, Maranhão, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n.13, p. e264101321080-e264101321080, 2021. Doi: 10.33448/rsd-v10i13.21080

SILVA, C.S.; GIRÃO, O. Análise morfométrica e caracterização geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Jaboatão (BHRJ)–Pernambuco. **Geosul**, v. 35, n. 75, p. 441-460, 2020. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p441>

SULISTYANINGSIH, T. et al. Public policy analysis on watershed governance in Indonesia. **Sustainability**, v. 13, n. 12, p. 6615, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13126615>

SOUZA, A.D.G.; TUNDISI, J.G. Water Quality in Watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a Case Study. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n.4, p. 711-721, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000400026>

VIANA, J. F. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, B. B.; SILVA, R. M.; SANTOS SOUZA, W. Modelagem hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama-PE utilizando o modelo SWAT. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 03, n. 01, p. 155-172, 2018. <https://doi.org/10.24221/jeap.3.1.2018.1709.155-172>