



QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIBARITE E PRESSUPOSTOS PARA O ENQUADRAMENTO

Anderson José Alves de Sá, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
anderson.josealves@ufrpe.br

Anne Beatriz Carvalho Silveira, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
anne80164@gmail.com

Carlos Eduardo da Silva Santos Junior, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
carlos.santosjunior@ufrpe.br

Myreide Marinez da Silva, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
myreide.marinez@ufrpe.br

Luara dos Santos Soares, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
luarasantos195@gmail.com

Jocimar Coutinho Rodrigues Junior, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
jocimar.coutinho@ufrpe.br

RESUMO - O crescimento populacional e as práticas agrícolas são atividades que acarretam impactos sobre os recursos hídricos, sendo necessário adotar medidas regulatórias para cumprimento das normas ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho consiste em examinar os padrões de qualidade da água na Bacia do Capibaribe entre os anos de 2001 e 2019, visando compará-los com os requisitos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Com base nas análises realizadas, pode-se constatar que a qualidade da água na região do Rio Capibaribe apresenta preocupações decorrentes da influência de fontes poluidoras causadas por atividades humanas. Isso se reflete em problemas relacionados à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e ao Oxigênio Dissolvido (OD) nas cidades de Limoeiro, Paudalho e principalmente em Vitória de Santo Antão e São Lourenço da Mata. Com base nos resultados obtidos, sugere-se que Limoeiro e Paudalho sejam enquadrados como classe 2, com uma sugestão para implementação de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Já Vitória de Santo Antão é recomendado que seja enquadrado como classe 3 e São Lourenço da Mata permanece na classe 2, de acordo com os parâmetros analisados.

1. Introdução

Apesar dos avanços sociais conquistados no Brasil nos últimos anos, a questão da cobertura de serviços de esgotamento sanitário continua sendo um desafio significativo. De acordo com os dados do SNIS (Sistema de Nacional Informações sobre Saneamento) do ano 2021, nas cidades de Limoeiro e Paudalho não há atendimento de esgotamento sanitário,



nenhuma parcela da população é atendida, já nas cidades de Vitória de Santo Antão e São Lourenço da Mata, há respectivamente 27% e 34% da população atendida (SNIS, 2023). No cenário nacional, quando se trata do tratamento adequado de esgoto, a situação também é preocupante, com apenas 28,5% dos municípios realizando esse tratamento, conforme o IBGE (2010).

O aumento populacional desenfreado e a expansão da atividade agrícola têm gerado sérias preocupações sobre a qualidade dos recursos hídricos no país. A forma como muitas comunidades descartam resíduos sólidos e efluentes sem tratamento adequado é uma das principais causas da deterioração da água em nossos mananciais. A urbanização em crescimento, bem como as práticas agropecuárias, consiste nos principais agentes poluidores, contribuindo com altos níveis de matéria orgânica, nutrientes, sedimentos e resíduos de pesticidas nos corpos d'água (VON SPERLING, 2014; CENTENO, 2020).

A bacia do Capibaribe, caracterizada pela predominância de áreas agrícolas em suas proximidades, serve como um exemplo contundente da influência das atividades humanas no meio ambiente. Nessa região, observa-se uma transformação significativa da paisagem, com o avanço de pastagens e plantações de cana-de-açúcar, bem como a presença de vegetação arbustiva com fragmentos remanescentes.

O enquadramento é um instrumento essencial na política nacional de recursos hídricos, regulamentado pela Lei 9.433 (BRASIL, 1997). Este mecanismo ganha relevância particular quando se trata do descarte de efluentes industriais, estações de tratamento de esgoto (ETEs) e outras atividades que possam afetar a qualidade da água em um corpo hídrico específico.

É de suma importância compreender como um corpo d'água reage ao lançamento de efluentes, pois a legislação ambiental estabelece limites para diversos parâmetros de qualidade, de acordo com os usos atuais e futuros da água em uma determinada bacia hidrográfica (CONAMA, 2005).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo analisar os parâmetros de qualidade da água referentes ao período de 2001 a 2019 na Bacia do Capibaribe, com base em informações fornecidas pela CPRH (Companhia Pernambucana de Meio Ambiente). A análise visa comparar esses dados com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005, a fim de avaliar a conformidade da qualidade da água na bacia em relação à legislação ambiental vigente.

2. Fundamentação teórica.

2.1 Qualidade de Água

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos do lançamento de grandes quantidades de efluentes sem tratamento adequado e/ou com intensidade, concentração e características discordantes dos padrões estabelecidos em legislação (FRINHANI E CARVALHO, 2010). Diante deste cenário, diversos impactos ambientais são ocasionados sobre as bacias hidrográficas, em que os parâmetros de qualidade dos corpos d'água são modificadas, levando a sua deterioração.

A qualidade da água é o fator primordial para que a mesma possa ser utilizada para consumo humano. Para determinar esse fator, existem portarias vigentes que definem os padrões para a qualidade. Esses padrões são determinados através de análises físicas, químicas e microbiológicas. No Brasil existe Legislações específicas par determinar a qualidade da água (BORTOLI, 2016).

A avaliação de dados relativos à qualidade de água é um fator fundamental na gestão de recursos hídricos. Os índices de qualidade da água constituem em importante ferramenta de monitoramento dos corpos hídricos, por permitirem de forma rápida e sintética a caracterização da qualidade da água, convertendo em um único número de fácil compreensão, não só no meio científico como entre o público geral, diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos (CUNHA, 2019).

2.2 Enquadramento dos Corpos de Águas

A classificação de um recurso hídrico consiste e num importante maneira de qualificar as águas para o processo de enquadramento. O conhecimento da qualidade atual das águas, juntamente com o levantamento dos seus usos múltiplos subsidia a elaboração de um possível plano de ação para a recuperação ou manutenção da qualidade das águas (ZUMACH, 2003).

O enquadramento busca” assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que foram destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Art. 9º, Lei nº 9.443, de 1997).

O enquadramento de corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes da água, é um dos instrumentos de gestão estabelecidos pela PNRH que visa indicar as metas de qualidade hídrica em função da classificação por tipo de uso, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, caso o enquadramento não seja aprovado, as águas doces são consideradas classe 2, enquanto as águas salinas e salobras são consideradas classe 1, a menos que as condições de qualidade sejam melhores, conforme estabelecido pela Resolução CNRH 91/2008 (BRASIL, 2008). Caso não haja enquadramento



dos corpos d'água superficiais, os padrões de qualidade da classe correspondem aos usos mais restritivos predominantes no respectivo curso de água. Nesse caso, a classe 2 é adotada se a autoridade outorgante tiver informações sobre a bacia hidrográfica de água doce.

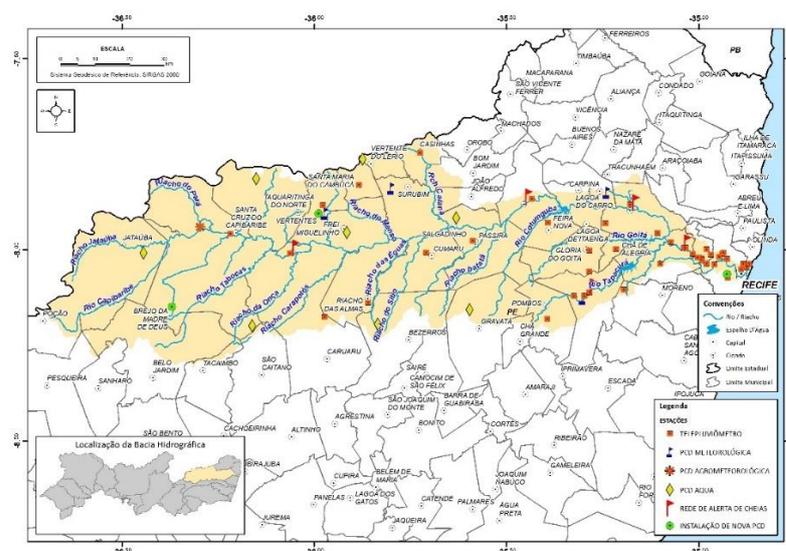
3. Metodologia

3.1 Área em estudo

Segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2023), o Rio Capibaribe tem sua origem na fronteira entre os municípios de Jataúba e Poção, atravessando diversos centros urbanos e funcionando como um receptor de resíduos industriais e domésticos. Inicialmente, segue na direção sudeste-nordeste, até se aproximar de Santa Cruz do Capibaribe, onde muda de rumo para oeste-leste, estendendo-se por aproximadamente 280 quilômetros até sua foz, na cidade do Recife. Em várias partes, atua como uma fronteira natural entre municípios de Pernambuco, como é o caso de Santa Cruz do Capibaribe e Brejo da Madre de Deus.

O rio Capibaribe exibe um padrão de fluxo intermitente em suas partes superiores e médias, tornando-se perene somente quando chega ao município de Limoeiro, na parte inferior do seu curso. A Figura 1 expõe a localização e o trajeto do referido rio e sua bacia hidrográfica.

Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.



Fonte: APAC, 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Foram selecionados 4 municípios inseridos na bacia hidrográfica em estudo, para realização da análise dos dados de parâmetros de qualidade. Essa seleção foi influenciada por diversos elementos, incluindo a disponibilidade de dados e a preferência por um trecho que contivesse indústrias e pontos de lançamentos de esgotos, em razão destas atividades ocasionarem impactos significativos na qualidade hídrica do rio. Portanto, as estações de monitoramento de qualidade de água da Agência Pernambuco de Meio Ambiente (CPRH, 2023), que foram selecionadas para o estudo consiste em: CB-10, CB-40, CB-62 e CB-60. Estes locais são destacadas na Tabela 1, contendo informações sobre suas localizações. No trecho escolhido destaca-se algumas indústrias como Limoeiro Malhas e Tecelagem Barros, Paudalho (Sucroalcooleira), Matadouros e entre outros.

Tabela 1: Estações de amostragem da rede de monitoramento da Bacia do Rio Capibaribe.

Estação	Corpo d'água	Localização
CB-10	Rio Capibaribe	À jusante da cidade de Limoeiro, no município de Limoeiro.
CB-40	Rio Capibaribe	A jusante da cidade de Paudalho, na ponte da BR-408, no município de Paudalho.
CB-60	Rio Capibaribe	Rio Capibaribe, Após receber seus afluentes, rios Goitá e Tapacurá, na ponte à montante da Usina Tiúma, captação da Compesa, no município de São Lourenço da Mata.
CB-62	Rio Tapacurá	Na ponte da PE-50, à jusante da cidade de Vitória de Santo Antão.

Fonte dos dados: CPRH (2023).

3.2 Obtenção e processamento de dados

Em destaque, foi estudado a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Foram obtidos dados de quatro estações da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, sendo as estações CB-10, CB-40, CB-60 e CB-62. Com base nos resultados dos parâmetros de qualidade da água obtidos a partir do monitoramento sistemático realizado pela CPRH/APAC entre 2001 e 2019, procedeu-se à análise comparativa dos dados. Para esse fim, foram utilizadas planilhas eletrônicas que possibilitaram a criação de gráficos representativos da evolução dos parâmetros e índices analisados.

Para uma análise mais aprofundada dos indicadores de qualidade da água nos locais mencionados anteriormente, foi feita a referência à Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Essa resolução foi empregada para realizar uma comparação média dos dados coletados em cada estação. Foram selecionados apenas os dados relativos ao período de 2001 a 2019, e foram escolhidos os seguintes parâmetros: pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e Coliforme Termotolerantes.

A partir da análise dos dados dos parâmetros de qualidade de água foi possível discutir a conformidade destes com as classes da Resolução 357/2005, considerando os usos



preponderantes da bacia hidrográfica. Assim, é possível vislumbrar seu possível enquadramento e traçar pressupostos para a gestão da área.

4. Resultados

Ao contemplar o planejamento da bacia do Capibaribe, é necessário considerar três perspectivas cruciais: o estado atual do rio, o rio idealizado pela sociedade e as limitações intrínsecas. O estado atual do rio representa o panorama em que se encontra o ambiente aquático, incluindo os desafios que enfrenta devido à poluição, ao desenvolvimento desordenado e a outras atividades humanas. Com a projeção do aumento populacional, a carga de DBO tende a aumentar, agravando ainda mais as condições já desafiadoras da água.

Neste sentido. A projeção do crescimento populacional nos próximos 10 anos apresenta uma tendência de aumento significativo. Esse aumento populacional inevitavelmente resultará em um acréscimo na carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas estações CB-10, CB-40, CB-60 e CB-62. Nesse contexto, em que o enquadramento da bacia do Capibaribe é uma preocupação central, é essencial adotar uma abordagem de planejamento que leve em consideração as perspectivas multifacetadas do cenário como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Projeção da população.

Anos	População estimada – projeção Aritmética			
	Limoeiro (PE)	Paudalho (PE)	São Lourenço da Mata (PE)	Vitória de Santo Antão (PE)
2020	55744	379778	111860	776951
2030	56048	497078	120826	1008021
2040	56353	614378	129791	1239091
2050	56658	731678	138756	1470161
Anos	População estimada – projeção Geométrica			
	Limoeiro (PE)	Paudalho (PE)	São Lourenço da Mata (PE)	Vitória de Santo Antão (PE)
2020	55746	58881	104616	144092
2030	56055	67508	111992	159744
2040	56366	77398	119888	177096
2050	56678	88738	128340	196333

Fonte: Autores, 2023.

A visão da sociedade sobre o rio desejado desempenha um papel fundamental. É o ponto de vista que considera não apenas as necessidades humanas, mas também a importância dos ecossistemas aquáticos saudáveis. A sociedade aspira a ter um rio limpo, sustentável e seguro

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

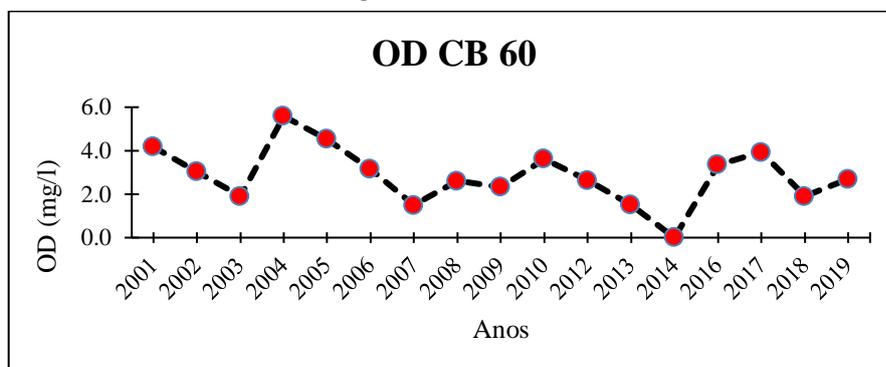
para as gerações atuais e futuras. Portanto, qualquer plano deve incorporar objetivos que satisfaçam estas aspirações, não só para melhorar a qualidade da água, mas também para proteger a biodiversidade e os ecossistemas de serviços. Portanto, qualquer planejamento deve incorporar metas que atendam a esses desejos, buscando não apenas a melhoria da qualidade da água, mas também a proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

Assim, está em andamento uma proposta de regulação da bacia do rio Capibaribe, a qual é acompanhada pela execução do Plano Hidroambiental do Capibaribe (PHA), específico para essa região, abrangendo a parte social, econômica e ambiental da Bacia. O PHA envolve um Diagnóstico - contendo estudos hidrológicos, ambientais e socioeconômicos - e analisa cenários em termos tendenciais e sustentáveis, a fim de propor Planos de Investimentos para a referida bacia (PERNAMBUCO, 2010).

Dentro desse contexto, foram minuciosamente examinados quatro parâmetros fundamentais: DBO, pH, OD (Oxigênio Dissolvido) e Coliformes Termotolerantes. A média anual de cada um desses parâmetros foi calculada para as Estações de Monitoramento CB-60 e CB-62. A Estação CB-60 está localizada a montante da Usina Tiúma, no município de São Lourenço da Mata, após receber os afluentes rios Goitá e Tapacurá. Por outro lado, a Estação CB-62 se encontra a jusante da cidade de Vitória de Santo Antão, na ponte da PE-50.

No que tange ao parâmetro de pH, a análise histórica na Estação CB-60 revelou uma variação entre 6,7 e 8,4. Tal variação está de acordo com os limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/2005, que determina um intervalo entre 6,0 e 9,0 para o enquadramento na classe 2. Entretanto, ao considerar o parâmetro de OD (Figura 2), observou-se que a média anual se situa abaixo dos padrões estabelecidos. O gráfico de oxigênio dissolvido evidencia que os valores oscilam entre 1,5 e 4,5, o que se encontra abaixo do limite mínimo de 6,0 mg/l estipulado pela legislação. Esta discrepância poderia comprometer o enquadramento na classe planejada

Figura 2: OD, CB-60.



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

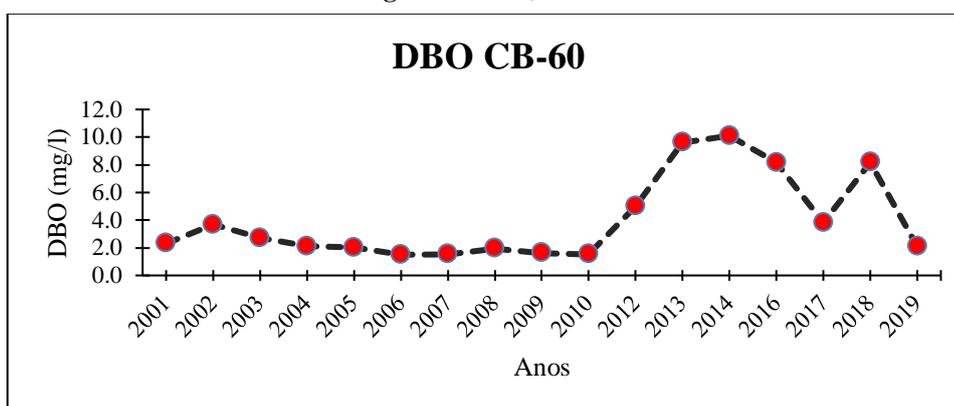
SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

No tocante à DBO, a análise na Estação CB-60 (Figura 3) indicou conformidade com os parâmetros de qualidade de água da classe. Os valores médios anuais variam de 1,5 a 10,1, estando, em sua maioria, dentro dos limites estabelecidos pela resolução. Entretanto, é importante ressaltar que, em alguns anos, como em 2014, a DBO excedeu o valor permitido, atingindo 10,1, que é o dobro do limite. A figura 3 de DBO retrata essa oscilação.

Figura 3: DBO, CB-60.



A análise do parâmetro de fósforo total na estação CB-60 ao longo de alguns anos revela uma preocupante tendência de ultrapassar os limites estabelecidos pela legislação. Especificamente, nos anos de 2016 a 2018, período em que os níveis permitidos eram regidos pela legislação ambiental em vigor, os resultados indicaram valores superiores aos aceitáveis. Esse cenário aponta para uma questão relevante de controle e gestão da qualidade da água, uma vez que o fósforo total em excesso pode levar a problemas de eutrofização e degradação dos corpos d'água.

Por outro lado, no que concerne aos coliformes termotolerantes, a situação na estação CB-60 mostra uma maior conformidade com a legislação ambiental durante a maioria dos anos. Isso demonstra a eficácia das medidas de controle e tratamento de efluentes na estação, que conseguiram manter os níveis desses indicadores dentro dos limites estipulados. Contudo, é preocupante observar que nos anos de 2008, 2017 e 2019 ocorreram transgressões, excedendo os valores máximos permitidos pela legislação. Isso realça a importância de manter uma vigilância contínua e de aprimorar os sistemas de tratamento, especialmente nos momentos em que ocorrem esses picos de poluição.

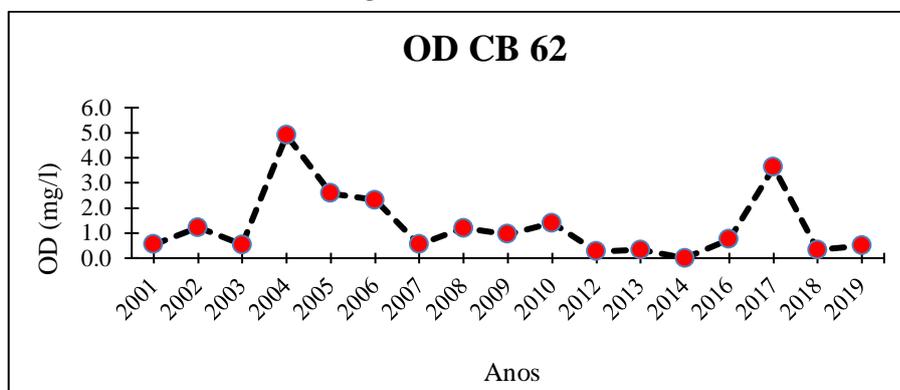
Em suma, os resultados obtidos a partir da análise dos dados da CPRH concernentes aos parâmetros de qualidade da bacia do Capibaribe levantam questionamentos importantes quanto ao cumprimento dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Enquanto



alguns parâmetros, como o pH e a DBO, parecem estar em consonância com as diretrizes, o déficit no valor de OD aponta para um desafio significativo na busca pela manutenção da bacia na classe 2. Dessa forma, a efetivação de estratégias de monitoramento e intervenção torna-se essencial para garantir a qualidade ambiental dessa importante região hídrica.

A Estação CB-62 apresenta uma preocupante disparidade em relação ao parâmetro de Oxigênio Dissolvido (OD), com valores bem abaixo da média ao longo dos anos, e inclusive abaixo do limite estabelecido pela legislação. Em especial, no ano de 2004, o valor registrado foi em torno de 4,9, abaixo do mínimo permitido pela legislação de 5 mg/l. Essa situação demanda uma ação imediata, com foco na melhoria do nível de OD. Para tanto, intervenções como a implementação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) visando a redução de poluentes, além de esforços voltados à educação e conscientização da população para a proteção do ambiente e a revitalização das áreas próximas ao rio, se tornam imperativas para alcançar o objetivo de enquadrar a região na classe 2, conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4: OD, CB-62.



Por outro lado, a análise do pH na estação demonstra estar em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA. Com uma variação de 7,0 a 7,8, os valores se alinham aos intervalos recomendados pela legislação, que estabelece uma faixa de 6,0 a 9,0 para essa variável.

Já no que se refere à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), observa-se um cenário alarmante, uma vez que os níveis estão consideravelmente elevados em comparação com os limites impostos pela legislação, que determina um máximo de 5 mg/l. O ano de 2014, com um valor de 43,0, destaca-se negativamente, contrastando fortemente com o valor permitido pela lei, que era de 3,4 mg/l em 2004 para o enquadramento na classe 2, conforme a figura 5. Diante dessa realidade, a aplicação de medidas de gestão de efluentes industriais, restrições ao

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

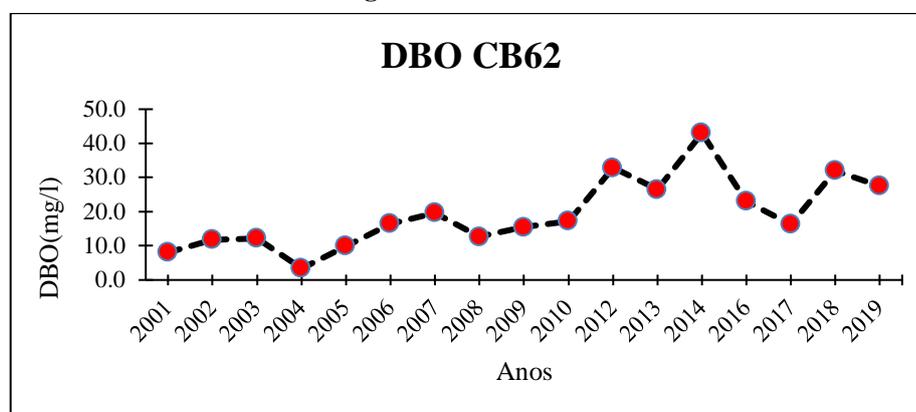
SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

desmatamento, assim como a gestão mais eficiente dos resíduos sólidos e agrotóxicos, conforme prescrito pelas regulamentações, emerge como uma necessidade premente.

Figura 5: DBO, CB-62.



Na CB-62 em relação ao fósforo em análise com o que é permitido na legislação ultrapassou muito está variando de 0,9 até 3,45 que no máximo na resolução CONAMA 357/2005 e de 0,1 mg/l, no que se fala de coliformes termotolerantes foi visto que todos anos a esse parâmetro está muito elevado segundo a legislação, exceto no ano de 2002 que só teve duas medições e ficou previsto na resolução, considerando a proposta de classe 2.

Na estação CB-62, no que diz respeito à análise do fósforo, observou-se um considerável excesso em relação ao que é permitido de acordo com a legislação vigente. Os valores têm variado significativamente, oscilando entre 0,9 e 3,45, muito acima do limite máximo estabelecido na resolução CONAMA 357/2005, que é de 0,1 mg/l.

Quando se trata dos coliformes termotolerantes, constatou-se que em todos os anos os níveis desse parâmetro estão consideravelmente elevados de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação ambiental, considerando a classe 2. Excetuando-se o ano de 2002, que apresentou apenas duas medições e ficou em conformidade com a resolução, os demais anos exibiram níveis acima do limite permitido.

Em síntese, os resultados obtidos na Estação CB-62 quanto aos parâmetros de qualidade da água sinalizam para a urgência de ações robustas e coordenadas. A restauração do nível de Oxigênio Dissolvido demanda intervenções como a instalação de ETEs e campanhas educacionais. A conformidade do pH é um ponto positivo, mas não deve ocultar os desafios relacionados à DBO, que requerem medidas efetivas para o controle de efluentes e resíduos. O progresso na busca pela classificação na classe 2 exige um esforço conjunto, em consonância com as regulamentações vigentes, para assegurar a qualidade ambiental da região.

Na Estação CB 10, localizada a jusante da cidade de Limoeiro, no município de Limoeiro-PE. No que diz respeito ao pH da água, é importante observar que a legislação

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

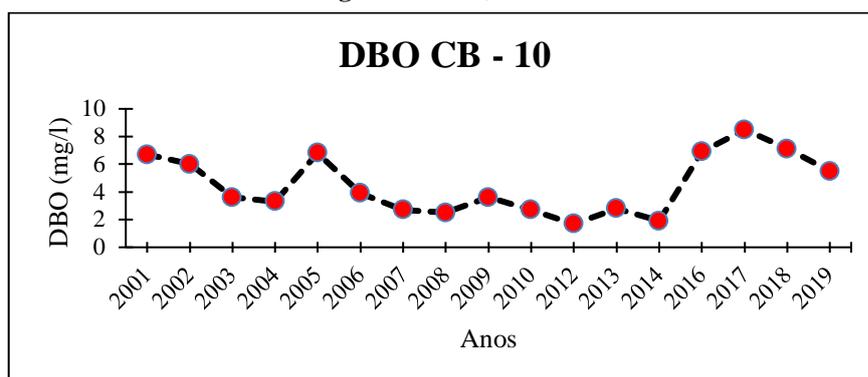


22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

estabelece que esse parâmetro deve variar entre 6,0 e 9,0 para estar em conformidade com as regulamentações. A análise realizada, que considerou a média ao longo dos anos, revelou que o pH se mantém dentro dessa faixa aceitável, de acordo com a resolução vigente.

No caso da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foi feita uma avaliação abrangendo o período de 2001 a 2019. Os resultados mostram que os valores de DBO encontrados estão dentro dos limites permitidos, que, de acordo com a legislação, não devem ultrapassar 10 mg/l, estabelecido pela classe 3. Os dados apontam que a variação da DBO está dentro dos padrões aceitáveis, o que é um indicativo positivo em termos de qualidade da água como mostra a figura 6.

Figura 6: DBO, CB-10.



Em relação ao oxigênio dissolvido (OD), ocorreram mudanças ao longo dos anos. Entre 2012 e 2018, os valores ficaram abaixo do mínimo estipulado pela legislação, que não pode ser inferior a 5 mg/l, estabelecido na classe 2. Essa constatação sinaliza a necessidade de melhorias nesse parâmetro, a fim de assegurar a saúde dos ecossistemas aquáticos e a qualidade da água disponível como mostra a figura 7.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

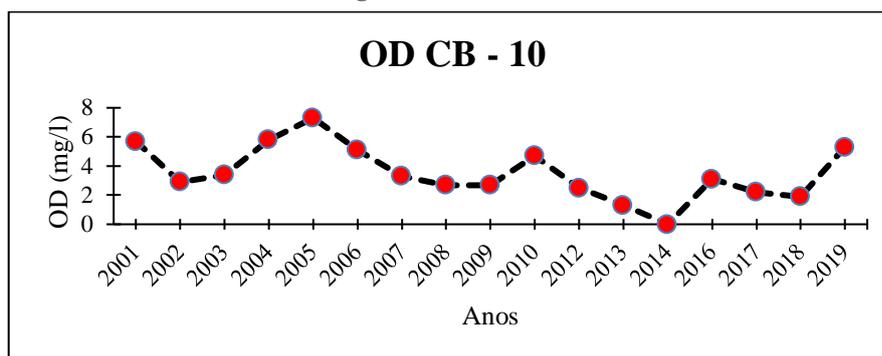
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 7: OD, CB-10.



Quanto aos coliformes termotolerantes, a análise indica que, na maioria dos anos, a estação está em conformidade com a legislação. Porém, em 2003, 2008, 2010, 2014, 2017, 2018 e 2019, os resultados apresentaram desvios da categoria de classificação 2. Isto pode indicar a necessidade de investigar as causas destes desvios e implementar ações corretivas sempre que necessário para manter a qualidade da água em conformidade com as normas regulamentares.

Na estação CB 40, situada a jusante da cidade de Paudalho, na ponte da BR-408, no município de Paudalho-PE, foram realizadas análises dos parâmetros de qualidade da água, dando origem a importantes observações que merecem discussão. Primeiramente, quanto ao pH, verificou-se uma variação entre 7,1 e 7,6, o que se encontra em total conformidade com as normas estabelecidas pela legislação ambiental. Esse aspecto demonstra um controle adequado e estável desse parâmetro na área estudada.

Por outro lado, no que tange ao Oxigênio Dissolvido (OD), observa-se que, em média, os valores estão um pouco abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que determina que o OD não pode ser inferior a 4 mg/l, conforme estabelecido pela classe 3. Somente no ano de 2010 foi alcançado o valor permitido pela legislação. Esse resultado sugere a necessidade de atenção e possíveis medidas de melhoria para garantir a manutenção do OD dentro dos parâmetros legais ao longo do tempo conforme a figura 8.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

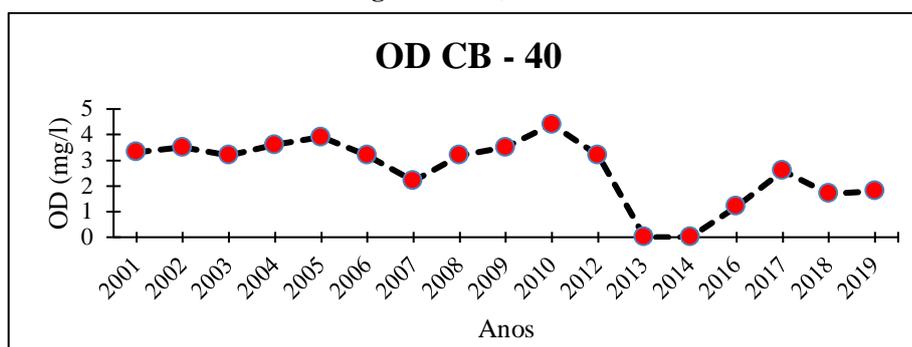
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

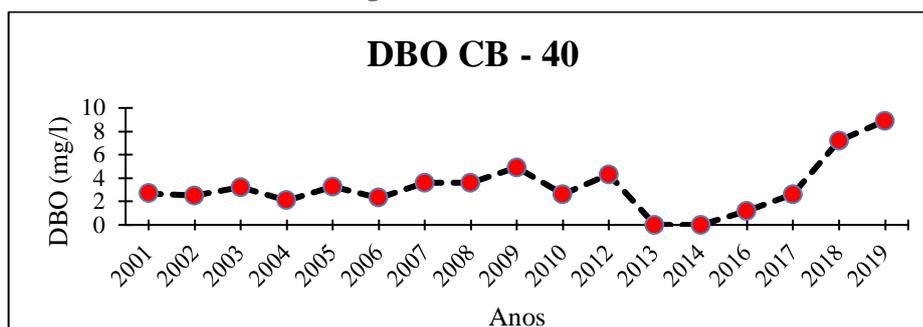
22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 8: OD, CB-40.



A análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), considerando o período de 2001 a 2019, revelou uma variação entre 0 e 8,9, permanecendo em conformidade com a legislação ambiental, a qual estabelece um limite de até 10 mg/l, como mostra a figura 9. Essa observação é positiva, indicando que, no que diz respeito à DBO, a estação CB 40 está em conformidade com os padrões estabelecidos pela classe 3.

Figura 9: DBO, CB-40.



Entretanto, a situação torna-se um tanto preocupante quando se trata de coliformes termotolerantes, uma vez que os resultados indicam que os níveis estão consideravelmente acima dos limites permitidos pela legislação. Diante dessa constatação, assim como na CB-62, recomenda-se a implementação de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) como medida corretiva e preventiva para lidar com essa questão.

Na CB 10 que está localizado em limoeiro no PHA da bacia, a possível classificação desse rio é de classe 2. Essa classificação é recomendada, já que está próximo dos parâmetros máximos adotados pela legislação, devido à está recebendo uma água de boa qualidade de seu

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

afluente, mesmo estando perto de um matadouro e indústria de tecelagem. Dado que a cidade não tem estação de tratamento de esgoto, é recomendável a implementação desta estação para melhoria da qualidade de água.

Na CB- 40 que fica localizada na cidade Paudalho a possível classificação é de classe 2, no entanto, com bases nos dados analisados estariam classificados de classe 3, em virtude que o centro urbano fica situada na estação CB-40 e ainda até 2018 tem indústria Sucroalcooleira e isso contribui muito para aumento da carga orgânica, como sugestão já que a cidade é pequena pode ser implementado uma ETE, já que nesse ponto não está muito poluído.

Na CB-60, situada em São Lourenço da mata segundo o PHA a possível classificação desse rio é de classe 3, através dos dados analisados sim é possível classe 3, já que seu centro urbano está próximo ao rio. Por isso sugiro um jardim filtrante já que a cidade tem ETE, para manter a classe 3.

Na CB-62 que fica localizada na cidade de Vitória de Santo Antão. A classificação é classe 2, porém através dos parâmetros analisados é recomendável alterar para a classe 3, já que tem dois matadouros próximo ao rio e tem sede localizada no rio e mesmo recebendo uma água de boa qualidade de seu afluente, e ainda tendo uma estação de tratamento de esgoto sanitário.

5. Conclusões

Com base nos resultados obtidos, é possível inferir que a situação na região específica do Rio Capibaribe apresenta uma qualidade de água preocupante, especialmente em áreas mais afastadas do litoral, o que pode ser atribuído, em grande parte, à influência das fontes poluidoras de origem humana. Essa condição se reflete nos problemas detectados relacionados à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e ao Oxigênio Dissolvido (OD) na água.

Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de implementação de um sistema de tratamento de esgoto. Para alcançar o enquadramento proposto, que se refere a classe 2, a implementação dessas medidas de saneamento básico é pertinente. Essa classificação é recomendada de acordo com as análises feitas em alguns pontos do rio sendo assim possível saber o enquadramento em que se encontra, a cidade de limoeiro apresenta classe 3, mas em algumas análises os resultados se encaixa na classe 2, já para Paudalho os resultados comparados se encaixaram na classe 3 e São Lourenço da Mata apresenta classe 3 e Vitória classe 2, essa diferença de classificação é devido as atividades urbanas desenvolvida em cada cidade.

Dessa forma, com o tratamento adequado, é possível alcançar a qualidade almejada, em conjunto com as atividades ocorrentes na bacia, como abastecimento, presença de matadouro e indústrias de tecelagem. Dado que a cidade de Paudalho não tem estação de tratamento de esgoto, é recomendável a implementação de estação, para melhoria da qualidade de água. A introdução deste plano de tratamento de águas residuais é uma medida fundamental para restaurar, tanto quanto possível, a qualidade da água deste recurso hídrico específico aos padrões exigidos para a classificação ambiental.



6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH), pela disponibilização dos dados de qualidade da bacia hidrográfica do rio Capibaribe.

7. Referências bibliográficas

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Climas. **Bacias hidrográficas – Capibaribe. Governo de Pernambuco, 2023.** Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/bacias-hidrograficas-rio-capibaribe/162-bacias-hidrograficas-rio-capibaribe/193-bacia-do-rio-capibaribe>. Acesso: 07 out. 2023.

BORTOLI, J. De. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo e dessedentação animal, em propriedades rurais produtoras de leite na região do vale do Taguari/RS.** 2016. 152 f. mestrado. Centro universitário UNIVATES. Lajeado, 2016.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 91.** Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Ministério do Meio Ambiente, CNRH, 2008.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 20 set. 2015.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Federal 4.933/97.** Lei das Águas. Ministério da Casa Civil: Brasília, 1997.

CENTENO, L. N. et al. **Adequabilidade de um índice de qualidade da água para o rio Camaquã/RS.** Revista DAE São Paulo, v.68, n.222, p.153-163, 2020.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente. **Monitoramento Ambiental, Qualidade da Água, Bacias Hidrográficas, Relatórios Anuais.** Governo de Pernambuco, 2023. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/monitoramento-ambiental/qualidade-da-agua/bacias-hidrograficas/relatorio-bacias-hidrograficas/>. Acesso: 15 ago. 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE
& WIPIS2023**

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

CUNHA, A. M.; CASÉ, M.; LOPES, D. V. **Qualidade da água como reflexo de atividades Antrópicas em bacias hidrográficas do Nordeste, Brasil.** Geosul, Florianópolis, v.34, n.72, p.102-123, 2019.

FRINHANI, E. M.; CARVALHO, E. F. **Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC.** Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v1, n.1, p. 49-58, jan/jun. 2010.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticiascenso.html?busca=1&id=1&idnoticia=1691&t=pnsb-2008-abastecimento-agua-chega-99-4-municipios-coleta-lixo-100-rede&view=noticia>. Acesso em 03 set. 2015.

PERNAMBUCO. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.** Tomo IV- Resumo executivo, Recife: Secretaria de Recursos Hídricos, 2010a. 100p.

PNSB. **Pesquisa Nacional de Saneamento.** Brasília: 2008. Disponível: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em 15 nov. 2015.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático – Gestão Técnica de Esgoto.** Brasil, 2023. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso: 23 out. 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4ª Edição. Editora: UFMG, Belo Horizonte, 2014.

ZUMACH, R. **Enquadramento de curso d'água: Rio Itajaí-Açu e seus principais afluentes em Blumenau.** Dissertação de mestrado – Faculdade Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. p.133. 2003.