

Qualidade da Água e Modelagem Hidrológica: aplicabilidade do Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco (SUPER)

Nara Tôres Silveira^{1*}, Heitor Tôres Silveira², Igor Maciel Tibúrcio³, Josiclêda Domiciano Galvêncio⁴

¹Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. (*Autor correspondente: naarasilveira@gmail.com)

²Mestre em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.

³Graduando em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

⁴Professora do Departamento de Ciências Geográficas e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Bolsista de pesquisa do CNPq. Pesquisador Mentor da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 29/09/2022 – Revisado em: 23/10/2022 – Aceito em: 30/11/2022

RESUMO

Com o crescimento populacional e a expansão econômica, faz-se necessário uma melhor observação e gestão dos recursos hídricos. Porém existe um déficit nos dados de monitoramento hidrológico no Brasil, sobretudo em corpos hídricos do Nordeste brasileiro. Deste modo, a modelagem ambiental surge como uma alternativa para suprir a falta de séries históricas de qualidade da água. O presente trabalho traz uma análise temporal dos parâmetros de qualidade da água (Oxigênio dissolvido, Nitrogênio, Fósforo) compreendendo os anos de 2010 à 2020, totalizando 120 meses. Tendo em vista o desafio que manutenção e avaliação da qualidade da água, além da falta de dados observados, foram utilizadas os dados estimados disponíveis no SUPER (Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco), para a bacia hidrográfica do Rio Moxotó, inserida na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. De acordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA n° 357/2005, o oxigênio e o nitrogênio apresentaram valores em sua maioria dentro dos limites de qualidade, com algumas exceções no período chuvoso. O fósforo apresentou valores acima do limite em 50% da análise, o que pode estar associado ao período chuvoso, como também atividades antrópicas.

Palavras-Chaves: Monitoramento, Recursos hídricos, Modelagem ambiental, Bacias hidrográficas, SUPER.

Water Quality and Hydrological Modeling: applicability of the Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco (SUPER)

ABSTRACT

With population growth and economic expansion, better observation and management of water resources is needed. However, there is a deficit in hydrological monitoring data in Brazil, especially in water bodies in northeastern Brazil. Thus, an environmental modeling emerges as an alternative to supply the lack of historical series of water quality. The present work brings a temporal analysis of water quality parameters (Dissolved Oxygen, Nitrogen, Phosphorus) comprising the years 2010 to 2020, totaling 120 months. In view of the challenge that maintenance and evaluation of water quality, in addition to the lack of data observed, the estimated data available in the SUPER (Hydrological Response Units System for Pernambuco) were used for the Moxotó River hydrographic basin, inserted in the São Francisco River watershed. According to the limits established by CONAMA No. 357/2005, oxygen and nitrogen presented values mostly within the quality limits, with some exceptions in the rainy season. Phosphorus presented values above the limit in 50% of the analysis, which may be associated with the rainy season, as well as anthropic activities.

Keywords: Monitoring, Water resources, Environmental Modeling, Watersheds, SUPER.

Tôrres Silveira, N., Silveira, H. T., Tibúrcio, I. M., Galvêncio, J. D. (2022). Qualidade da Água e Modelagem Hidrológica: aplicabilidade do Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco (SUPER). *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.3, n.3, p.30-40.



1. Introdução

A disponibilidade da água de forma quantitativa e qualitativa é primordial para a fixação dos seres humanos e a formação de novas comunidades em áreas próximas a corpos hídricos (Morais et al., 2020). Segundo Silva Netto (2022), os problemas referentes a quantidade estão associados a escassez ou a rápida abundância que ocasiona as enchentes. No que tange a qualidade, pode-se citar a degradação dos corpos hídricos, a destruição dos ecossistemas aquáticos e, conseqüentemente, os impactos à saúde humana. O autor destaca ainda que grande parte da água que é destinada para o uso humano, é utilizada de forma inadequada, demonstrando que as ações antrópicas têm impactado diretamente no equilíbrio e funcionamento dos ecossistemas.

A crescente demanda hídrica, em razão dos usos múltiplos da água, tem pressionado os órgãos gestores para que a oferta de água ocorra de forma igualitária, em quantidade e em qualidade, especialmente em regiões que já sofrem com a escassez de água, como o Nordeste brasileiro. Diniz e Maluf (2020) apontam que a seguridade hídrica deve garantir a água para o abastecimento das comunidades e o desenvolvimento das atividades produtivas. Logo, o monitoramento dos ambientes aquáticos torna-se indispensável para uma melhor gestão e planejamento dos recursos hídricos.

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabelece a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão ambiental. A PNRH institui também o monitoramento dos corpos hídricos como um dos instrumentos de gestão, por meio do enquadramento dos recursos hídricos, que propõe limites e padrões específicos para a água conforme os usos preponderantes (BRASIL, 2005). De acordo com Anjinho et al. (2020), a consonância com os valores estabelecidos pela legislação indica boa qualidade de um corpo hídrico, caso contrário, é necessário a adoção de medidas que visem à melhoria da qualidade da água.

Alguns autores apontam que uma das dificuldades para o conhecimento adequado dos recursos hídricos no Brasil está na limitação das observações hidrológicas, visto que poucas são as séries históricas para a qualidade de água (Medeiros, Silva e Lins, 2018; Almagro, Oliveira e Brocca, 2021). Na bacia hidrográfica do Moxotó os dados fluviométricos são escassos. Apesar de contar com registros de 7 postos, os dados são de má qualidade, apresentando falhas em diversos períodos (Pedrosa, Santos e Vianna, 1999).

Neste contexto, a simulação hidrológica apresenta-se como uma peça importante para o monitoramento hídrico, pois permite que sejam desenvolvidos modelos que representam os processos hidrológicos que ocorrem nas bacias hidrográficas, o que auxilia na tomada de decisão dos agentes responsável por ações voltadas para o planejamento e desenvolvimento da gestão ambiental na bacia (Viana et al., 2018; Uliana et al., 2019; Miguel; Rennó, 2020).

Sendo assim, o Sistema de Unidades de Resposta Hidrológica para Pernambuco (SUPer) foi desenvolvido para promover simulações em tempo real e a curto, médio e longo prazo, com o modelo SWAT (*Soil & Water Assessment Tool*), fornecendo resultados obtidos em simulações de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco (Farias et al., 2020). Possibilita a modelagem da quantidade e qualidade da água do Estado, além do desenvolvimento de estudos sobre manejo do solo, mudanças climáticas e a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos, sendo mais um instrumento na formulação de políticas públicas para a população.

Alguns estudos têm apresentado a aplicabilidade do SUPer para a análise do balanço hídrico (Luz, Galvêncio, 2021; Fontes Júnior et al., 2022), para a modelagem de dados de precipitação (Galvêncio, 2021), para análise dos efeitos hidrológicos nas mudanças da cobertura vegetal (Galvêncio

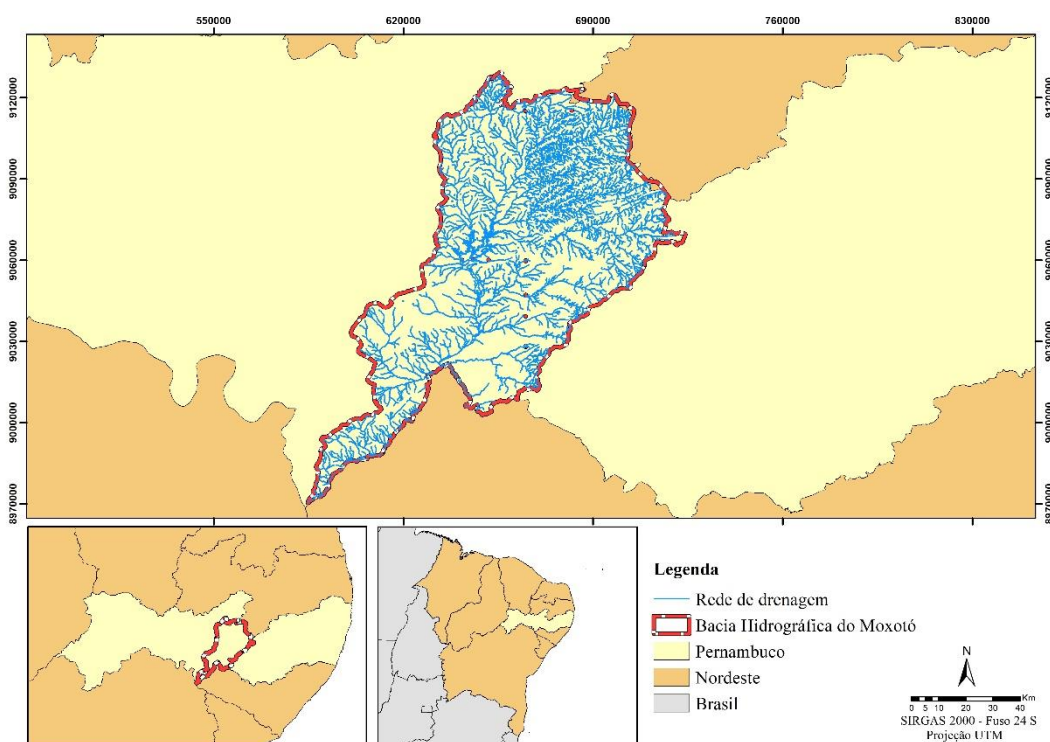
et al., 2022), para avaliação dos impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos (Galvínio; Luz, 2022; Luz; Galvínio, 2022; Luz et al., 2022), contudo, pesquisas sobre a qualidade da água utilizando o *software* ainda são inexistentes. Desse modo, o objetivo deste trabalho utilizar os dados disponíveis no SUPER para avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Moxotó, Brasil.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Moxotó (Figura 1) possui uma área total de 9.744,01 km², dos quais 8.772,32 km² pertencem ao estado de Pernambuco, estendendo-se na sua porção sudeste para o Estado de Alagoas até o rio São Francisco. A bacia se localiza entre 07° 52' 21" e 09° 19' 03" de latitude sul, e entre 36° 57' 49" e 38° 14' 41" de longitude oeste (APAC, 2022). Faz parte da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, inserida nas microrregiões do Sertão do Moxotó, área de maior predomínio, do Vale do Ipanema e de Itaparica (APAC, 2013).

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Moxotó



Fonte - Os autores

A bacia do Moxotó abrange áreas de 12 municípios, dentre os quais Inajá e Sertânia estão totalmente inseridos na bacia. Os municípios com sede na bacia são Arcoverde, Custódia, Ibimirim,

Manari e Tacaratu, enquanto os parcialmente inseridos são Buíque, Floresta, Jatobá, Igaraci e Tupanatinga (APAC, 2022).

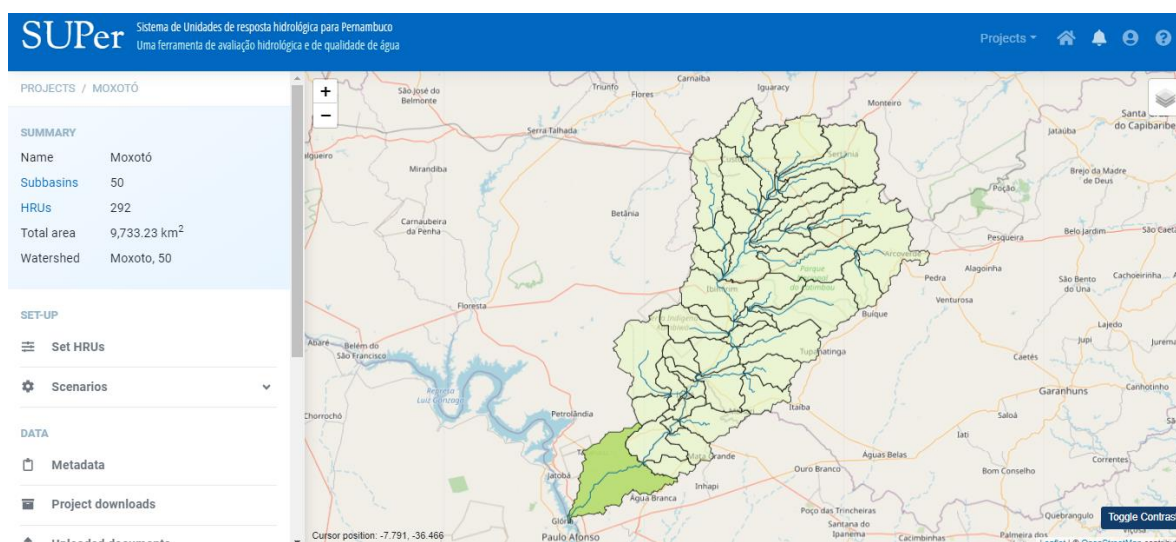
O clima da bacia, segundo a classificação climática de Köppen, é BShW', que corresponde ao tipo quente e seco, com precipitação média anual de 435 mm e chuvas concentradas de janeiro a maio, com temperatura média de 25 °C (Alves et al., 2019). Situa-se na região fisiográfica do Submédio do São Francisco, nessa área predomina a Caatinga. Segundo a APAC (2013), a região tem sofrido com a crescente pecuária extensiva, além das atividades extrativistas de madeira. Nas áreas em que foram construídos os reservatórios, são desenvolvidas atividades de pesca e agricultura irrigada, enquanto nas zonas secas, são realizadas as agriculturas de sequeiro.

2.2 Dados estimados de qualidade de água do Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas de Pernambuco (SUPER)

O SUPER (<https://super.hawqs.tamu.edu/#/>) é um sistema de modelagem da para as bacias hidrográficas do estado de Pernambuco, acoplado ao HAWQS (*Hydrology and Water Quality System*, <https://epahawqs.tamu.edu/>) (Galvêncio, 2021). Dispõe de dados de dados de entrada para a modelagem e fornece resultados por meio de simulações de bacias hidrográficas do estado.

O SUPER aumenta consideravelmente a aplicabilidade do SWAT para simular os efeitos dos usos do solo, dos cenários de mudanças climáticas na hidrologia, além da disponibilidade e qualidade de água em bacias hidrográficas de Pernambuco (Farias et al., 2020). A bacia hidrográfica do Moxotó está subdividida em 50 sub-bacias, no SUPER (Figura 2). Para análise de qualidade da água de bacias hidrográficas, o SUPER dispõe de alguns parâmetros, dentre os quais o oxigênio dissolvido (OD), o nitrogênio (N) e o fósforo (P), disponíveis desde o ano de 1961 à março de 2021.

Figura 2 - Interface do SUPER da Bacia Hidrográfica do Moxotó



Fonte: SUPER

2.3 Análise de dados

No presente estudo, utilizou-se os anos de 2010 a 2020, para análise dos parâmetros oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo. Para análise da qualidade da água foi utilizada a resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que dispõe sobre os padrões de qualidade e enquadramento dos corpos hídricos. O art. 42º da resolução estabelece que para corpos hídricos que ainda não possuem enquadramento definido, utiliza-se a classe 2 para águas doces. Os limites para cada parâmetro estão demonstrados na tabela a seguir.

Tabela 1 - Limites estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA para as variáveis analisadas

Variável	Limite estabelecido
Oxigênio dissolvido (OD)	5 mg L ⁻¹
Nitrogênio (N)	2,18 mg L ⁻¹
Fósforo (P) (ambientes lóticos)	0,10 mg L ⁻¹

Fonte: CONAMA (2005), adaptado pelos autores.

3. Resultados e Discussão

A análise temporal dos parâmetros estimados de qualidade da água (Oxigênio dissolvido, Nitrogênio, Fósforo) compreendem os anos de 2010 à 2020, totalizando 120 meses. A tabela a seguir contém os valores de média e intervalo de valores mínimo e máximo para cada parâmetro.

Tabela 2 - Dados de média, valor mínimo e máximo para os parâmetros analisados

Variável	Análises	
	Média	Intervalo
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	8,04	2,01 - 9,04
Nitrogênio (mg L ⁻¹)	0,80	0,01 - 5,77
Fósforo (mg L ⁻¹)	0,21	0,00 - 4,91

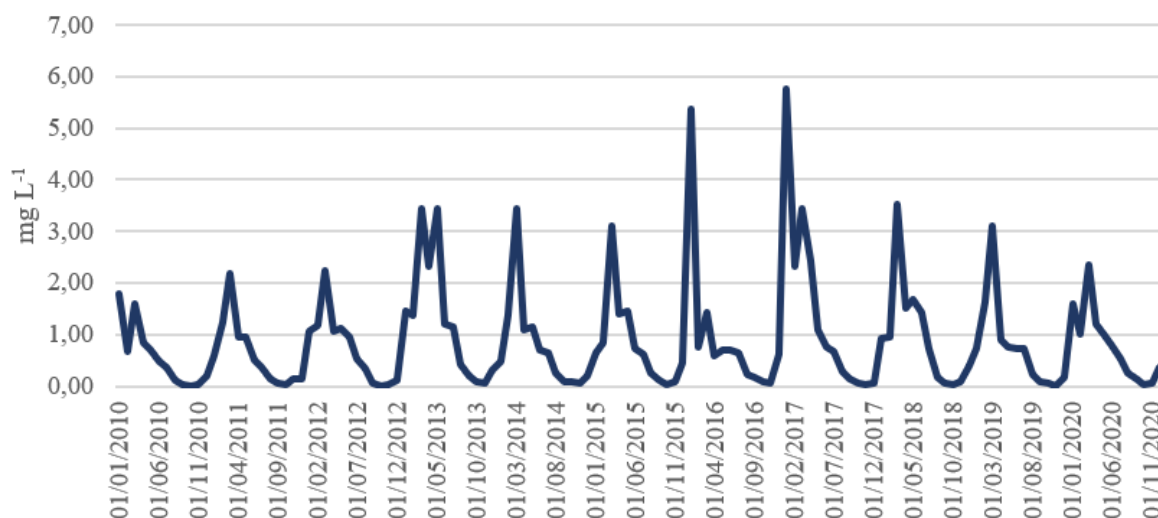
Para a análise de oxigênio dissolvido para a bacia do Moxotó, apenas dois meses obtiveram valores inferiores a 5 mg L⁻¹, sendo estes os meses de janeiro dos anos de 2016 e 2017 que obtiveram valores de OD de 3,29 mg L⁻¹ e 2,01 mg L⁻¹, respectivamente (Figura 3). Valores similares foram obtidos por Lima et al. (2021), para o Açude Pentecoste, Ceará, Brasil, que para o OD, entre os anos de 2004 a 2018, identificaram valores entre 2,6 mg L⁻¹ e 10,4 mg L⁻¹.

Figura 3 - Análise do oxigênio dissolvido entre os anos de 2010 a 2020

Calado (2020), em estudo desenvolvido no açude Epitácio Pessoa, Paraíba, Brasil, obteve o valor para de OD de $1,72 \text{ mg L}^{-1}$, no período chuvoso. Oliveira, Silva e Tavares (2020), em estudo desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Pitimbu, Rio Grande do Norte, Brasil, obtiveram valores para o OD entre $1,65 \text{ mg L}^{-1}$ à $5,67 \text{ mg L}^{-1}$. Nos pontos onde foram identificados os menores valores para este parâmetro pode-se constatar o depósito de lixo no entorno, além do uso animal intenso. França et al. (2019) reforçam a necessidade de intervenção para a diminuição da contaminação das águas, para que os impactos ambientais possam ser reduzidos.

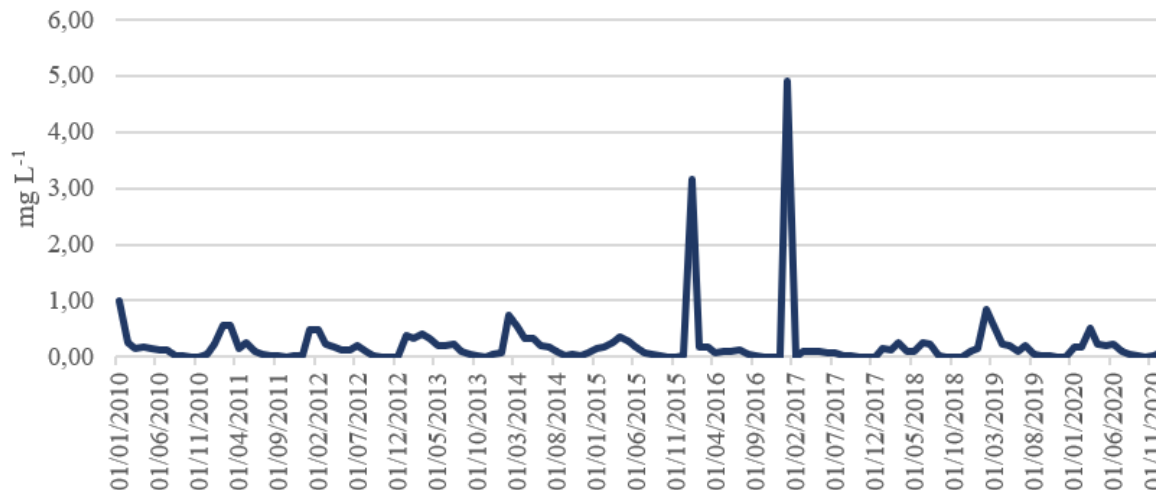
A concentração de oxigênio dissolvido na água está associada aos processos físicos, químicos e biológicos que existem na coluna d'água, assim como as atividades antrópicas (Araújo Junior, 2020). A diminuição da concentração do oxigênio dissolvido na água pode interferir na disponibilidade dos recursos hídricos para diversos fins, como o abastecimento doméstico (Fiorese, 2019). Diversos autores pontuam que o OD é um indicador fundamental da qualidade da água, visto que a baixa concentração pode estar relacionada a processos de eutrofização e poluição antrópica (Costa et al., 2018; Melo et al., 2018; Lima et al., 2021).

O nitrogênio é considerado uma das variáveis mais importantes para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, já que a sua concentração pode limitar ou aumentar a produção primária, assim como influenciar na proliferação de microrganismos que podem impactar negativamente os organismos aquáticos (Morais et al., 2020). No presente estudo, para a análise do nitrogênio, apenas 14 meses ultrapassaram o valor de $2,18 \text{ mg L}^{-1}$ estipulado pelo CONAMA (Figura 4). Com destaque para os meses de janeiro de 2016 e 2017, que alcançaram os valores de $5,36 \text{ mg L}^{-1}$ e $5,77 \text{ mg L}^{-1}$, na devida ordem.

Figura 4 - Análise do nitrogênio entre os anos de 2010 a 2020

Resultados equivalentes foram observados por Cruz et al. (2019), em estudo desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Siriri, Sergipe, Brasil, apenas dois valores excederam os limites estabelecidos pela legislação, atingindo concentrações de 2,76 mg L⁻¹ e 2,65 mg L⁻¹. Bifano et al. (2020) encontraram valores para o nitrogênio entre 0,1 mg L⁻¹ a 4,7 mg L⁻¹ para as microbacias hidrográficas do sul da Bahia, Brasil. Os autores pontuam que essa variação pode estar associada as chuvas ocorridas no período de estudo, além da descarga de efluentes domésticos. Segundo Alves, Martins e Jesus (2019), o nitrogênio em concentrações adequadas é fundamental para o desenvolvimento dos processos biológicos. Todavia, em grande quantidade no ambiente podem causar a proliferação de algas e, conseqüentemente, contribuem para o acúmulo de matéria orgânica no ambiente (Minhoni et al., 2018; Jesus et al., 2019).

Quanto ao fósforo, no presente estudo, 50% dos dados mantiveram-se dentro de 0,10 mg L⁻¹, enquanto 50% dos dados encontram-se acima do limite estabelecido, especialmente no período chuvoso, com destaque para os meses de janeiro de 2016 e 2017, com valores 3,16 mg L⁻¹ e 4,91 mg L⁻¹, nesta ordem (Figura 5). Araújo Junior (2021), em estudo desenvolvido no rio Maracaípe, Pernambuco, Brasil, também observou maiores concentrações de fósforo na estação chuvosa. Resultados semelhantes foram encontrados por Freire, Costa e Lima Neto (2021), em estudo desenvolvido em bacias hidrográficas do Ceará. Os autores identificaram que na estação chuvosa, houve o aumento das concentrações de fósforo no Coreaú e no Alto Jaguaribe.

Figura 5 - Análise do fósforo entre os anos de 2010 a 2020

Oliveira, Santos e Lima (2017), em estudo desenvolvido no riacho São Caetano, Maranhão, Brasil, expõem que o valor da concentração de fósforo total esteve acima do limite estabelecido para águas doces classe 2, com base na resolução do CONAMA. Alves, Martins e Jesus (2019), em estudo realizado no rio Camarajipe, Bahia, Brasil, também obtiveram valores de fósforo acima do limite estabelecido pela resolução supracitada, em consequência da intensa atividade antrópica na área de análise. Para os autores, elevadas concentrações de fósforo provêm de atividades antrópicas. Os dados para esta variável demonstram um índice preocupante, já que o fósforo possui elevada toxicidade, além de ocasionar a eutrofização dos corpos hídricos.

O monitoramento da qualidade da água constitui-se como um instrumento importante para a gestão dos recursos hídricos. Em razão do déficit na disponibilidade de dados observados de qualidade da água no Nordeste brasileiro, a modelagem ambiental surge como uma alternativa para os órgãos gestores. Nesse contexto, o SUPer aponta-se como uma ferramenta imprescindível para o gerenciamento da água, já que dispõe de séries históricas robustas para os parâmetros analisados, auxiliando na proposição de ações para a garantia da qualidade da água, além do planejamento efetivo de políticas públicas para a população.

4. Considerações Finais

Segundo a resolução do CONAMA n° 357/2005, os parâmetros oxigênio dissolvido e nitrogênio encontram-se em sua maioria dentro dos limites estabelecidos, ultrapassando os valores em sua maioria no período chuvoso. Já o fósforo, esteve acima dos valores limites em cerca de 50% dos meses analisados, o que pode estar associado ao período chuvoso, bem como os usos da região, que predominam áreas agrícolas, pecuária, além do lançamento de efluentes.

Apesar dos dados analisados serem valores estimados, mostram-se muito próximos quando comparados à dados observados. O SUPer se mostra como uma alternativa eficaz para a análise de tais parâmetros, visto que há uma grande dificuldade na obtenção de dados observados de

monitoramento de qualidade de água. Recomenda-se o desenvolvimento de mais pesquisas abordando o uso do SUPer para análise da qualidade da água para uma melhor calibração do sistema, além da demonstração da aplicabilidade do *software* ao possibilitar análises de corpos hídricos que ainda não sejam monitorados no Estado de Pernambuco.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela bolsa concedida. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de PIBIC.

Referências

- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima (2022). **Bacias Hidrográficas - Rio Moxotó**. Disponível em: <http://200.238.107.184/bacias-hidrograficas/40-bacias-hidrograficas/198-bacia-do-rio-moxoto>. Acesso em: 05/07/2022.
- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima (2013). **Relatório de situação de recursos hídricos do Estado de Pernambuco 2011/2012**. Recife. p. 166.
- Alves, K. M. A. da S., D'Avila, M. C. P., Nóbrega, R. S. & Albarran, D. O. (2019). Variabilidad Espacial y Temporal de la Cobertura Vegetal de los años 1984 A 2011 en la Cuenca Hidrográfica del Río Moxotó, Pernambuco, Brasil. **Diálogo Andino**, 58, 139-150.
- Alves, L. da S., Martins, L. A., & Jesus, L. B. de. (2019) Avaliação da qualidade da água na bacia do rio Camarajipe (Salvador – Brasil): diagnóstico dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e determinação do IQA. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 6 (1), 71-80.
- Anjinho, P. S., Neves, G. L., Barbosa, M. A. G. A., Mauad, F. F. (2020). Análise da qualidade das águas e do estado trófico de cursos hídricos afluentes ao Reservatório do Lobo, Itirapina, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 13, 364-376.
- Araújo Júnior, J. C. M. de. (2020). Análise do monitoramento da qualidade da água de rios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. **Geociências Ung-Ser**, 19 (2), 24-34.
- Araújo Junior, J. C. M. de (2021). Variação temporal e sazonal do estado trófico do rio Maracaípe, litoral sul do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 9 (1), 51-64.
- Bifano, R. B. A., Marcolin, C da R., Crepaldi, M. O. S., Quinelato, R. V., Okumura, A. T. R., Silva, A. G. da., & Bandeira, M. L. S. de F. (2020). Avaliação da Qualidade da Água em Microbacias Hidrográficas do Extremo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 13 (5), 2447-2461.
- BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. n. 053, p. 58-63.
- Calado, T. de O (2020). **Análise da Relação do Uso do Solo com a Qualidade da Água do Açude Epitácio Pessoa no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- Costa, F. N. L., Oliveira, Y. R., Silva, P. H. da., Ferreira, P. M. P., Pacheco, A. C. L., & Abreu, M.

- C. de. (2018). Avaliação da qualidade hídrica de um rio do semiárido piauiense. **Journal Of Environmental Analysis And Progress**, 3 (2), 218-225.
- Cruz, M. A. S., Gonçalves, A. de A., Aragão, R. de, Amorim, J. R. A. de, Mota, P. V. M. da, Srinivasan, V. S., Garcia, C. A. B., & Figueiredo, E. E. de. (2019). Spatial and seasonal variability of the water quality characteristics of a river in Northeast Brazil. **Environmental Earth Sciences**, 78 (3), 1-11, 23.
- Diniz, P. C. O. & Maluf, R. S. (2020). Usos e Conflitos por Água no Rio Paraíba em Face da Transposição do Rio São Francisco: segurança hídrica e segurança alimentar no semiárido. In: Oliveira, R. J. de (org.). **Agricultura em Foco: tópicos em manejo, fertilidade do solo e impactos ambientais**. Editora Científica, 251.
- Farias, C. W. L. de A., Miranda, R. de Q., Viana, J. F. de S., Lins, F. A. C., & Galvêncio, J. D. (2020) Calibrações Parciais do Modelo SWAT como Suporte ao Sistema de Unidades de Resposta Hidrológica para Pernambuco. **Anais do XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 10.
- Fiorese, C. H. U. (2019). Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo-ES, Brasil. **Brazilian Journal Of Development**, 5 (1), 887-900.
- França, C. L. E., Anjos, F. S. C. dos, Anjos, D. S. C. dos, Souza, L. S. da S., Souza, R. S., Finazzi, G. A., & Silva, A. M. C. (2019). Caracterização físico-química das águas superficiais do Rio São Francisco nos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 10 (6), 218-230.
- Freire, L. L., Costa, A. C., & Lima Neto, I. E. (2021). Spatio-temporal Patterns of River Water Quality in the Semi-arid Northeastern Brazil. **Water, Air, & Soil Pollution**, 232 (11), 1-22.
- Galvêncio, J. D. (2021). Impacto do aumento de CO₂ nas Precipitações do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 14 (3), 1828-1839.
- Galvêncio, J., Miranda, R., Moura, M., Montenegro, S., Luz, G., Pinheiro, R., & Ferreira, H. (2022). Assessment of hydrologic effects of vegetation cover changes using the SUPER system/SWAT model: a study case of the São Francisco Integration Project, PISF. **Anais da Swat Conference**.
- Galvêncio, J., & Luz, G. (2022). Impact of climate change on the basins of the São Francisco-PISF Integration Project, using the SUPER system/SWAT model. **Anais da Swat Conference**.
- Jesus, V. C. de, Barreto, H. N., Bezerra, A. R., & Amador, R. B. (2019). Avaliação da qualidade da água superficial em bacias urbanas da Ilha do Maranhão. **Revista de Geociências do Nordeste**, 5, 54-72.
- Lima, G. R. R., Souza, S. de O., Alencar, F. K. M. de, Araújo, A. L. de, & Silva, F. J. A. da. (2020). O que comunicam os Índices de Qualidade de Água e de Estado Trófico em um Reservatório do Semiárido Brasileiro? **Geociências**, 39 (1), 181-190.
- Luz, G., & Galvêncio, J. (2022). Impact of climate change on the annual water balance of the Jiboia stream watershed, Pernambuco-Brazil, Using SWAT model and SUPER System. **Anais da Swat Conference**.
- Luz, G., Galvêncio, J., Montenegro, S., Pinheiro, R., Ferreira, H., & Souza, W. (2022). Impact of Climate Change on the Chapeu-Pernambuco-Brazil Reservoir Hydrographic Basin. **Anais da Swat Conference**.

- Martins, G. L. A., Costa, A. S. V. da, Barros, A. R., & Ramalho, F. M. G. (2017). Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas – MG após construção de barragem. **Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 12 (6), 1025-1039.
- Melo, D. F. B. C. de, Ribeiro, M. H. G., Albuquerque Júnior, E. C., & Gonçalves, E. A. P (2018). Avaliação da Bacia do rio Uma-Pernambuco: perspectiva da qualidade da água após a construção de 4 barragens para contenção de cheias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 11 (2), 612 – 627.
- Miguel, B. H., & Rennó, C. D. (2020). Uso de dados de radar meteorológico em modelo hidrológico SCS-CN para a estimativa de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Cartografia**, 72 (3), 501-516.
- Minhoni, R. T. de A., Souza, M. H. C. de, Santos, R. D. da S., & Zimback, C. R. L. (2018). Monitoramento de macrófitas aquáticas no rio São Francisco no trecho urbano de Petrolina-PE. **Scientia Plena**, 14 (3), 1-9.
- Morais, M. A., Gomes, F. B. M., Lemos Filho, L. C. de A., Freire, G. S., Silva, G. de F., & Facundo, A. L. (2020). Qualidade da água como instrumento para a gestão hídrica da Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 7 (17), 1563-1573.
- Muniz, G. (2019). Qualidade da água do ribeirão São Bartolomeu avaliada pelo Índice de Qualidade da Água em ponto de captação para abastecimento no período seco. **HOLOS**, 7 (35), 1807-1600.
- Oliveira, C. S. P de, Silva, J. C. da & Tavares, J. L. (2020). Análise de qualidade da água e percepção ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu (BHRP). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 8 (3), 13-26.
- Oliveira, R. M. M., Santos, E. V. dos, & Lima, K. C. (2017). Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 22 (3), 523-529.
- Pedrosa, V. A., Viana Junior, W. P., & Santos, J. P. (1999). Diagnóstico das disponibilidades hídricas do Rio Moxotó. **Anais do Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos**. Gramado, RS, Brasil, 12.
- Silva Netto, J. P. da. (2022). Panorama da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 11 (2), 241-258.
- Santos, R. C. L., Lima, A. S., Cavalcanti, E. B., Melo, C. M. de, & Marques, M. N. (2017). Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 23 (1), 33-46.
- Uliana, E. M., Silva, D. D. da, Moreira, M. C., Pereira, D. dos R., & Almeida, F. T. de. (2019). Modelo Hidrológico Híbrido para Previsão de Vazões na Bacia do Rio Piracicaba-MG. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 34 (4), 471-480.