



## Surface Water Quality Index for Human Consumption of Part of the Brazilian Continental Region Geospatialized Through Interpolation by B-Spline Modeling

José N. Silva\*, Paulo R. M. Francisco\*\*, George do N. Ribeiro\*\*\*,  
José H. S. de Sousa\*\*\*\*, Fernanda P. de Sousa\*\*\*\*\*, Renan N. R. da Rocha\*\*\*\*\*,  
Walter B. da Silva Filho\*\*\*\*\*, Mikarla B. de Sousa\*\*\*\*\*

\*Dr. Prof. Associado, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, nilton@eq.ufcg.edu.br

\*\*Dr. em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, paulomegna@gmail.com

\*\*\*Dr. Prof. Associado, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, george.nascimento@professor.ufcg.edu.br

\*\*\*\*Mestrando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, hugosimplicio123@gmail.com

\*\*\*\*\*Eng. Agrônoma, Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional, MIDR, fernanda.pessoa@mdr.gov.br

\*\*\*\*\*Dr. em Engenharia de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG,  
renannicolauribeiro@gmail.com

\*\*\*\*\*Doutorando em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG,  
walterbelarmino@hotmail.com

\*\*\*\*\*Dra. em Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, mikarlab@gmail.com

Received 10 November; accepted 19 December 2024

### Abstract

In order to define the quality of water sources, it is necessary to classify them into classes, considering their uses and establishing criteria. This study aimed to estimate, classify and map the quality of surface water in part of the Brazilian continental region for human consumption using the water quality index. In the methodology of this study, data on physical, chemical and biological parameters of surface waters from 3,748 georeferenced points from various sources were used. Using the QGIS® 3.4 software and interpolation by B-Spline Modeling, the data were geospatialized. Using the *raster* calculator, the Water Quality Index was calculated by the weighted product of the water quality corresponding to the parameters and classified. Zonal statistics were obtained through SAGA® 9.2.0. The results showed that index used showed that 98.80% presented very poor quality. The water classification presented an average of 11.73 and maximum values of 35.23. The largest standard deviation occurred in Thermotolerant Coliforms < Total Dissolved Solids < Turbidity. The normality tests of the variables showed that the data are normally distributed. There was a positive correlation between the variables BOD and FT < BOD and NT.

**Keywords:** physical parameters, chemical parameters, biological parameters, IQA, zonal statistics.

## Índice de Qualidade de Águas Superficiais para Consumo Humano de Parte de Região Continental Brasileira Geoespacializado através de Interpolação por Modelagem B-Spline

### Resumo

Para se definir a qualidade das águas dos mananciais é preciso enquadrá-las em classes, considerando seus usos e estabelecendo-se critérios. Este trabalho objetivou estimar, classificar e mapear a qualidade da água superficial de parte da região continental brasileira para o consumo humano utilizando o índice de qualidade de água. Na metodologia deste trabalho foram utilizados dados de parâmetros físicos, químicos e biológicos de águas superficiais de 3.748 pontos georreferenciados proveniente de diversas fontes. Utilizando-se o software QGIS® 3.4 e a interpolação por Modelagem B-Spline os dados foram geoespacializados. Utilizando a calculadora *raster* o Índice de Qualidade de Água foi calculado pelo produto ponderado da qualidade da água correspondente aos parâmetros e classificados. A estatística zonal foi realizada através do SAGA® 9.2.0. Os resultados demonstraram que o índice utilizado demonstrou que 98,80% apresentaram qualidade Péssima. A classificação da água apresentou média de 11,73 e valores máximos de 35,23. O maior desvio padrão ocorreu em Coliformes Termotolerantes < Sólidos Totais Dissolvidos < Turbidez. Os testes de

normalidade das variáveis demonstraram que os dados são normalmente distribuídos. Ocorreu correlação positiva entre as variáveis DBO e FT < DBO e NT.

Palavras-Chave: parâmetros físicos, parâmetros químicos, parâmetros biológicos, IQA, estatística zonal.

## 1 Introdução

A escassez hídrica representa um desafio recorrente em diversas regiões áridas e semiáridas do mundo, com impactos significativos na qualidade de vida das populações que nelas habitam. São impactos no abastecimento de água para consumo humano, a saúde da população, a segurança alimentar e as atividades econômicas e de produção, como agricultura e pecuária (Bispo et al., 2023).

Santos et al. (2010) afirmam que, manter os padrões de quantidade e qualidade da água representa um desafio à sociedade, considerando que a maior parte dos problemas atuais relacionados aos recursos hídricos tem como principais problemas a falta de planejamento e gestão, além da sua contaminação.

As informações sobre a qualidade da água são fundamentais para que se conheça a situação em relação aos seus usos múltiplos e impactos ambientais. O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico estão sempre acompanhados pela necessidade de água, cuja qualidade e quantidade são de grande importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer grupo (Bueno et al., 2005).

O termo qualidade de água não trata apenas o estado de pureza da mesma, mas sim às características físicas, químicas e biológicas e, dependendo destas características, são determinados diversos destinos para a água. A qualidade da água de um determinado recurso hídrico é avaliada dependendo das substâncias presentes na água, para isso denominada de parâmetros de qualidade da água. Tais substâncias caracterizam as condições em que a água se encontra, para os mais variados usos, inclusive para sua preservação no ambiente (Merten & Minella, 2002).

Programas de monitoramento da qualidade da água são estabelecidos para avaliar as substâncias presentes na água, sob os aspectos físicos, químicos e biológicos. A seleção dos parâmetros de interesse depende do objetivo do estudo, investigação ou projeto, levando-se em consideração os usos previstos para o corpo d'água e as fontes potenciais de poluição existentes na área e atender determinada legislação, estabelecendo os padrões de qualidade, no caso pela Resolução 20/86 CONAMA (Santos et al., 2001).

Qualquer programa de acompanhamento da qualidade da água, ao longo do tempo e do espaço, gera um grande número de dados analíticos que precisam ser transformados em um formato sintético, para que descrevam e representem de forma compreensível e significativa o estado atual e as tendências da água (Sánchez et al., 2007; CCME, 2001; Ferreira & Ide, 2001), para que possam ser utilizados como informações gerenciais e como ferramenta na tomada de decisões relativas aos recursos hídricos. Uma forma de agregação dos dados em um formato sintético é o uso de indicadores que transfiram informações de um sistema a outro, levando a melhoria na tomada de decisões (CPRH, 2021).

Para facilitar a divulgação e interpretação de dados sobre os parâmetros de qualidade das águas ao público leigo, têm-se adotado os Índices de Qualidade das Águas que expressam, através de um valor único, a qualidade das águas em um ponto de monitoramento específico, o qual aponta de forma classificatória a qualidade da água (Von Sperling, 2005, Braga et al., 2005).

Para se definir a qualidade das águas dos mananciais é preciso enquadrá-las em classes, considerando seus usos e estabelecendo-se critérios (Gherardi-Goldstein et al., 1993; Von Sperling, 1995).

Diversas ferramentas foram propostas com base em características físicas, químicas e bacteriológicas da água, cabendo ajustes nos pesos e parâmetros para adequação à realidade regional. Destas, destaca-se o Índice de Qualidade da Água (IQA), que é uma importante metodologia para mensurar o padrão das águas nacionais (ANA, 2017).

Vários índices de qualidade foram desenvolvidos por diferentes entidades e com propósitos distintos, sendo que todos eles possuem em comum a combinação ponderada de um conjunto de fatores (Braga et al., 2005).

Metodologias diversas já foram desenvolvidas com o intuito de calcular o Índice de Qualidade de Água - IQA com o uso de médias aritméticas e geométricas. Entretanto, deve-se ter o cuidado ao agregar inúmeras variáveis em um único número, uma vez que, se pode gerar uma atenuação negativa de uma das variáveis frente às demais consideradas para o cálculo (Simões et al., 2007). O IQA utiliza nove parâmetros em que apresentam pesos característicos ( $w_i$ ), fixados em

função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (ANA, 2024).

Pesquisas em diversas regiões foram realizadas como por Carvalho et al. (2004), Palácio (2004), Castro Júnior et al. (2007), Lopes et al. (2008), Lucena et al. (2008), Lopes e Magalhães (2010), Carvalho et al. (2011), Jerônimo e Souza (2013), Freire et al. (2013), Garcia et al. (2014), Bucci e Oliveira (2014), Costa e Ferreira (2015), Almeida et al. (2016), Santos et al. (2016), Santiago et al. (2016), Medeiros et al. (2016), Fontes et al. (2017), Lima e Alves (2017), Amorim et al. (2017), Brito et al. (2018), Amâncio et al. (2018), Gomes e Paula (2019), Alves et al. (2019), Okumura et al. (2020), Rocha et al. (2021), Silveira et al. (2022).

Quanto a qualidade da água diversas pesquisas foram elaboradas sobre diversas regiões como por Araújo et al. (2006), Vasco et al. (2010), Vasco et al. (2011), Araújo et al. (2013), Almeida Neto (2014), Silveira (2014), Mendes e Schneider (2015), Silva (2016), Lima e Sales (2018), Machado et al. (2018), Silva et al. (2018), Lima e Lourenço (2021) e por Silva et al. (2023).

Modelos matemáticos, aritméticos e lógicos, buscando representar propriedades e processos do meio físico natural, têm sido implementados e modelos inferenciais vêm sendo propostos, e a geoestatística é um desses modelos, e sua base conceitual está fundamentada na teoria das variáveis regionalizadas formalizada por Matheron (1971). Dentre os procedimentos geoestatísticos se destaca como a técnica do algoritmo B-Spline Multinível para interpolação espacial de dados dispersos, conforme proposto por Lee et al. (1997).

O algoritmo foi utilizado por diversos autores e múltiplas áreas, como por Lee et al. (2005a, 2005b), Osorio et al. (2011), Jiang e Zhang (2013), Moon e Ko (2018), Lyche et al. (2018), Noël et al. (2020), Kaya et al. (2021) e por Francisco et al. (2023; 2024).

Portanto, este trabalho objetiva estimar, classificar e mapear a qualidade da água superficial de parte da região continental brasileira para o consumo humano utilizando o índice de qualidade de água.

## 2 Material e Métodos

A área de estudo compreende a região Nordeste e os Estados de Minas Gerais, Maranhão e Amapá com diversidade de ambientes, biomas, vegetação, elevação, solos, tipos de clima e precipitação pluviométrica. Os ambientes tropicais caracterizam-se pela elevada incidência de radiação solar, insolação e temperatura. Quanto

mais próximo do Equador, mais crítica é a incidência, como é o caso das regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil (Bayer, 2004; Bley Jr., 1999).

De acordo com Alvares et al. (2013), na área de estudo, o clima é formado pelos tipos Af, Aw, As, BSh, Cwa e Cwb. Quanto a precipitação, a América do Sul, como tem grande parte do seu território em área tropical, recebe anualmente volumes elevados de precipitação. Além disso, há grande variabilidade temporal e espacial da precipitação (Reboita et al., 2010; Monteiro et al., 2021; Reboita & Ambrizzi, 2022).

De acordo com a ANA (2019), 94,9% da massa d'água são de domínio Estadual, sendo 5,1% de domínio da União. Do número total de massas d'água de domínio Federal (12.241), 14,3% ou 1.746 são artificiais, sendo o restante 10.495 (85,7%) classificada como de origem natural. A capacidade total de armazenamento da massa d'água totaliza 630.170,63 hm<sup>3</sup>, dos quais 584.363,56 hm<sup>3</sup> ou 92,7% referem-se a massas d'água ou reservatórios para geração de energia hidrelétrica.

Na metodologia deste trabalho foi adotado uma distância média de 10 km entre a captação e sua distribuição, o que ocorre normalmente nas redes de distribuição dos municípios, com o objetivo de distribuir os dados espacialmente.

Foram utilizados dados de parâmetros físicos, químicos e biológicos de águas superficiais de Temperatura da água (T) (°C), pH (adimensional), Oxigênio Dissolvido (OD) (% saturação), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg/l), Coliformes Termotolerantes (CT) (NMP/100ml), Nitrogênio Total (NT) (mg/l), Fósforo Total (FT) (mg/l), Sólidos Totais Dissolvidos (STD) (mg/l) e Turbidez (TU) (UFT) de 3.748 pontos georreferenciados proveniente do SNIRH (2023) e de diversas outras fontes. Os parâmetros de OD, DBO, FT e TU foram complementados por dados obtidos na ANA (2023) em formato shape.

Utilizando-se o software QGIS<sup>®</sup> 3.4 e a interpolação por Modelagem B-Spline (MBS) dos dados dispersos (Lee et al., 1997) através do plugin SAGA<sup>®</sup> 9.5.1 os dados dos parâmetros obtidos foram geoespacializados e recortados conforme os limites da área de estudo (IBGE, 2021).

Utilizando a calculadora *raster* do QGIS<sup>®</sup> 3.4 o IQA foi calculado pelo produto ponderado da qualidade da água correspondente aos parâmetros (Tabela 1) conforme a Equação 1 (Von Sperling 2007; ANA, 2024).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \text{ (Eq.1)}$$

Em que: IQA = Índice de Qualidade da Água (0 a 100);  $q_i$  = qualidade do i-ésimo parâmetro;  $w_i$  = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro; sendo que:  $n$ : número de parâmetros ( $n = 9$ ) (Equação 2).

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ (Eq.2)}$$

Tabela 1. Parâmetros e pesos do IQA

| Parâmetro                      | Peso (w) |
|--------------------------------|----------|
| Oxigênio Dissolvido            | 0,17     |
| Coliformes Termotolerantes     | 0,15     |
| Potencial Hidrogeniônico       | 0,12     |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | 0,10     |
| Temperatura da Água            | 0,10     |
| Nitrogênio Total               | 0,10     |
| Fósforo Total                  | 0,10     |
| Turbidez                       | 0,08     |
| Sólidos Totais                 | 0,08     |

Fonte: Von Sperling (2007).

Após, os dados do IQA obtidos foram classificados conforme a Tabela 2. Para os cálculos de áreas foi utilizada o plugin GRASS® 8.4. *r.report*.

Tabela 2. Faixas e valores ponderados do IQA

| Classe de Qualidade | Valor  |
|---------------------|--------|
| Ótima               | 80-100 |
| Boa                 | 52-79  |
| Regular             | 37-51  |
| Ruim                | 20-36  |
| Péssima             | 0-19   |

Fonte: Von Sperling (2007).

No tratamento estatístico foi realizada a análise descritiva dos dados e o teste de normalidade utilizando o software RStudio® v.2025. Para verificar se as amostras procediam de uma determinada distribuição de probabilidade, foram usados os testes de hipóteses não paramétricos Shapiro-Wilk (1965), Anderson-Darling (1954), Lilliefors (1967) e Jarque-Bera (1987). Na elaboração de correlação paramétrica foi utilizado a metodologia de correlação de Pearson (1895) (PCC).

### 3 Resultados e Discussão

Na Figura 1, pode-se observar a distribuição espacial das amostras apresentando menor concentração no Estado do Maranhão seguido do Piauí e Amapá.

Na Figura 2a, quanto ao Oxigênio Dissolvido, observa maiores valores no Estado do Amapá e pequena representação na região centro norte do Estado de Minas Gerais seguida pelo Rio Grande do Norte.

Costa e Ferreira (2015) realizando a análise de parâmetros que compõem o IQA na porção mineira da bacia do rio Paranaíba – MG, observaram valores de OD maiores que o recomendado.

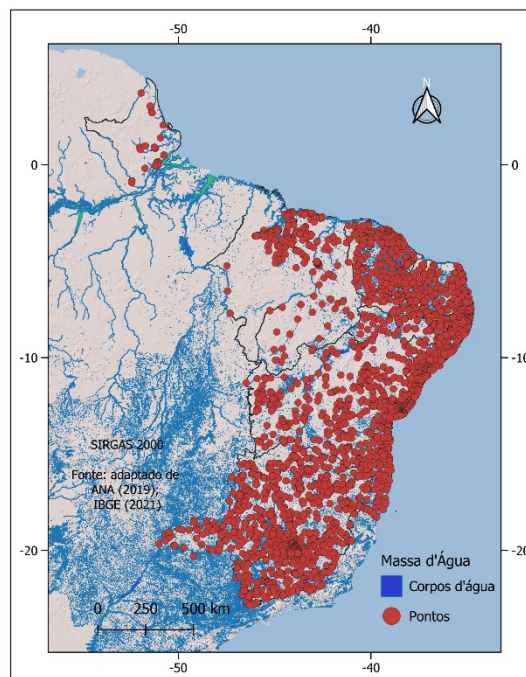


Figura 1. Distribuição espacial dos parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas superficiais.

Fonte: adaptado de ANA (2023); IBGE (2021).

Em relação a Turbidez (Figura 2b), ocorre maiores valores em pequenas áreas, como em Minas Gerais próximo ao Rio São Francisco, em Pernambuco, na Paraíba, no Piauí ao sul e no Amapá. Santos (2020), observaram valores médios de 52,0 quanto a Turbidez nos rios do semiárido pernambucano. Teles et al. (2020), avaliando os parâmetros da água do rio Mogi-Guaçu-MG obtiveram valores de 10,33.

Quanto a Temperatura (Figura 2c), os menores valores ocorrem no Estado de Minas Gerais e maiores valores em Alagoas. Silva et al. (2019), observaram no semiárido Alagoano a temperatura da água máxima de 32,8°C. De acordo com Von Sperling (2005), elevações de temperatura aumentam as taxas das reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência dos

mesmos, o que pode gerar mau cheiro no caso da liberação de gases com odores desagradáveis.

O pH (Figura 3d) apresenta os menores valores, ao sul do Maranhão entre o Piauí. Silva et al. (2017) obtiveram valores mínimos de pH 6,1 considerado ácido para a região central do Maranhão. No Piauí, Sousa et al. (2017) obtiveram valores de 7,1.

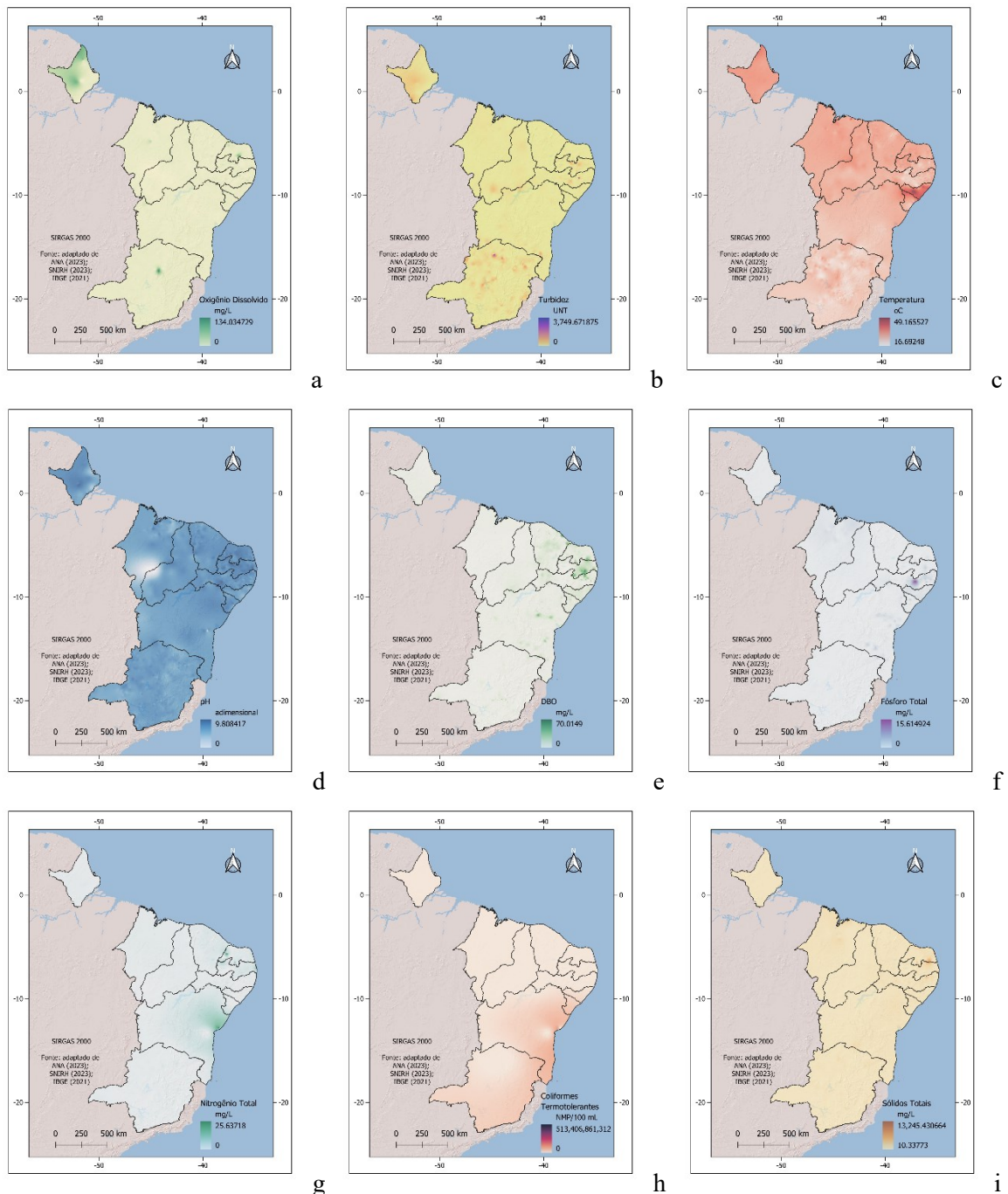


Figura 2. (a) OD, (b) Turbidez, (c) Temperatura, (d) pH, (e) DBO, (f), Fósforo Total, (g) Nitrogênio Total, (h) Coliformes Termotolerantes, (i) Sólidos Totais Dissolvidos.  
Fonte: adaptado de SNIRH (2023); ANA (2023); IBGE (2021).

Conforme Baird e Cann (2011), o pH é um dos indicativos mais importantes de monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza.

Em relação ao DBO (Figura 3e), verifica-se maiores valores no interior da Bahia, em Pernambuco na região de Caruaru, na Paraíba na área da Transposição do Rio São Francisco e no

litoral na capital, no Rio Grande do Norte na região do Seridó e Curimataú, no Ceará ocorre em região litorânea. No interior da Bahia, Santos et al. (2016), observaram valores de 15 mg/l, indicando a presença de matéria orgânica na água. No Ceará, Fiuza et al. (2010) observaram valores máximos de 49 mg/l na primeira coleta e após valores chegando a 1330 mg/l, indicando a presença de despejos de origem química na água da região de Fortaleza.

Quanto ao Fósforo Total (Figura 2f) ocorrem valores maiores somente na região central

de Pernambuco. O Nitrogênio (Figura 2g) apresenta maiores valores na capital da Bahia e no Rio Grande do Norte próximo ao rio Apodi. Alves et al. (2019), observaram para a região de Salvador valores de Nitrogênio de 22 mg/l concordando com os dados obtidos por este trabalho. De acordo com Von Sperling (2005), o principal problema relacionado com altas concentrações de nitrogênio é a eutrofização.

Os Coliformes Termotolerantes (Figura 2h), seu mapeamento apresenta os maiores valores na região litorânea da Bahia e Sergipe. Resultados concordantes com o trabalho de Alves et al. (2019) que observaram valores de  $3,9 \times 10^8$  NMP/100ml na região litorânea da Bahia.

Os Sólidos Totais Dissolvidos (Figura 2i), observa que os maiores valores se apresentam no

Rio Grande do Norte divisa com a Paraíba e em pontos da região litorânea de ambos os Estados.

De acordo com Sperling (2005) as águas naturais possuem constituição química resultante do grande número de substâncias dissolvidas, cuja natureza e concentração estão relacionadas com as diversas atividades realizadas pelo homem.

Pela Figura 3, do Índice de Qualidade da Água, verifica-se a ocorrência de menores valores nos Estados do Amapá, a oeste do Maranhão e a sudeste do Piauí, fato este devido à falta de dados ocorrido pela extensão da área com menor população.

Observa-se pela Tabela 3 que, a classe Péssima de qualidade da água ocorre em 99,80% da área de estudo, seguida da classe Ruim em 0,20%.

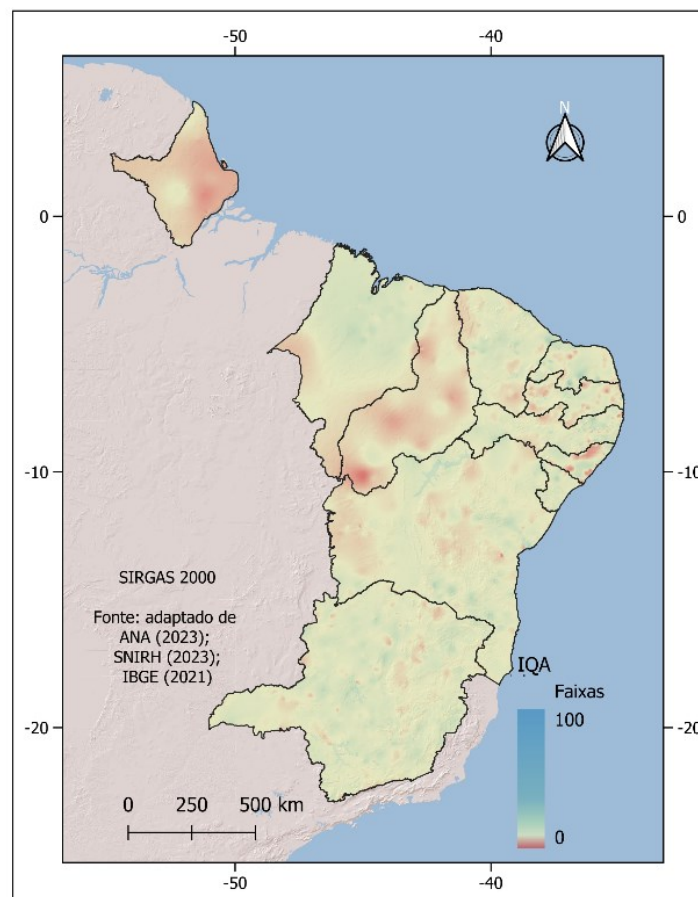


Figura 3. Índice de Qualidade da Água.

Fonte: adaptado de SNIRH (2023); ANA (2023); IBGE (2021).

Tabela 3. Distribuição espacial do índice de qualidade das águas

| Classe       | Varição | Área (km <sup>2</sup> ) | %          |
|--------------|---------|-------------------------|------------|
| Ótima        | 80-100  | -                       | -          |
| Boa          | 52-79   | -                       | -          |
| Regular      | 37-51   | -                       | -          |
| Ruim         | 20-36   | 4.640                   | 0,20       |
| Péssima      | 0-19    | 2.276.520               | 99,80      |
| <b>Total</b> |         | <b>2.281.160</b>        | <b>100</b> |

No Riacho da Bica em Portalegre no Estado do Rio Grande do Norte, Medeiros et al. (2016) obtiveram valores de IQA de 42,8 classificado como Ruim. Valores superiores ao identificado por este trabalho para a região, como também por Pinto Filho et al. (2012) para a Lagoa do Apodi.

Em Sergipe, Lima e Alves (2017) obtiveram valores de IQA classificados como

Péssima para bacias hidrográficas da região sul do Estado. Já Fontes et al. (2017) em área contígua obtiveram resultado semelhante. Valores estes similares a este trabalho. No entanto, Britto et al. (2018) obtiveram valores para afluentes da região do Rio São Francisco entre a classe Ruim e Regular.

Carvalho et al. (2004) para Ubá em Minas Gerais, obtiveram valores de IQA Regular, e por este trabalho obtive-se a classe Péssima, talvez devido a data anterior de coleta de dados. Para o município de Juiz de Fora, Bucci e Oliveira (2014) observaram valores de IQA da classe Boa. Lopes e Magalhães Jr (2010) para a bacia do Ribeirão de Carrancas, observaram a classe Boa de IQA.

Para o sul da Bahia, próximo a Porto Seguro, Okumura et al. (2020), obtiveram valores de IQA na classe Boa, superiores aos obtidos por

este trabalho. Para o rio Camarajipe em Salvador, Alves et al. (2019) obtiveram a classe Péssima, resultado similar a este trabalho.

Para o Maranhão, Amorin et al. (2017) observaram valores médios de IQA na classe Regular.

Na Tabela 4, dos dados estatísticos, pode-se observar que, o maior desvio padrão ocorre na variável Coliformes Termotolerantes seguida do Sólidos Totais Dissolvidos e pela Turbidez. Quanto aos dados adimensionais da classificação da água apresenta média de 11,73 e valores máximos de 35,23.

Observa-se por este trabalho que, o Desvio Padrão apresenta valores relativamente baixos, talvez devido a área de estudo apresentar amplidão territorial e os dados apresentarem boa distribuição.

Tabela 4. Dados estatísticos das variáveis

| Atributo/Variável              | Média    | Mediana | Mínimo | Máximo    | Desv. Pad. | Alcance   | Curtose | 1st Quart | 3rd Quart |
|--------------------------------|----------|---------|--------|-----------|------------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Temperatura                    | 25,89    | 26,00   | 10,00  | 37,68     | 0,04       | 27,68     | 1,49    | 25,80     | 26,00     |
| Potencial Hidrogeniônico       | 7,06     | 7,00    | 1,00   | 9,81      | 0,01       | 8,81      | 11,44   | 7,00      | 7,11      |
| Turbidez                       | 65,00    | 20,43   | 0,08   | 7.479,80  | 3,40       | 7.479,72  | 515,67  | 8,30      | 50,09     |
| Oxigênio Dissolvido            | 6,78     | 6,9     | 0,05   | 145,50    | 0,08       | 145,45    | 366,00  | 5,62      | 7,70      |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | 4,52     | 2,78    | 0,10   | 85,00     | 0,11       | 84,90     | 47,65   | 2,00      | 4,00      |
| Fósforo Total                  | 0,30     | 0,11    | 0,00   | 15,00     | 0,01       | 15,00     | 125,87  | 0,05      | 0,21      |
| Coliformes Termotolerantes     | 1.250,73 | 975,00  | 1,16   | 66.875,00 | 28,46      | 66.873,84 | 681,97  | 975,00    | 1.500,00  |
| Nitrogênio Total               | 0,85     | 0,75    | 0,02   | 28,50     | 0,03       | 28,48     | 122,20  | 0,42      | 0,75      |
| Sólidos Totais Dissolvidos     | 287,47   | 287,00  | 0,03   | 12.980,00 | 6,11       | 12.979,97 | 439,11  | 170,00    | 287,00    |
| IQA                            | 11,73    | 11,42   | 1,85   | 35,23     | 0,06       | 33,38     | 4,37    | 9,57      | 13,54     |

Na Tabela 5 verifica-se que os resultados dos testes de normalidade de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) e Jarque-Bera apresentam-se semelhantes entre si para com  $p\text{-valor} < 2,2e^{-16}$ , o que leva a aceitar a hipótese de normalidade nos dados.

Okumura et al. (2020), determinando a qualidade da água de um rio no sul da Bahia, utilizando o teste de Shapiro-Wilk obtiveram distribuição normal dos dados.

Tabela 5. Testes de normalidade

| Variável/Teste                 | Shapiro-Wilk |                  | Anderson-Darling |                  | Lilliefors |                  | Jarque-Bera |                  |
|--------------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------------|-------------|------------------|
|                                | W            | $p\text{-valor}$ | A                | $p\text{-valor}$ | D          | $p\text{-valor}$ | $X^2$       | $p\text{-valor}$ |
| Temperatura                    | 0,954        | $< 2,2e^{-16}$   | 68,557           | $< 2,2e^{-16}$   | 0,120      | $< 2,2e^{-16}$   | 245         | $< 2,2e^{-16}$   |
| Potencial Hidrogeniônico       | 0,798        | $< 2,2e^{-16}$   | 308,980          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,256      | $< 2,2e^{-16}$   | 20691       | $< 2,2e^{-16}$   |
| Turbidez                       | 0,236        | $< 2,2e^{-16}$   | 814,790          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,377      | $< 2,2e^{-16}$   | 41771840    | $< 2,2e^{-16}$   |
| Oxigênio Dissolvido            | 0,270        | $< 2,2e^{-16}$   | 557,410          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,299      | $< 2,2e^{-16}$   | 21123247    | $< 2,2e^{-16}$   |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | 0,406        | $< 2,2e^{-16}$   | 673,100          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,300      | $< 2,2e^{-16}$   | 378087      | $< 2,2e^{-16}$   |
| Fósforo Total                  | 0,404        | $< 2,2e^{-16}$   | 695,080          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,328      | $< 2,2e^{-16}$   | 2517161     | $< 2,2e^{-16}$   |
| Coliformes Termotolerantes     | 0,175        | $< 2,2e^{-16}$   | 856,190          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,394      | $< 2,2e^{-16}$   | 73007456    | $< 2,2e^{-16}$   |
| Nitrogênio Total               | 0,198        | $< 2,2e^{-16}$   | 936,200          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,391      | $< 2,2e^{-16}$   | 2401799     | $< 2,2e^{-16}$   |
| Sólidos Totais Dissolvidos     | 0,319        | $< 2,2e^{-16}$   | 651,370          | $< 2,2e^{-16}$   | 0,389      | $< 2,2e^{-16}$   | 30306222    | $< 2,2e^{-16}$   |
| IQA                            | 0,946        | $< 2,2e^{-16}$   | 24,240           | $< 2,2e^{-16}$   | 0,050      | $< 2,2e^{-16}$   | 3708        | $< 2,2e^{-16}$   |

Nas caixas *qqplots* dos quantis (Figura 4) das variáveis utilizados neste trabalho, observa-se a regularidade dos dados. Na Figura 5 dos quantis do índice da qualidade da água observa-se também sua regularidade.

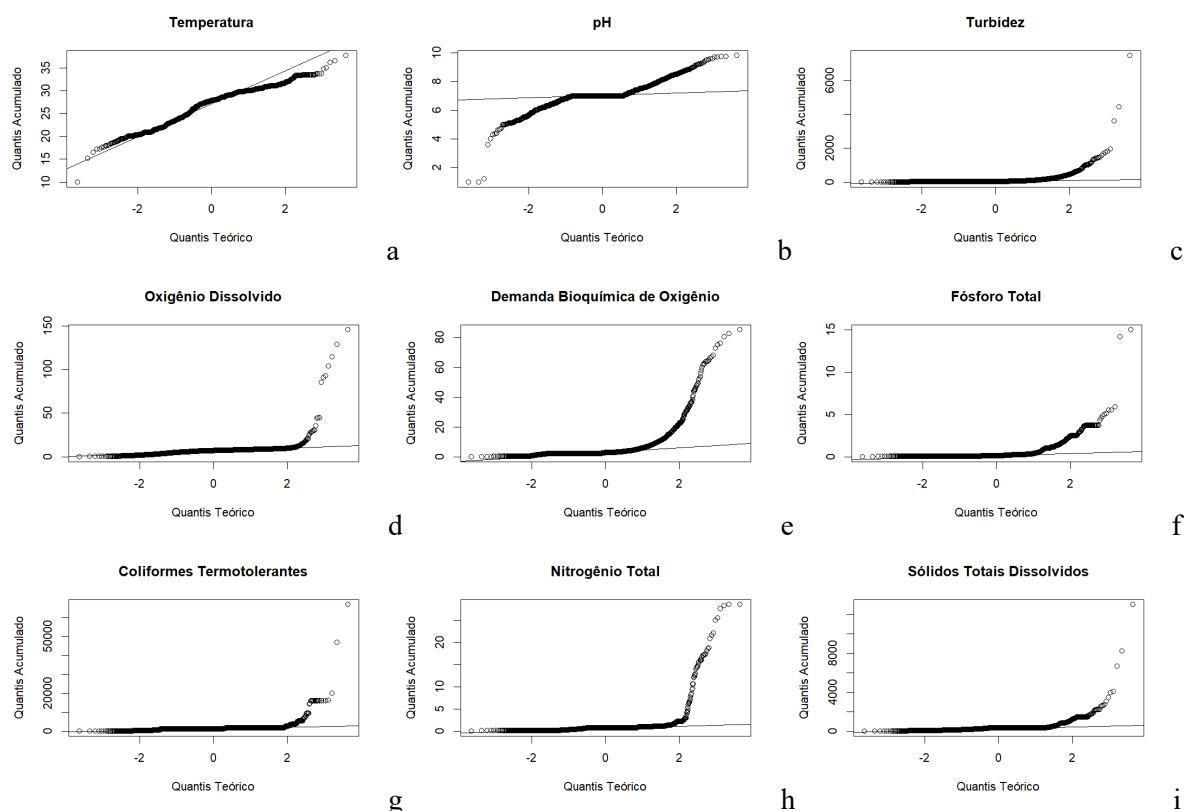


Figura 4. Quantis das variáveis (a) Temperatura, (b) pH, (c) Turbidez, (d) OD, (e) DBO, (f) Fósforo Total, (g) Coliformes Termotolerantes, (h) Nitrogênio Total, (i) Sólidos Totais Dissolvidos.

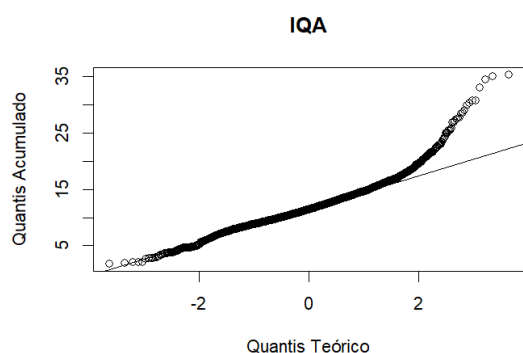


Figura 5. Quantis da qualidade da água para consumo humano.

Observa-se na Tabela 6 que ocorre maior correlação positiva entre as variáveis DBO e FT

seguida da DBO NT com valores de 0,34 e 0,33, respectivamente. Gomes e Paula (2019), avaliando o IQA em Sobral no Ceará, obtiveram a correlação forte entre DBO e PT de 0,895, já para o OD e DBO os resultados foram similares a este trabalho (-0,7). Amorin et al. (2017), no Maranhão obtiveram correlação positiva entre o IQA e o pH e entre o OD de 0,642 e 0,469, respectivamente. Por este trabalho para o pH e OD observa-se correlação de 0,10 e 0,08, respectivamente para o IQA, devido maior dispersão na área de estudo. Para o DBO, NT e PT a correlação são de 0,45; 0,36; e 0,39, respectivamente. De modo geral, observa-se, de acordo com a classificação de Pearson, correlações moderadas ( $r=0,3$  a  $0,6$ ) a fracas ( $r=0,1$  a  $0,3$ ) entre as variáveis estudadas.

Tabela 6. Matriz de correlação

| Parâmetros | T     | pH    | TU    | OD    | DBO   | FT    | CT    | NT    | STD   | IQA  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| T          | 1     | 0,14  | -0,11 | 0,04  | 0,06  | -0,01 | -0,06 | 0,11  | 0,12  | 0,01 |
| pH         | 0,14  | 1     | -0,03 | 0,08  | 0,09  | 0,06  | -0,01 | 0,06  | 0,08  | 0,10 |
| TU         | -0,11 | -0,03 | 1     | 0,02  | 0,07  | 0     | 0,01  | -0,01 | 0,11  | 0,33 |
| OD         | 0,04  | 0,08  | 0,02  | 1     | -0,08 | -0,1  | -0,05 | -0,08 | 0,01  | 0,08 |
| DBO        | 0,06  | 0,09  | 0,07  | -0,08 | 1     | 0,34  | 0,15  | 0,33  | 0,15  | 0,45 |
| FT         | -0,01 | 0,06  | 0     | -0,10 | 0,34  | 1     | 0,10  | 0,20  | 0,12  | 0,39 |
| CT         | -0,06 | -0,01 | 0,01  | -0,05 | 0,15  | 0,10  | 1     | 0,02  | -0,01 | 0,25 |
| NT         | 0,11  | 0,06  | -0,01 | -0,08 | 0,33  | 0,20  | 0,02  | 1     | 0,07  | 0,36 |
| STD        | 0,12  | 0,08  | 0,11  | 0,01  | 0,15  | 0,12  | -0,01 | 0,07  | 1     | 0,20 |
| IQA        | 0,01  | 0,10  | 0,33  | 0,08  | 0,45  | 0,39  | 0,25  | 0,36  | 0,20  | 1    |

Recomenda-se ampliar a coleta de dados para melhor caracterização pontual do IQA.

#### 4 Conclusão

O uso da modelagem B-Spline e da interpolação proporcionaram eficácia no mapeamento dos dados.

O índice utilizado demonstrou que 98,80% apresentaram qualidade Péssima.

A classificação da água apresentou média de 11,73 e valores máximos de 35,23.

O maior desvio padrão ocorreu em Coliformes Termotolerantes < Sólidos Totais Dissolvidos < Turbidez.

Os testes de normalidade das variáveis demonstraram que os dados são normalmente distribuídos.

Ocorreu correlação positiva entre as variáveis DBO e FT < DBO e NT.

#### Referências

- Albuquerque, N.C. 2020. Avaliação dos parâmetros físicos e químicos e da presença de metais traços em águas do Rio Gramame-PB. 74f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Almeida Neto, G.C. 2014. O uso e ocupação do solo e a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Miriri-PB. 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Almeida, A.F.L.; Rodrigues, G.A.S.; Vital, M.V.S.; Silva, G.S. 2016. Análise química da qualidade da água da praia de Jatiúca, localizada no município de Maceió-Alagoas. *Ciências Exatas e Tecnológicas* 3(3) 55-64.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6) 711-728.
- Alves, L.S.; Martins, L.A.; Jesus, L.B. 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) 071-080.
- Amâncio, D.V.; Coelho, G.; Marques, R.F.P.V.; Viola, M.R.; Mello, C.R. 2018. Qualidade da água nas sub-bacias hidrográficas dos rios Capivari e Mortes, Minas Gerais. *Revista Scientia Agraria* 19(1) 75-86.
- Amorim, D.G.; Cavalcante, P.R.S.; Soares, L.S.; Amorim, P.E.C. 2017. Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). *Engenharia Sanitária e Ambiental* 22(2) 251-259.
- ANA. 2019. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Massas d'Água - Versão 2019. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>. Acesso em: 06 de outubro de 2024.
- ANA. 2020. Agência Nacional de Águas. Guia nacional de coletas e preservação de amostras de águas, sedimentos. Alagoas.
- Anderson, T.W.; Darling, D.A. 1954. A test of goodness of t. *Journal of American Statistical Association* 49 765-769.
- Andrade, L.R.S.; Araújo, S.M.S.; Andrade, M.Z.S. S.; Medeiros, L.E.L. 2018. Degradação ambiental no Açude de Bodocongó na cidade de Campina Grande, Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 13(1) 74-83.
- Aprile, F.M.; Farias, V.P. 2001. Avaliação da qualidade da água da bacia do Rio Goiana, Pernambuco-Brasil. *Bioikos* 15(2) 109-114.
- Araújo, M.C.; Oliveira, M.B. M. 2013. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. *Revista Ambiente e Água* 8(3) 247-257.
- Araújo, M.C.; Santos, F.M.S.; Oliveira, M.B.M. 2013. Análise da qualidade da água do riacho Cavouco-UFPE. In: Encontro Internacional das Águas, 7, 2013, Recife. *Anais...Recife*.
- Araújo, R.C.S.; Oliveira, F.H.P.C. 2011. Análise de parâmetros limnológicos da água dos açudes do Prata e do Meio (Pernambuco-Brasil). In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 19, 2011, Alagoas. *Anais...Alagoas*.
- Araújo, V.; Araújo, A.; Santos, J. 2006. Avaliação da qualidade das águas do rio Mossoró-RN. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 1, 2006. *Anais...Natal*.
- Baird, C.; Cann, M. 2011. *Química Ambiental*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Bárbara, V.F.; Cunha, A.C.; Rodrigues, A.S.L.; Siqueira, E.Q. 2010. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. *Revista Biociências* 16(1) 1-16.
- Bayer, C. 2004. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e

- subtropicais. In: FERTBIO, 26, 2004, Lages. Anais...Lages.
- Bispo, M.H.G.S.; Ferro, A.S.; Silva, K.; Brandão, R.J.A. 2023. Paineis das cisternas do semiárido alagoano: auxiliando no aprimoramento de políticas públicas para o combate a escassez hídrica. In: Congresso de Gestão Pública, 12, 2023, Brasília. Anais...Brasília.
- Bley JR.C. 1999. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. *Ciência Hoje* 25(148) 24-29.
- Braga, B.; Contrera, R.; Hespanhol, I.; Conejo, J.L.; Mierzwa, J.C.; Barros, M.T.; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Juliano, N.; Eiger, S.; Gallardo, A. Introdução à Engenharia Ambiental. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- Braga, R.A.; Cabral, J.J.; Montenegro, S.M.; Perrier Júnior, G.S. 2002. Conservação dos recursos hídricos em brejos de altitude: o caso de Brejo dos Cavalos, Caruaru, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 6(3) 539-546.
- Britto, F.B.; Vasco, A.N.; Aguiar Netto, A.O.; Garcia, C.A.B.; Moraes, G.F.O.; Silva, M.G. 2018. Surface water quality assessment of the main tributaries in the lower São Francisco River, Sergipe *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 23 e28.
- Bucci, M.H.S.; Oliveira, L.F.C. 2014. Índices de qualidade da água e de estado trófico na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). *Revista Ambiental Água* 9(1) 130-148.
- Bueno, L.F.; Galbiatti, J.A.; Borges, M.J. 2005. Monitoramento de variáveis de qualidade de água no horto Ouro Verde-Conchal-SP. *Engenharia Agrícola* 25(3) 742-748.
- Câmara, F.M.M. 2011. Avaliação da qualidade da água do rio Poti na cidade de Teresina, Piauí. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- Caminha, M.J. 2014. Degradação da qualidade da água do sistema de drenagem de sub-bacias urbanas de Campina Grande-Paraíba. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.
- Carvalho, A.P.; Moraes Neto, J.M.; Lima, V.L.A.; Silva, D.G.K.C. 2011. Determinação espacial e temporal do IQA do açude Soledade em Soledade-Paraíba. *Engenharia Ambiental* 8(2) 138-147.
- Carvalho, A.P.; Moraes Neto, J.M.; Lima, V.U.A.; Sousa, R.F.; Silva, D.G.K.C.E.; Araújo, F.D. 2008. Aspectos qualitativos da água do açude de Bodocongó em Campina Grande-PB. *Engenharia Ambiental* 5(2) 094-109.
- Carvalho, C.F.; Ferreira, A.L.; Stapelfeldt, F. 2004. Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG. *Revista Escola de Minas* 57(3) 165-172.
- Castro Júnior, R.M.; Sobreira, F.G.; Bortoloti, F.D. 2007. Modelagem geoestatística a partir de parâmetros de qualidade da água (IQA-NSF) para a sub-bacia hidrográfica do rio Castelo (ES) usando sistema de informações geográficas. *Revista Brasileira de Cartografia* 59(3) 241-253.
- CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0. Technical Report. In: Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999. Winnipeg. Environment Canada, 2001.
- Cohen, J. 1992. Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science* 1(3) 98-101.
- Costa, F.B.; Ferreira, V. de O. 2015. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. *Revista Eletrônica de Geografia* 7(18) 22-47.
- Costa, F.N.L.; Oliveira, Y.R.; Silva, P.H.; Ferreira, P.M.P.; Pacheco, A.C.L.; Abreu, M.C. 2018. Avaliação da qualidade hídrica de um rio do semiárido piauiense. *Journal of Environmental Analysis and Progress* 3(2) 218-225.
- Coutinho, I.M.C. 2018. Implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas a uma laguna costeira do litoral de Pitimbu, Paraíba, Brasil. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- CPRH. 2021. Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. Procedimentos Metodológicos. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/06proc-metod.pdf>. Acesso em: 08 de dezembro de 2024.
- CPRH. 2024. Agência Estadual de Meio Ambiente, 2024. Relatório de monitoramento da qualidade da água de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2020 e 2022. Recife.
- Cunha, A.C.; Júnior, A.C.P.B.; Coelho, J.G.; Sousa, M.; Flourey, C.; Avelar, S.B. 2006. Estudo numérico do escoamento superficial na Foz do Rio Matapi - Costa Interna Estuarina do Amapá. In: Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, 11, 2006, Curitiba. Anais...Curitiba.
- Damasceno, L.M.O.; Andrade Júnior, A.S.; Dias, N.S.; Franco, J.L.D.; França, Ê.F.S. 2008.

- Qualidade da água do rio Poty para consumo humano, na região de Teresina, PI. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 3(3) 116-130.
- Damasceno, M.C.S.; Ribeiro, H.M.C.; Takiyama, L.R.; Paula, M.T. 2015. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. *Revista Ambiente e Água* 10(3) 598-613.
- Dantas, E.F. 2012. Estudo da quantidade e da qualidade da água do Rio Piancó. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Universidade Federal de Campina Grande. Pombal.
- Dias, T.A. 2018. Avaliação da qualidade da água do trecho do Rio Piancó na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas Açú. 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Falcão, J.C. 2011. Avaliação da autodepuração do Rio Tambay na cidade de Bayeux – Paraíba/Brasil. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Ferreira, L.M.; Ide, C.N. Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-Smith e IQA-Horton, aplicados ao Rio Miranda, MS. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2001.
- Fiuza, A.B.J.Q.; LeHugeur, L.G.O.; Queiroz, B.J. 2010. Análise ambiental do estado de conservação do Baixo Curso do Rio Pacoti – Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar* 43(1) 18-29.
- Fontes, A.R.; Lucas, A.A.T.; Carvalho, M.E.S. 2017. Índice de qualidade da água na microbacia do rio Caiçá, no perímetro urbano de Simão Dias/SE. *Revista de Ciências Ambientais* 11(2) 51-60.
- Francisco, P.R.M.; Sousa, J.H.S. de; Ribeiro, G. do N.; Rodrigues, R.C.M. 2023. Rainwater capture potential and storage in residences of the Paraíba State using Multi-Level B-Spline Interpolation Modeling. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 13(7) 822-833.
- Francisco, P.R.M.; Sousa, J.H.S.; Ribeiro, G.N.; Silva, J.N. 2024. Potencial de captação e armazenamento de água de chuva para segurança hídrica de parte da região continental brasileira utilizando modelagem B-Spline. *Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology* 10(2) 39-49.
- Freire, F.G.C.; Batista, R.O.; Silva, P.C.M.; Costa, S.C.; Oliveira, A.D.F.M. 2013. Indicadores de qualidade da água no rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE, Brasil. *Irriga* 18(4) 700-707.
- Garcia, H.L.; Garcia, C.A.B.; Melo, A.P.S.; Silva, V.L. 2014. Índices de qualidade da água dos reservatórios de Sergipe. In: Safety, Health and Environment World Congress, 14, 2014, Cubatão. Anais...Cubatão.
- Gherardi-Goldstein, E.; Bertoletti, E.; Zagatto, P. A.; Nakahira, S.; Inque, J. 1993. Dispersão de efluentes e os padrões ambientais. *Revista Ambiente* 7(1) 12-17.
- Góis, J.S.; Oliveira, F.H.P.C. 2014. Variação sazonal das cianobactérias como parâmetro para análise da qualidade da água do reservatório Mororó, no município de Pedra/PE. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7(5) 1015-1023.
- Gomes, F.B.M.; Paula, D.P. 2019. Os efeitos da sazonalidade climática e da urbanização na qualidade das águas do rio Acaraú em Sobral (CE). *Caminhos de Geografia* 20(69) 421–436.
- Gondim, J.E.R.G. 2015. Análise exploratória dos diferentes impactos antropogênicos nos estuários de Pernambuco. 108f. Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística). Departamento de Estatística e Informática. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
- GRASS-GIS. Geographic Resource Analysis Support System. 2024. Disponível em: <http://grass.osgeo.org>.
- Gratão, A.L.A. 2023. Distribuição do Fósforo Dissolvido no Sistema Estuarino do Rio Paciência, município de Raposa-Maranhão. 63f. Monografia (Graduação em Oceanografia). Universidade Federal do Maranhão. São Luís.
- Guedes, K.C.P.; Valverde, K.C. 2023. Caracterização da água no canal do Jandiá e canal das Pedrinhas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. *Unifunec Científica Multidisciplinar* 12(14) 1-13.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malhas Territoriais. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 10 de abril de 2024.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: <https://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/16-duvidas/2438--acessar-dados-e-boletins-de-qualidade-das-aguas-em-minas-gerais-temporario>. Acesso em: outubro de 2024.
- INEMA. 2024. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Governo do Estado da Bahia. Rios de Salvador 2023: Diagnóstico da Qualidade Ambiental dos Rios de Salvador e

- Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. 61p. Relatório Técnico Nº 05/2024.
- Jarque, C.M.; Bera, A.K. 1987. A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review* 55 163-172.
- Jerônimo, C.E.M.; Souza, F.R.S. 2013. Determinação do índice de qualidade da água da lagoa de Extremoz-RN: série temporal e correlação a índices pluviométricos. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* 10(10) 2219-2232.
- Jiang, Y.; Zhang, N. 2013. Applications of scattered interpolation with multilevel B-splines to magnetic anomaly data. *Near Surface Geophysics* 11(5) 579- 585.
- Kaya, H.; Hardy, D.J.; Skeel, R.D. 2021. Multilevel summation for periodic electrostatics using B-splines. *Journal Chemical Physics* 154(14) 4105.
- Lavôr, L. F. 2014. Uso e ocupação do solo do baixo curso do Rio Camaratuba-PB e sua influência na qualidade da água do estuário. 59f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Lee, B.G.; Lee, J.J.; Kwon, K.R. 2005. Quasi-interpolants Based Multilevel B-Spline Surface Reconstruction from Scattered Data. In: Gervasi, O. et al. *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2005*. ICCSA 2005. Lecture Notes in Computer Science, v. 3482. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lee, B.G.; Lee, J.J.; Yoo, J. 2005. An efficient scattered data approximation using multilevel B-splines based on quasi-interpolants. In: *International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling*, 5, 2005, Ottawa. *Anais...Ottawa*.
- Lee, S.; Wolberg, G.; Shin, S. 1997. Scattered data interpolation with multilevel bsplines. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 3(3) 228-244.
- Leite, A.P.A. 2009. Levantamento ambiental e pesqueiro dos rios Jaboaão e Pirapama no Estado de Pernambuco, Brasil. 67f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura). Departamento de Pesca e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
- Leite, J.A.P.C. 2018. Aplicação do Índice de Qualidade da Água de Bascarán para aos Rios Gramame, Abiaí e Grajaú na zona costeira sul da Paraíba. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Lilliefors, H.W. 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association* 62(318) 399-402.
- Lima, A.G.; Lourenço, A.M.G. 2021. Potabilidade da água de diferentes fontes de abastecimento na zona rural de Princesa Isabel–PB. *Revista de Agroecologia no Semiárido* 5(3) 16-30.
- Lima, A.G.; Sales, M.C.L. 2018. Índice de qualidade de água em comunidades inseridas em bacias hidrográficas rurais: O caso dos distritos de Jubaia e Cachoeira em Maranguape, Ceará. *Revista da Casa da Geografia de Sobral* 20(2) 51-68.
- Lima, A.N. 2016. Condições ambientais do estuário do Rio Formoso (Tamandaré/Pernambuco/Brasil): biomassa fitoplanctônica e hidrologia. 66f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Lima, L.R. 2017. Qualidade da água utilizada nas escolas e creches do município de Aparecida, sertão paraibano. 53f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Universidade Federal de Campina Grande. Pombal.
- Lima, R.S.; Alves, J.P.H. 2017. Avaliação da qualidade da água dos reservatórios localizados nas bacias hidrográficas dos rios Piauí–Real, utilizando o índice de qualidade da água (IQA). *Scientia Plena* 13(10) e109918.
- Lopes, F.B.; Teixeira, A.S.; Andrade, E.M. de; Aquino, D. do N.; Araújo, L. de F.P. 2008. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. *Revista Ciência Agronômica* 39(3) 392-402.
- Lopes, F.W.A.; Magalhães Jr, A.P. 2010. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 06(2) 134-147.
- Lucena, R.L.; Menezes, M.F.; Sassi, R. 2008. Qualidade da água de reservatórios nas distintas zonas climáticas da Paraíba. *Mercator* 7(14) 87-97.
- Lustosa, R.V. 2020. Qualidade de água para consumo humano em Riacho Frio, Piauí. 38f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado. Instituto Federal Goiano. Urutaí.
- Lyche, T.; Manni, C.; Speleers, H. 2018. Foundations of Spline Theory: B-Splines, Spline Approximation, and Hierarchical Refinement. In: Lyche, T.; Manni, C.; Speleers, H. (eds) *Splines and PDEs: From Approximation Theory to Numerical Linear Algebra*. Mathematics, v.2219. Springer, Cham.

- Machado, C.A.; Faccioli, G.G.; Aguiar Netto, A. de O.; Almeida, C.A.P.; Foppel, E.F.C.; Silva, M.G. 2018. Monitoramento da qualidade da água como ferramenta para gestão ambiental da bacia hidrográfica do rio Siriri Vivo-Sergipe. *Revista Educação Ambiental em Ação* 63.
- Malcher, J.A.S.; Brito, D.C.; Carvalho, T.P.; Santos, J.O.; Penha, E.C.M.; Guedes, J.N.; Cunha, A.C. 2020. Qualidade da água para abastecimento público em municípios com menos de 50 mil habitantes na Amazônia. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais* 11(7) 1-21.
- Marques, E.A.T.; Cardoso, A.S. 2020. Qualidade da água em trecho do eixo leste do projeto de transposição do Rio São Francisco, Brasil. In: Barbosa, F. C. (Eds.). *Meio ambiente e saneamento básico: impactos e desafios no Brasil*. Editora Conhecimento Livre, Piracanjuba. p.21-36.
- Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Paris, Le Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleu. 211p.
- Matta, M.A.S.; Cavalcante, I.N.; Assis, J.F.P.; Melo, C.R.; Martins, J.A.C.; Diniz, C.G.; Vaconcelos, Y.B.; Vanzin, M.M.; Carmona, K.M. 2010. Qualidade das águas tributárias do rio Amapari nas áreas de influência das mineradoras MMX e MPBA no Estado do Amapá. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 16, 2010. Anais.
- Medeiros, S.R.M.; Carvalho, R.G.; Souza, L.; Barbosa, A.H.D.S. 2016. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. *Revista Ambiente & Água* 11(3) 712-730.
- Mendes, L.A.; Schneider, E.H.M. 2015. Avaliação da disponibilidade hídrica sazonal nas bacias dos rios Real, Piauí e Sergipe a partir da regionalização de vazões. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015, Brasília. Anais...Brasília.
- Merten, G.H.; Minella, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, 2002.
- Monteiro, A.F.M.; Yamamoto, A.L.C.; Silva, P.N.; Reboita, M.S. 2021. Conhecer a complexidade do sistema climático para entender as mudanças climáticas. *Terræ Didática* 17 1-12.
- Monteiro, F.H.B.; Santos Júnior, M.S.; Gonçalves, P.P.; Vieira, L.K.N.; Silva Neto, M.C.; Lindoso, T.C.; Guterres, C.E.; Pinheiro, N.C.A. 2020. Análise das causas da desativação do sistema Cururuca de captação superficial em Paço do Lumiar, Maranhão. *Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente* 8(2) 49-62.
- Moon, S.; Ko, K. 2018. A point projection approach for improving the accuracy of the multilevel B-spline approximation. *Journal of Computational Design and Engineering* 5 173-179.
- Nascimento, M.R.R. 2024. Avaliação da qualidade das águas do açude Caraibeiras na cidade de Picuí/PB. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química). Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.
- Noël, L.; Schmidt, M.; Messe, C.; Evans. J.A.; Maute, K. 2020. Adaptive level set topology optimization using hierarchical B-splines. *Structural and Multidisciplinary Optimization* 62 1669-1699.
- Okumura, A.T.R.; Silva, A.G.; Silva, N.R.S.; Lopes, E.R.N.; Bifano, R.B.A.; Quilenato, R.V.Q.V. 2020. Determinação da qualidade da água de um rio tropical sob a perspectiva do uso. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13(4) 1835-1850.
- Okumura, A.T.R.; Silva, A.G.; Silva, N.R.S.; Lopes, E.R.N.; Bifano, R.B.A.; Quilenato, R.V. 2020. Determinação da qualidade da água de um rio tropical sob a perspectiva do uso. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13(4) 1835-1850.
- Oliveira Filho, J.C.C. 2022. Qualidade da água da Lagoa do Parque Sólton de Lucena. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial). Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- Oliveira, A.S.; Santos, D.C.; Oliveira, E.N.A.; Brito, J.G.; Silva, J.W.L. 2012. Qualidade da água para consumo humano distribuída pelo sistema de abastecimento público em Guarabira, PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 7(2) 199-205.
- Oliveira, C.R. 2014. Qualidade da água e conservação de nascentes em assentamento rural na mata pernambucana. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Oliveira, S.S.O.; Cunha, A.C. 2014. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. *Revista Ambiente e Água* 9(2) 262-275.
- Osorio, D.S.Á.; León, J.C.M.; Contreras, A.C. 2011. Bathymetric digital models generated by interpolation methods IDW, Kriging, Shepard and B-Spline in the archipelago of Rosario islands. *Revista Geomática* 5 3-14.
- Otsuka, A.Y.; Feitosa, F.A.N.; Montes, M.D.J.F.; Silva, M.H.; Travassos, R.K. 2014. Condições

- ambientais do estuário do rio botafogo (Itamaracá-Pernambuco-Brasil): clorofila a e algumas variáveis ambientais. *Tropical Oceanography* 42(3) 111-127.
- Palácio, H.A.Q. 2004. Índice de qualidade das águas na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu, Ceará. 96f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- Pearson, K. 1892. *The grammar of science*. London, J. M. Dent and Company.
- Pereira, I.F.M. 2017. Genotoxicidade como parâmetro de monitoramento ambiental do Rio São Francisco no Polo Petrolina (PE)/Juazeiro (BA). 88f. Dissertação (Mestrado em Genética). Centro de Biociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Peres, J.M. 2012. Avaliação da qualidade da água do rio São Francisco nos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
- Pinto Filho, J.L.O.; Santos, E.G.; Souza, M.J.J.B. 2012. Proposta de índice de qualidade de água para a Lagoa do Apodi, RN, Brasil. *Holos* 28(2) 69-76.
- QGIS. Development Team. 2022. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.
- Reboita, M.S.; Ambrizzi, T. 2022. Climate system in a nutshell: An overview for understanding Climate change. *International Journal of Development Research* 12 e53365-53378.
- Reboita, M.S.; Gan, M.A.; Rocha, R.P.; Ambrizzi, T. 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia* 25 185-204.
- Rego, E.L. 2014. Avaliação de parâmetros geoquímicos na bacia hidrográfica do Rio de Ondas, região oeste da Bahia. 114f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas. Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Brasília.
- Ribeiro, R.V. 2020. Evolução espaço-temporal na qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca–Pernambuco, Brasil. 83f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Rocha, I.L. 2019. Qualidade ambiental das nascentes do Rio Paraim, Extremo Sul do Piauí. 44f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado. Instituto Federal Goiano. Urutaí.
- Rocha, J.L.S.; Rego, N.A.C.; Santos, J.W.B.; Oliveira, R.M.; Menezes, M. 2010. Indicador integrado de qualidade ambiental aplicado à gestão da bacia hidrográfica do rio Jiquiriçá, BA, Brasil. *Revista Ambiente & Água* 5(1) 89-101.
- Rocha, M.H.F.F.; Marques, R.P.V.; Gonçalves Júnior, D.E.; Soares, K.J.; Oliveira, A. S.; Santos, C.D.S. 2021. Avaliação do Índice de Qualidade das águas e da contaminação por tóxicos do Ribeirão do Carmo em Monsenhor Horta, distrito de Mariana–MG. *Research, Society and Development* 10(10) e110101018680.
- RSTUDIO. 2023. Posit Software. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>.
- SAGA. System for Automated Geoscientific Analyses. 2024. Disponível em: <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.
- Sánchez, E.; Colmenarejo, M.F.; Vicente, J.; Rubio, A.; García, M.G., Travieso, L.; Borja, R. 2007. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *Ecological Indicators* 7(2) 315-328.
- Santiago, B.E.C.; Jesus, T.D.; Santos, L.D.O. dos. 2016. Avaliação da qualidade da água no perímetro urbano de Riachão do Jacuípe, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 9(4) 1058-1071.
- Santo, A.A.E.; Pinto, M.C.S. 2023. Avaliação do índice de qualidade das águas no bairro Marilândia, Laranjal do Jari, Amapá. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá. Laranjal do Jari.
- Santos, A.G. 2023. Análise da qualidade da água no bairro Castanheira, Laranjal do Jari, Amapá. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto Federal do Amapá. Laranjal do Jari.
- Santos, E.H.M.; Griebeler, N.P.; Oliveira, L.F.C. 2010. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental* 14(8) 826-834.
- Santos, K.P.; Florencio, L. 2001. Aplicação de modelo simplificado para avaliação do estado trófico no reservatório de Duas Unas, Pernambuco-Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21, 2001.
- Santos, R.M.S. 2020. Avaliação da qualidade de água e presença de compostos emergentes em rios no semiárido pernambucano. 181f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e

- Ambiental). Centro Acadêmico do Agreste. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru.
- Santos, V.J.; Oliveira, F.B.S.; Palmeira, E.S. 2016. Contribuição individual dos parâmetros do índice de qualidade da água– IQA do rio Cachoeira, região sul da Bahia. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais* 4(2) 252-259.
- Santos, V.C.L.P.; Alves, M.P.; Sousa, S.J.C.; Rocha, I.L. 2023. Avaliação de qualidade da água da nascente Jia, no Rio Paraim, Corrente/PI. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 14, 2023, Natal. Anais...Natal.
- SEMARH. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/tempo-e-clima/analises-tecnicas/precipitacao-mensal>. Acesso em: outubro 2024.
- Shapiro, A.S.S.; Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52(3-4) 591-611.
- Silva, A.P.L.; Alves, G.N.; Nascimento, A.M.A.; Santos, Á. 2019. Parâmetros de qualidade de água em nascentes no município de Olho D'Água do Casado, Semiárido Alagoano. *Revista Brasileira de Geografia Física* 12(6) 2271-2284.
- Silva, A.R.S.; Machado, A.; Barbosa, S.A.; Santos, L.O.; Santos, M.N. 2018. Avaliação da qualidade da água do rio Pitanga, São Cristóvão/SE. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente* 6(3) 63–74.
- Silva, B.R.B. 2019. Avaliação da genotoxicidade como parâmetro de monitoramento ambiental do rio Ipojuca–Caruaru (PE). 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Centro de Biociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Silva, E.M. 2017. Avaliação da qualidade da água através de parâmetros físico química da água bruta e pós tratamento do açude de Sumé. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Biosistemas). Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Universidade Federal de Campina Grande. Sumé.
- Silva, G.S.; Santos, E.A.; Corrêa, L.B.; Marques, A.L.B.; Marques, E.P.; Sousa, E.R.; Silva, G.S. 2014. Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA). *Engenharia Sanitária e Ambiental* 19 245-250.
- Silva, I.S.; Alves, R.F.; Assis, D.A.S.; Figueiredo, L.M.; Oliveira, M.M.V. 2023. Avaliação da qualidade de água da bacia hidrográfica do rio Japarutuba. In: Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, 15, 2023, Sergipe. Anais...Sergipe.
- Silva, J.B. 2015. Estudo da situação atual da qualidade da água do açude de São Gonçalo – PB. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia). Centro de Formação de Professores. Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras.
- Silva, L.A.; Souza, L.R.; Cunha, A.C. 2014. Análise da qualidade da água na Bacia do Rio Igarapé da Fortaleza – Amapá. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 20, 2014, Florianópolis. Anais...Florianópolis.
- Silva, M.D.; Silva, M.D.; Dantas Neto, J. 2014. Avaliação preliminar da presença de metais traço, nas águas do Riacho Mussuré e o Córrego de Mumbaba–João Pessoa–PB. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7(4) 668-677.
- Silva, M.L.P. 2016. Qualidade da água do Córrego Mumbaba e consequências sobre a saúde da população ribeirinha - João Pessoa-PB. 167f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.
- Silva, M.L.P.; Silva, M.C.B.C.; Neto, J.D. 2014. Análise físico-química da água do Córrego Mumbaba e do Riacho Mussuré-João Pessoa/PB. *Polêm!ca* 13(4) 1522-1531.
- Silva, M.R.; Silva, L.V.; Barreto, L.N.C.; Rodrigues, E.H.C.; Miranda, R.C.M.; Bezerra, D.S.; Pereira, D.C.A. 2017. Qualidade da água da bacia do rio Pindaré, nos trechos correspondentes aos municípios de Pindaré-Mirim, Tufilândia e Alto Alegre no Estado do Maranhão. *Águas Subterrâneas* 31(4) 347-354.
- Silva, R.R.; Santos, J.C.V.; Silva, Y.A.; Paiva, S.C.; Sarubbo, L.A.; Luna, J. M. 2021. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água de um trecho do Rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil. *Brazilian Journal of Development* 7(6) 62847-62866.
- Silveira, A.M. 2014. Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Sergipe usando análises multivariadas de dados. 121f. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão.
- Silveira, H.T.; Garcia, C.A.B.; Santos, J.K.P.; Pires, R.A.S.; Silva, L.C.S.; Costa, S.S.L.; Garcia, H.L.; Monteiro, A.S.C. 2022. Aplicação de índices de qualidade da água para avaliação da barragem Jaime Umbelino de Souza, Sergipe, Brasil. *Research, Society and Development* 11(17) e66111738941.

- SMAMA. Secretaria de Meio Ambiente do Maranhão. Relatório de Monitoramento da qualidade da Água. Programa QualiÁgua. São Luís, 2017; 2019; 20; 2023; 2024.
- SNIRH. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: outubro de 2024.
- Sousa, C.R.N.A.; Matias, A.O.; Santos Filho, F.C.; Sarmiento, R.G.; Gomes, M.F.C.; Costa, M.F. 2019. Análise da qualidade da água de três propriedades rurais do município de Floriano, Piauí. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 9(2) 17-23.
- Souza, A.S.; Santos Filho, R.F.. 2024. Determinação de parâmetros físico-químicos para a avaliação da barragem de Cristalândia, Distrito de Brumado-BA. *Cadernos Macambira* 9(3) 134-138.
- Souza, A.D.G. 2002. Diagnóstico ambiental integrado e subsídios ao estabelecimento de metas de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jaboatão (PE). 174f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.
- Souza, A.M.S.; Souza, A.M.S.; Carvalho, R.S.; Santos, H.B.; Machado, C.A.; Dantas, I.L.A.; Faccioli, G.G. 2015. Qualidade da água DESO e água residuária proveniente do sistema de lagoas de estabilização. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 9(1) 24-31.
- Souza, E.S.; Cruz, M.J.M. 2014. Avaliação dos parâmetros físico-químicos das Lagoas Costeiras do Parque das Dunas, Salvador-BA. In: *Safety, Health and Environment World Congress*, 14, 2014, Cubatão. Anais...Cubatão.
- Souza, F.B.; Jesus, R.N.; Amaral, M.F.N.; Silva, T.M.; Valente, T.A.P. 2022. Parâmetros físico-químicos e clorofila no rio Jiquiriçá, Bahia, Brasil: condutividade elétrica oito mil vezes acima do esperado. *Brazilian Journal of Development* 8(9) 60868-60885.
- Takiyama, L.R.; Silva, A.Q.; Costa, W.J.P.; Nascimento, H.S. 2003. Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú–Amapá. In: Takiyama, L.R.; Silva, A.Q. da. (Orgs.). *Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú*, Macapá-AP. CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, p.81-104.
- Teles, I.B.; Florentino, L.A.; Ramirio, L.D.; Brunini, R.G.; Pereira, W.R. 2022. Análise da qualidade das águas do rio Mogi-Guaçu por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Research, Society and Development* 11(11) e73111133285.
- Vasco, A.N.; Britto, F.B.; Pereira, A.P.S.; Mélo Júnior, A.V.; Garcia, C.A.B.; Nogueira, L.C. 2011. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. *Ambiente & Água* 6(1) 118-130.
- Vasco, A.N.; Ribeiro, D.O.; Santos, A.C.A.S.; Mello Júnior, A.V.; Tavares, E.D.; Nogueira, L.C. 2010. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. *Scientia Plena* 6(10) e102401.
- Von Sperling, M. 1995. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. v.1. SEGRAC, Minas Gerais.
- Von Sperling, M. 2005. Princípios do tratamento biológico das águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Von Sperling, M. 2007. Estudo e modelagem da qualidade da água de rios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG (DESA). Belo Horizonte. 588p.