

## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO ANIL NA CIDADE DE SÃO LUÍS-MA

Thiago O. Araújo <sup>1</sup>; Thiago De. M. Chaves <sup>2</sup>; Raquel T. Fernandes <sup>3</sup>; Alamgir Khan <sup>4</sup>.

<sup>1</sup> thiagoaraujo012005@gmail.com

<sup>2</sup> thiagokairos99@gmail.com

<sup>3</sup> raquelfernades@professor.uema

<sup>4</sup> alamgir@cecen.uema.br

**Palavras-Chave:** águas, coliformes, consumo

### Introdução

Muitos possuem o conhecimento de que o ambiente terrestre está sendo degradado. Os seres humanos buscam a cada dia se beneficiar com os recursos ambientais disponíveis e fecham os olhos para os efeitos causados. A progressão populacional trouxe variadas mudanças a natureza, dentre elas, pode-se citar: as ocupações de espaços inadequados para moradias sem infraestrutura que ocasionam grandes acidentes prejudiciais aos moradores e degradação do ambiente. Destaca-se, que entre os anos 1985 a 2020 esse aumento ocorreu de forma exponencial em áreas próximas a corpos hídricos, podendo afetar assim o curso dos mesmos (Junior et al,2020).

As águas de rios que possuem interferências do homem são drasticamente afetadas fazendo com que essas águas se tornem um local para o lançamento de esgotos (Moura; Assumpção; Bischooff, 2021) perdendo a qualidade e tornando-se inadequadas para o consumo. Além disso, conforme Guedes e Valverde (2021) a população que reside próximo a rios sofre incontáveis prejuízos com as inundações causadas pela chuva. Também vale ressaltar que “a escassez de recursos hídricos gera instabilidade agropecuária, insegurança de produção, de abastecimento de água potável, de saneamento básico, de saúde pública” (Tundisi et al., 2014). Sendo evidentemente a utilização da água dos corpos hídricos fundamental para os seres vivos

Para assegurar os consumidores de que a água é segura para o lazer, consumo e uso doméstico, existem leis que explicam os devidos parâmetros e atribuições para cada tipo de água, sejam elas superficiais ou subterrâneas e suas devidas finalidades, dentre essas legislações, ressalta-se a resolução CONAMA nº 357/2005 que sua utilidade é por padrões para classificar as águas doces e salinas em classes, cada uma possuindo especificações. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados de um rio devem se enquadrar em uma das classes contidas na CONAMA para assim classificá-lo, tendo em vista que isso interfere na saúde dos consumidores (CONAMA, 2005)

Na cidade de São Luís-MA, tem-se o rio Anil, localizado ao noroeste da ilha, considerado um corpo hídrico importante com uma extensão de 13,8 km, sendo utilizado para pesca e como fonte de renda (Martins; Lopes, 2009). Este rio possuía duas nascentes, atualmente existe apenas uma localizada no bairro Aurora, os fatores que levaram para a degradação do percurso

e a qualidade da água se deram pelo aumento populacional e a urbanização, sendo o escoamento de esgotos um forte efeito observado (Barros et al, 2023). Dessa forma, se faz necessário analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos deste rio, pois segundo (Silva et al, 2014) a poluição por meio de esgotos pode afetar gravemente a vida aquática. Continuamente também serve para entender como está a qualidade da água e os impactos que ocorrem no corpo hídrico (Parron; Muniz; Perreira, 2011).

Sendo assim, com essa necessidade de compreender como está a qualidade da água do Rio Anil, para que seu uso não cause males aos consumidores, o presente estudo objetivou-se em realizar a análise físico-química e microbiológica da água do rio Anil da cidade de São Luís-MA, pretendendo analisar as condições de potabilidade da água.

### Material e Métodos

Primeiramente fez-se uma revisão bibliográfica sobre trabalhos publicados em plataformas digitais para assim compreender os aspectos do rio, coletar informações e discutir os resultados, buscou-se também entender as legislações vigentes que regem as águas para comparar os resultados.

Este estudo foi realizado com amostras coletadas do Rio Anil, localizado no município de São Luís - MA, sendo coletadas no mês de fevereiro de 2024 no turno vespertino nos bairros aurora e cruzeiro do anil, os locais de coleta decorreram da nascente (ponto 1) e adjacências ao longo do rio (ponto 2 e 3). As amostras foram armazenadas em recipiente estéril de 500 mL, sendo acondicionadas em caixa térmica para posterior análise em laboratório.

Realizou-se no laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA as análises físico-químicas e microbiológicas. As análises microbiológicas se deram pela presença e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli*. Ressalta-se que, a finalidade da sondagem microbiológica da água é mostrar a potabilidade e se há riscos aos consumidores, em outras palavras isto se refere aos riscos de ingerir micro-organismos criadores de doenças, normalmente vindos da contaminação pelas fezes de humanos e outros animais de sangue quente (Brasil, 2013)

Utilizou-se o método de quantificação do Número Mais Provável (NMP) de coli. totais e *E coli*, um sistema de meio cromogênico enzimático (Colilert, Idexx, USA) por meio da utilização de substratos definidos (AOAC, 2003). De cada amostra colhida foi utilizado 10 mL com diluição em 90 mL de água destilada esterilizada e vertido em frascos esterilizados contendo o substrato. Em seguida, a solução foi distribuída em cartelas Quanti-Tray, foram seladas e levadas em estufa a  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , por 24 horas.

A confirmação da presença de coliformes totais se deu pela alteração de cor da amostra de água incolor para amarela. Enquanto a confirmação de *E.coli*, por emissão da fluorescência azul da amostra em exposição à luz ultravioleta no comprimento de onda de 365nm (IDEX Laboratories, Inc). Os resultados obtidos, estão expressos em NMP/100mL da amostra sob análise, após convenção pelo fator de diluição, seguida da interpretação da tabela de convenção própria.

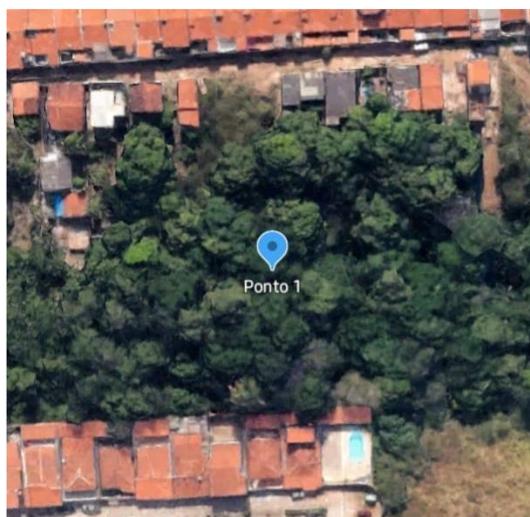
Para a análise físico-química utilizou-se a metodologia expressa pela FUNASA (2013) e obteve a análise em triplicata dos parâmetros de: alcalinidade total, dureza total, cloretos, pH, ferro, sólidos totais dissolvidos (TDS), condutividade, turbidez, nitrato e nitrito. Utilizou-se titulometria para determinar a alcalinidade total, dureza total e cloretos. A medição do pH, ferro, condutividade, TDS e turbidez foi realizada com auxílio de aparelhos e. as análises de nitrato e nitrito foram feitas por colorimetria.

## Resultados e Discussão

As águas doces podem ser classificadas em classes de acordo com a legislação vigente que define os parâmetros e as especificações para cada classe, essas especificações irão condicionar uma água para a classe em que ela se enquadra, com isto foi considerado o Rio Anil como sendo um rio de classe II para comparar os resultados deste estudo com os valores máximos permitidos pela legislação CONAMA nº 357/2005

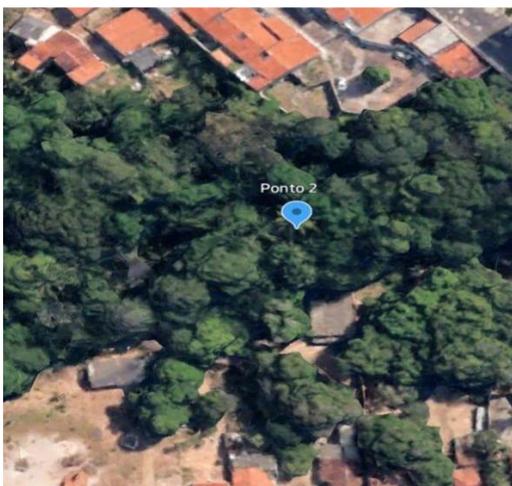
Ainda acerca da localização dos pontos de coleta das análises microbiológicas, o ponto 1 (P1) está localizado ao fundo das residências na Av. Frei Hermenegildo com coordenadas -2°55'19'19"S, 44.22'81'11" W; o ponto 2 (P2) também está localizado na Av. Frei Hermenegildo com coordenadas -2°55'09'43.0"S, -44.22'98'99"W; e o ponto 3 (P3), localizado na avenida São Sebastião, com coordenadas -2°54'63'66"S, 44°23'55'27"W, registrados através do google maps.

Figura 1- Ponto de coleta 1



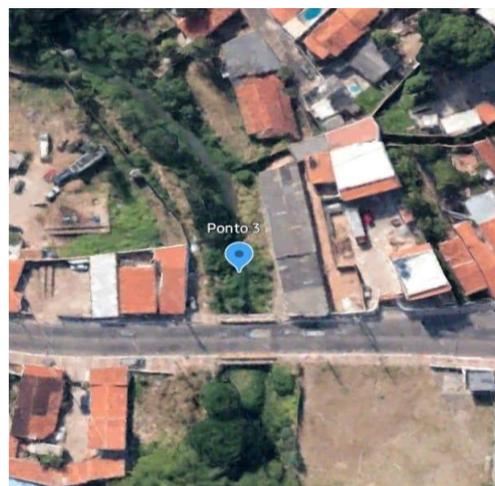
Fonte: Google Earth, 2024

Figura 2-Ponto de coleta 2



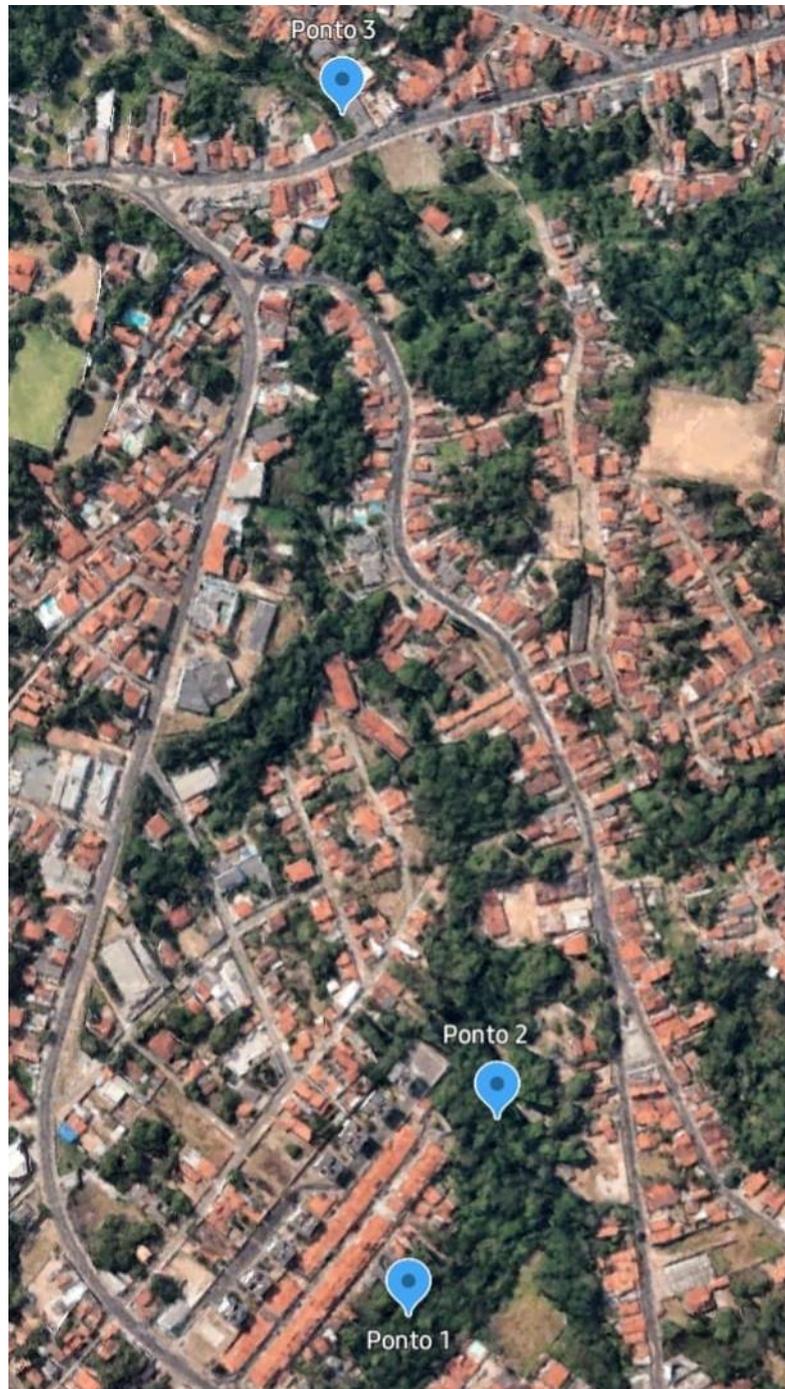
Fonte: Google Earth,2024

Figura 3-Ponto de coleta 3



Fonte: Google Earth,2024

Figura 4 - Local das três coletas



Fonte: Google Earth, 2024

Na bacia do rio Anil, observa-se um intenso processo de urbanização, com cerca de 65,2% de sua superfície terrestre já urbanizada (Alcântara, 2004). Esse cenário, característico de áreas urbanas, é resultado do crescimento populacional desordenado e da ocupação cada vez maior das áreas mais baixas, onde se encontram os manguezais e as várzeas (Fonseca, 2008).

Na tabela 1 abaixo tem-se os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas feitas em laboratório, suas respectivas unidades de medida e os valores máximos permitidos pela legislação.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas

<i>Parâmetros</i>	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Unidade de medida	VMP*
<i>Dureza total</i>	106,7	80,0	93,0	Mg/L	NE**
<i>Alcalinidade total</i>	70	46	58	Mg/L(CaCO <sub>3</sub> )	NE**
<i>Cloretos</i>	199,94	264,92	404,87	Mg/L Cl	250
<i>pH</i>	6,65	6,58	6,52	----	6 à 9
<i>Ferro</i>	0,80	0,85	1,16	Mg/ L	0,3
<i>TDS</i>	1,4	1,4	1,4	Mg/L	500
<i>Condutividade</i>	2,87	2,79	2,88	µS/cm	NE**
<i>Turbidez</i>	36,9	28,6	23,7	UNT	100
<i>Nitrato</i>	0,443	1,771	2,214	Mg/L	10
<i>Nitrito</i>	0,2	0,3	0,3	Mg/L	1,0
<i>Coliformes totais</i>	>24,196	>24,196	>24,196	NMP/100 mL	1000
<i>Escherichia coli</i>	315	484	485	NMP/100 mL	1000

\*Valor máximo permitido

\*\*Não estabelece

A dureza total representa a soma da presença de sais na forma de cálcios e magnésios contidos na água, sendo estes dados de forma natural ou por interferência da ação do homem (Guedes e Valverde, 2023). A Conama não estabelece um valor para a dureza total da água, no entanto, pode-se classificar uma água seguindo as determinações da Organização Mundial de Saúde, uma água muito dura possui uma concentração de carbonato de cálcio acima de 180 mg/L; dura com concentração entre 120 e 180 mg/L, moderadamente dura entre 60 e 120 mg/L e macia quando possui concentrações menores que 60 mg/L. Sendo assim, a dureza da água desse estudo dos três pontos de coleta é considerada moderadamente dura.

A alcalinidade total pode ser constatada na água de forma natural devido a decomposição de rochas ou pelo despejo de esgotos ela é importante para a redução da dureza e está relacionada com a coagulação, destaca-se que em águas que possuem pH entre 4 e 8,4 há a presença de bicarbonatos, o que pode ser observado nos valores obtidos (Von Sperling, 1996). Vale ressaltar que a legislação não cita um valor permitido de alcalinidade

Nos trabalhos de Brito *et al* (2024) realizados com amostras de água do rio Coruripe-AL o autor relata que a média de alcalinidade em rios varia de 20 a 200 mg/L, em seu trabalho alguns valores obtidos foram menores que 10 mg/L onde ele explica que esses valores estão diretamente ligados a ação do homem e influenciam na capacidade da água de neutralizar um ácido e na facilidade de mudança pH. Os valores de alcalinidade deste estudo estão dentro da média citada anteriormente e os valores de pH estão de acordo com a legislação, no entanto, ambos sofreram variações nos três pontos de coleta devido ao despejo de esgotos no rio.

Para os valores de cloretos a legislação permite 250 mg/L de cloreto. Ressalta-se que valores altos para esse parâmetro provocam um efeito laxativo e podem atribuir um sabor salgado à água (Brasil, 2013). Dos três pontos de coleta analisados apenas o ponto 1 se manteve abaixo do valor permitido, os resultados dos pontos 2 e 3 excederam o valor permitido, indicando assim que a água nesses pontos está em desacordo com o parâmetro mencionado podendo ser prejudicial à saúde se consumida.

Os resultados para a análise de ferro nos três pontos de coleta também estão bem acima do valor permitido pela legislação que é de 0,3 mg/L, podendo esse parâmetro ser relacionado aos resultados de sólidos totais dissolvidos e condutividade, pois alguns autores destacam que isso se associa a íons presentes na água de maneira natural ou pela ação antrópica causada em um corpo hídrico (Chagas, 2015; Gasparotto, 2011; Freddo Filho, 2018; Lima *et al*, 2017; Motovani 2021).

De acordo com Oliveira e da Cunha (2014), as determinações de parâmetros físicos da água são de grande importância, pois altos valores destes podem ser facilmente identificados nos sentidos do homem. O parâmetro de turbidez indica a presença de partículas pequenas que afetam a passagem de luz na água (Chagas, 2015). Nesta pesquisa os resultados de turbidez se encontram dentro do valor permitido pela legislação o que Kraemer *et al* (2020) também observou em seus estudos feitos no rio Raiz-RS. Altos valores para turbidez são explicados quando há períodos de grandes chuvas o que não foi constatado neste estudo pois as coletas foram realizadas antes do período de chuva intensa.

Obteve-se também as concentrações de nitrato encontradas nos três pontos de coleta estando todas de acordo com a legislação. Havendo apenas um aumento nos pontos 2 e 3, visto que são pontos distantes da nascente e que sofrem com a interferência humana. Vale apontar, que a detecção deste parâmetro na água é tomada como um sinal de matéria orgânica. No entanto, um excesso de nitrato pode desencadear a metahemoglobinemia, uma condição em que a pele e as mucosas adquirem uma tonalidade azulada devido à alteração nos glóbulos vermelhos do sangue, podendo afetar tanto bebês recém-nascidos quanto adultos com uma deficiência enzimática específica. (Baird, 2002; Di Bernado, 2005; EMBRATEL, 1983; Von Sperling, 2005).

Para os resultados de nitrito os valores ficaram abaixo do permitido e houve também um aumento nos pontos 2 e 3. Sobre isso, Esteves (1998) cita a presença de nitritos na água como sendo um resultado da poluição orgânica, isto é perceptível neste estudo, pois próximo aos pontos 2 e 3 possuem despejo frequente de resíduos domésticos.

As análises microbiológicas indicam o fator de contaminação por bactérias sendo lançadas por meio de dejetos em um rio, mostrando assim um forte efeito da ação antrópica. Os resultados para as análises microbiológicas determinaram a presença e a quantidade de coliformes totais e termotolerantes. O grupo coliforme é composto por bactérias que habitam o trato intestinal de animais de sangue quente, sendo os gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* os mais recorrentes em águas, a *escherichia coli* entra na nomenclatura de termotolerantes e é analisada separadamente por ser uma forte indicação de contaminação fecal (Brasília, 2006). Para as águas doces definidas como classe II o limite permitido é de 1000 NMP em 100 mL da amostra para coliformes totais e termotolerantes (Conama, 2005).

Para coliformes totais nos três pontos analisados obteve-se positividade com um número de coliformes totais maior que 24.196 NMP/ 100 mL. Os resultados para *E.coli* nos pontos analisados estão abaixo do valor permitido que é de 1000 NM/ 100 mL. Ao longo dos três pontos houve aumentos nas quantificações, a nascente P1 mostrou um valor menor que os pontos 2 e 3, isso era o esperado, pois na nascente tem-se uma menor influência da ação antrópica se comparado com os outros pontos, o acréscimo dos valores nos pontos 1 e 2 pode ser explicado pela recepção direta de tubulações de esgotos domésticos próximo a esses pontos. É válido salientar que o esgotamento sanitário deficiente e a coleta inadequada de lixo nas áreas urbanas têm um impacto direto na qualidade da água, sendo o lançamento por efluentes domésticos e industriais as principais fontes de contaminação dos rios (Conceição *et al.*, 2020; Namugize, 2018).

Ferreira (2014) aponta que esta fase se caracteriza pelo aumento do número de habitantes na Ilha do Maranhão, visto a oferta de bens e serviços, e melhores equipamentos urbanos. A partir deste cenário, o risco de acidentes é ampliado, devido à ocupação de áreas impróprias, contaminação de águas superficiais, subterrâneas e do solo, o que aumenta o perigo de deslizamentos, inundações entre outros. O alto curso do Anil devido às ocupações irregulares, assentadas em áreas de planície de inundação, onde as nascentes do Anil foram em sua maioria aterradas, tanto para a construção de vias de transporte urbano, quanto para áreas residenciais, grande parte advinda de ocupações irregulares, empurradas para estas áreas devido à grande demanda habitacional impulsionada na época pelos grandes investimentos trazidos, sobretudo para a capital.

## Conclusões

Os resultados demonstram que as águas do Rio Anil vêm sofrendo contaminação ambiental, oriunda do descarte constante de dejetos lançados por esgotos ao longo do rio. A partir do levantamento bibliográfico tornou-se claro como a intervenção da população está ocorrendo neste rio, mudando seu curso e afetando as nascentes transformando-o em um receptor de resíduos industriais e domésticos.

A verificação dos parâmetros físico-químicos trouxe alguns resultados que podem afetar a qualidade da água, dentre eles está o parâmetro de cloretos que está acima do permitido pela legislação que acarreta a um processo de tratamento de água para poder consumi-la.

Também se notou que as análises microbiológicas trouxeram resultados positivos para bactérias que determinam contaminação de origem fecal na água do Rio Anil mostrando assim que a ação antrópica é um fator prejudicial para a qualidade da água. Assim, com esses resultados acreditamos que esta pesquisa servirá futuramente de referência para outros trabalhos que abordam esse tema de grande relevância para todos nós seres humanos que necessitamos de um meio ambiente equilibrado

Uma solução para diminuir a poluição no Rio Anil envolve uma abordagem multifacetada e colaborativa, que aborde tanto fontes pontuais quanto difusas de poluição. Algumas medidas que podem ser consideradas incluem: tratamento de Efluentes: Implementação de sistemas de tratamento de esgoto eficazes para reduzir a carga de poluentes

despejados no rio; Educação Ambiental: Programas educacionais para conscientizar a população local sobre os impactos da poluição e incentivar práticas sustentáveis de descarte de resíduos; Monitoramento da Qualidade da Água: Estabelecimento de programas de monitoramento contínuo da qualidade da água para identificar fontes de poluição e avaliar a eficácia das medidas de mitigação; Engajamento Comunitário: Incentivo à participação da comunidade local na gestão e conservação do Rio Anil, promovendo a responsabilidade compartilhada pela preservação do recurso hídrico. Essas medidas devem ser implementadas de forma integrada, com o envolvimento de governos, setor privado, organizações não governamentais e a comunidade local, visando garantir uma abordagem abrangente e sustentável para a redução da poluição no Rio Anil

### Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora: Profa. Dra. Raquel Trindade Fernandes por apoiar seus alunos na pesquisa e ajudá-los a crescer profissionalmente. Aos amigos do grupo de pesquisa e a minha família

### Referências

- ALCÂNTARA, E. H. Mudanças climáticas, incertezas hidrológicas e vazão fluvial: o caso do estuário rio Anil. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v. 8, n. 12, p. 158-173, jun. 2004.
- AOAC INTERNATIONAL Official Methods of Analysis of 19th Ed. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method, 2008
- Baird, Química Ambiental. Tradução de Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carera. 2.ed, Porto Alegre, Colin Bookman, 2002
- Barros, C. et al. Rio anil esgotado: São Luís: EDUFMA, 2023
- BRASIL. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/507/Manual%20pr%C3%A1tico>
- Chagas, D S. Relação entre concentração de sólidos suspensos e turbidez da água medida com sensor de retro espalhamento óptico; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015
- Conceição, M. M. M. D., Souza, R. R. N., Silva, A. C. S., Machado, N. I. G., Carneiro, C. C. A., Guedes, F. L., Silva, M. O., Lima, A. C. S., Taves, L. S., Souza, G. B., Martins, I. V. M., Ribeiro, T. S., Silva, M. P., Silva, A. S. F. A lógica fuzzy no estudo da qualidade da água do rio uraim paragoninas- PA. **Brazilian Journal of Development**, 6(6), 38575–38588. <https://doi.org/10.34117/bjdv6>
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério da Saúde. 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, Brasília, DF, 18 mar. 2005.p.58. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0357-170305.PDF>.
- Di Bernardo, L. D, A D.B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água, São Carlos, Ed. Rima, 2005.
- EMBRATEL. Empresa Brasileira de Telecomunicações, Guia de Águas. Divisão de Benefícios. - Medicina do Trabalho, São Paulo, 1983
- Esteves. Fundamentos de Limnoquímica, Rio de Janeiro, Editora Interciência. 1988.
- FONSECA, V. M. S. Cenários de comprometimento da qualidade dos recursos hídricos na bacia do rio Anil, a partir da drenagem superficial, São Luís-MA. 2008. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Aquáticas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.
- Gasparoto, F. A. Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. (Dissertação) Mestrado em Ciências – Área: Biologia na Agricultura e no Ambiente, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2011.

Guedes, K.C.P; Valverde, K.C. Caracterização da água no canal do jandiá e canal das pedrinhas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. Unifunec. 14 Jul 2023: <https://doi.org/10.24980/ucm.v12i14.5981>.

Junior, E. *et al.* Análise da ocupação urbana em torno de corpos hídricos no Brasil. Brasil MapBiomass. 04 Ago 2020 disponível em: <https://encurtador.com.br/euHUY>

Kraemer, et al, Analise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do rio Raiz, condor/RS. **In: XXVIII Seminário de Iniciação Científica, 28º, 2020**, Santa rosa, Panambi, Três passos. ,2020 1-5

Melo, J. G.; Brito, L. M. ; Santos, E. C. L. .; Silva, A. L. dos S. ; López, A. M. Q.; Silva, A. C. C. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURUPE, ALAGOAS-BRASIL. **Interfaces Científicas - Saúde E Ambiente**, 9(3), 53–67. ,2024 disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/11812>

Montovani, Carla. Condutividade elétrica e cloretos como indicador da qualidade de águas .2021. 99. Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2021.

Moura, A.C; Assumpção, R.A.B; Bischoff, J. Monitoramento Físico-químico e microbiológico da água do rio cascavel durante o período de 2003 a 2006. **SciELO Brasil**. 28 Mai 2021. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p0172009>.

Martins, A.L.P; Lopes, M.J.S. Caracterização da população ribeirinha do estuário do rio anil (SL-MA), com base em aspectos sociais, econômicos e ambientais. Jan 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/292768871>

Namugize J. N.; Jewitt. G; Graham, M. Effects of land use and land cover changes on water quality in the umngeni river catchment, south africa. **Physics and Chemistry of the Earth**, 105, 247–264. 2018 <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.03.013>

Oliveira, B.S. S; Da Cunha A.C. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. 2014. <https://doi.org/10.4136/ambiagua>.

Parron, L; Muniz, D ;Perreira, C. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água : Emprapa Florestas, 2011

Silva, G.S. *et al.* Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA). Set 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019000000438>

Tundisi J. G. Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

Von Sperling, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed., Belo Horizonte, Ed. DESA, 2005.