

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ANIL NA CIDADE DE SÃO LUÍS-MA

Thiago Oliveira Araújo

Graduando em Química Licenciatura

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço Institucional: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: thiagoaraujo012005@gmail.com

Terezinha de Jesus Silva Oliveira

Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profª Água

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço Institucional: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: terezinhaoliveira1794@gmail.com

Thiago de Moraes Chaves

Graduando do Curso de Química Licenciatura – UEMA

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: thiagokairos99@gmail.com

Alamgir Khan

Doutor em Ciências – Instituto de Química – UNICAMP

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: alamgir@cecen.uema.br

Raquel Maria Trindade Fernandes

Doutora em Ciências – Instituto de Química – UNICAMP

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: raquelfernandes@professor.uema.br

RESUMO

A expansão populacional e a ocupação desordenada de áreas próximas aos corpos hídricos têm contribuído para a degradação da qualidade da água, principalmente em regiões submetidas ao lançamento de esgotos domésticos e resíduos sólidos. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água do rio Anil, localizado em São Luís, Maranhão. Foram coletadas amostras em oito pontos do rio, abrangendo desde a nascente até a foz, em agosto de 2024. Foram realizadas análises físico-químicas in loco e em laboratório, incluindo alcalinidade, dureza, cloretos, salinidade, condutividade, turbidez, sólidos totais dissolvidos, pH, ferro, amônia, nitrato e nitrito. Para a avaliação microbiológica, foram quantificados coliformes totais e *Escherichia coli* pelo método do Número Mais Provável. Os resultados evidenciaram alterações em diferentes parâmetros físico-

químicos, destacando-se as concentrações de ferro, cobre, fluoreto, sólidos totais dissolvidos, condutividade, cloretos, amônia e nitrato em determinados pontos de coleta. As análises microbiológicas também demonstraram elevadas concentrações de coliformes totais e *E. coli*, especialmente nos pontos submetidos a maior influência antrópica. De modo geral, os resultados indicam comprometimento da qualidade da água do rio Anil, associado principalmente ao lançamento de esgotos domésticos e à disposição inadequada de resíduos. Conclui-se que a água analisada não apresenta condições adequadas para consumo humano sem tratamento prévio, sendo necessárias ações de saneamento, manejo adequado de resíduos sólidos e educação ambiental para a redução dos impactos sobre o corpo hídrico.

Palavras-chave: Qualidade da água, Rio Anil, Contaminação hídrica, Análise microbiológica, Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

Population growth and unplanned urban expansion near water bodies have contributed to the degradation of water quality, particularly in areas affected by the discharge of domestic sewage and solid waste. This study aimed to evaluate the physicochemical and microbiological quality of the Anil River in São Luís, Maranhão. Samples were collected at eight points along the river—spanning from the headwaters to the mouth—in August 2024. Physicochemical analyses were conducted both in situ and in the laboratory, covering parameters such as alkalinity, hardness, chlorides, salinity, conductivity, turbidity, total dissolved solids, pH, iron, ammonia, nitrate, and nitrite. For microbiological assessment, total coliforms and *Escherichia coli* were quantified using the Most Probable Number method. The results revealed alterations in various physicochemical parameters, notably regarding concentrations of iron, copper, fluoride, total dissolved solids, conductivity, chlorides, ammonia, and nitrate at specific sampling points. Microbiological analyses also showed high concentrations of total coliforms and *E. coli*, especially at points subject to greater anthropogenic influence. Overall, the results indicate compromised water quality in the Anil River, primarily linked to domestic sewage discharge and improper waste disposal. It is concluded that the water is unsuitable for human consumption without prior treatment, highlighting the need for sanitation measures, proper solid waste management, and environmental education to mitigate impacts on the water body.

Keywords: Water quality, Anil River, Water contamination, Microbiological analysis, Physicochemical parameters.

1 INTRODUÇÃO

A progressão populacional trouxe variadas mudanças à 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 (Santos 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. Assim, este estudo objetivou realizar a análise físico-química e microbiológica da água do rio Anil da cidade de São Luís- MA pretendendo avaliar a potabilidade da água.

2 METODOLOGIA

Foram coletadas amostras de oito pontos do rio Anil no dia 19 de agosto de 2024, no período da tarde, sendo realizadas análises físico-químicas *in loco* com fitas de parâmetro da Drinking water®. Sendo P1, a nascente, P8, a foz e os outros pontos foram escolhidos de acordo com as interferências que havia ao decorrer do rio. As amostras foram acondicionadas em caixa térmica para posterior análise em laboratório.

Utilizou-se o laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA para realizar as análises. Quantificaram-se coliformes totais e *Escherichia coli* seguindo o método de quantificação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e *Escherichia coli*, um sistema de meio cromogênico enzimático (Colilert, Idexx, USA) por meio da utilização de substratos definidos (AOAC, 2003). A solução foi colocada em cartelas Quanti-Tray, selada e incubada a $35\pm0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. A presença de coliformes totais foi confirmada pela mudança de cor da água de incolor para amarela e para *Escherichia coli* por emissão da fluorescência azul da amostra em exposição à luz ultravioleta no comprimento de onda de 365nm (IDEX Laboratories, Inc).

Empregou-se a metodologia da (FUNASA, 2013) para determinar os parâmetros físico-químicos, realizando as seguintes análises: alcalinidade total, dureza total, cloretos, pH, ferro, sólidos totais dissolvidos (TDS), condutividade, salinidade turbidez, amônia, nitrato e nitrito. As análises de alcalinidade total, dureza total e cloretos, foram feitas por titulação. O pH, sólidos totais dissolvidos, condutividade por sonda multiparâmetro. Turbidez por turbidímetro e ferro, amônia, nitrato e nitrito utilizou-se aparelhos de medição específico. Todos os valores foram

expressos em miligramas por litro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizou-se a legislação da CONAMA nº 357/2005 para se comparar alguns resultados, visto que ela permite valores para parâmetros de águas doces. Os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos *in loco* e os realizados em laboratório estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Os materiais particulados em suspensão (MPS) observados *in loco* variaram de 0 a 1 mg/L esses valores se relacionam diretamente com os valores de turbidez verificados em laboratório pois a turbidez também detecta partículas pequenas na água, observou-se que a turbidez varia de 0,05 a 73,6 UNT estando abaixo do permitido pela legislação.

Tabela 1 - Resultados das análises *in loco*.

PARÂMETRO	PONTOS DE COLETA							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Alcalinidade total	80	40	40	120	80	120	40	40
Dureza total	50	50	50	50	50	120	50	120
pH	8,2	9,0	6,8	8,2	8,2	7,6	7,6	8,2
Ferro	5	0	5	5	5	0	0	0
Cobre	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
Chumbo	20	20	20	20	20	0	20	20
Bromo	0	1	1	2	2	1	1	1
Nitrato	10	10	10	10	10	10	10	10
Nitrito	1	1	1	1	1	1	1	1
Cloro total	0	0	0	0	0	0	0	0
Cloro livre	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluoreto	0	10	10	10	0	10	25	10
Cloreto de amônia	100	100	100	150	150	100	100	100
Carbonato	80	120	40	180	120	180	80	40
MPS	1	1	1	1	1	1	1	0

Fonte: próprio autor, 2024.

Tabela 2 – Parâmetros analisados, seus valores permitidos e unidade de medida.

PARÂMETRO	PONTOS DE COLETA							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Alcalinidade total	172	116	82	156	186	228	118	120
Dureza total	200	70	60	90	2.200	860	3.840	5.000
Cloretos	33	43	60	247	>500*	*	*	*
Salinidade	0,26	0,24	0,21	0,67	11,78	4,70	28,5	28,5
Condutividade	511	472	419	1243	19.090	8.200	42.800	42.900
Turbidez	73,6	0,31	0,23	0,65	0,46	0,43	0,05	29,2
TDS	256	237	210	622	9,58**	4,10**	2,15***	2,15***
pH	6,93	6,89	6,74	6,93	7,11	7,15	7,64	7,50
Ferro	3,66	0,43	0,89	1,19	0,50	0,70	0,63	1,90
Amônia	2.492	3,6	3,6	3,6	3.046	3,6	0,7	0,3
Nitrato	6.478	0,0	0,0	0,0	21.547	0,0	16.308	0,0
Nitrito	0,03	0,24	0,02	0,04	0,03	0,01	0,01	0,04

*Prováveis valores acima de 500; ** x 10⁻⁵; *** x 10⁻⁶**Fonte:** próprio autor, 2024.

Dentre os parâmetros observados *in loco* e em laboratório os valores de ferro, excedeu o limite de 0,3 mg/L chegando em valores acima de 5 e em laboratório variaram de 0,43 a 3,66 mg/L. Silva, Souza e Cunha (2014) explicam que isto reflete nas particularidades de solos regionais do despejo de esgotos, o que pode ser verificado neste estudo visto que a região onde foram feitas as coletas sofrem com despejo de esgotos domésticos.

As análises de cobre realizadas somente *in loco* estão superiores ao valor permitido de 0,009 mg/L, variando entre 0,5 e 1 mg/L.

Os sólidos totais dissolvidos nos indicam concentrações de íons dissolvidos na água e de acordo com Lima e colaboradores (2017) este parâmetro está ligado diretamente à condutividade elétrica. A resolução permite até 500 mg/L e os resultados para este parâmetro ultrapassaram o valor permitido apenas no ponto 6 com 622 mg/L.

Observou-se que os resultados de condutividade também foram altos. O fluoreto *in loco* para os pontos 2, 3, 4, 6, 7 e 8 estão acima do permitido pela legislação que é de 1,4 mg/L. Magalhães (2018) destaca que há efeitos prejudiciais à saúde caso haja a ingestão de águas com altas concentrações de flúor.

A alcalinidade *in loco* está entre de 40 a 120 mg/L (CaCO_3) e em laboratório de 82 a 172 mg/L(CaCO_3). Estes resultados estão ligados com os resultados de carbonatos obtidos *in loco* uma vez que a fita determinou carbonatos de forma geral sem conseguir diferenciá-los e em laboratório observou-se isto por meio da alcalinidade.

A dureza total *in loco* varia entre 50 a 120 mg/L e em laboratório de 60 a 5000 mg/L. Tais valores estão ligados a dissociação de íons cálcio e magnésio na água vindos de forma natural ou pela ação antrópica (Guedes; Valverde,2023).

O cloreto de amônia detectado *in loco* tem relação direta com a amônia analisada em laboratório. Concentrações altas de amônia na água podem ser tóxicas aos peixes (Resende, 2002).

O pH analisado *in loco* e em laboratório se manteve dentro dos valores permitido pela legislação que é de 6 à 9, os resultados variaram de 6,8 à 9 *in loco* e em laboratório de 6,74 à 7,50.

Os parâmetros de cloro livre e cloro total *in loco* obtiveram resultados igual a 0. Os cloretos possuem valor permitido de 250 mg/L de cloreto, as análises para esse parâmetro foram feitas somente em laboratório e apenas os três primeiros pontos se mantiveram abaixo do valor permitido pela legislação, os resultados dos pontos 4 e 5 excederam o valor permitido, indicando que a água nesses pontos está em desacordo com o parâmetro mencionado.

Os resultados de nitrato analisado *in loco* são de 10 mg/L de nitrato em todos os pontos, em laboratório foram quantificados valores de nitrato apenas nas águas dos pontos 1, 5 e 7 sendo o maior deles observado no ponto 5 com 21.546, 6 mg/ L. O valor permitido para nitrato é de 10 mg/L estando assim estes pontos (P1, P5, P7) em desacordo com a legislação.

As análises de nitrito realizadas *in loco* mostraram valores de 1 mg/L em todos os pontos. Obteve-se valores em laboratório que variam de 0,01 a 0,24 mg/L. observou-se que em todos os pontos amostrais os resultados se encontram dentro do permitido pela legislação.

Os coliformes constatados estão abaixo do permitido de 1000 NMP/100 mL apenas para o ponto 7 os outros pontos excederam este valor com máximas maiores que 24.196 NMP/100 mL. Para *E coli* apenas os pontos 1, 5, 7 e 8 estavam dentro do permitido pela legislação. Constatou-se valores de 24.196 NMP/100 mL

que podem ser explicados pela grande porcentagem de urbanização chegando a 62 % nas áreas próximas do rio Anil afetando o mesmo em seu percurso devido a ação antrópica (Alcântara, 2004). A Tabela 3 apresenta os resultados das análises microbiológicas.

Tabela 3 - Resultados das análises microbiológicas.

PARÂMETRO	PONTOS DE COLETA							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Coliformes totais	4.884	>24.196	>24.196	>24.196	>24.196	>24.196	700	1.822
<i>Escherichia coli</i>	833	>24.196	>24.196	>24.196	3.255	>24.196	185	318

Fonte: próprio autor, 2024.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que água do rio Anil possui alguns parâmetros fora dos valores máximos permitidos pela CONAMA, indicando uma forte contaminação da água nos pontos analisados, sendo isto um fator ocasionado pela ação antrópica, visto que as comunidades próximas estão afetando as águas deste corpo hídrico com o despejo de esgotos domésticos e lixos.

A análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos indica que a água do referido rio deve passar por processos de tratamento para que possa ser consumida e também mostrou como as ações da comunidade local afetam o rio. Assim, para diminuir os impactos causados neste rio pode se pensar em ações de tratamento de esgotos e efluentes, locais de coletas de lixos e em ações que reflitam na educação ambiental e na participação coletiva e individual da população na preservação deste recurso natural.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UEMA pela concessão da bolsa, à Profa. Dra. Raquel Fernandes, ao Laboratório Paracelso de Análises Químicas e à minha família pelo apoio.

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. Gaithersburg, MD, USA, 2008

BRASIL. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério da Saúde. **Resolução nº. 357**, de 17 de março de 2005. Diário Oficial, Brasília, DF, 18 mar. 2005. p. 58.

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

LIMA, L.C. *et al.* **Determinação da concentração de sólidos dissolvidos totais por meio da medição da condutividade elétrica**. In: XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2017. Lagoa da Anta. Maceió: COMBEA, 2017.

MAGALHÃES, H. I. C. **Efeitos do flúor na saúde humana**. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Portugal, 2018.

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.

RESENDE, Á. D. **Agricultura e qualidade da água: contaminação por nitrato**. 1 ed. Planadina, 2002.

SANTOS JUNIOR, E. R. dos *et al.* **Análise da ocupação urbana em torno de corpos hídricos no Brasil**. Brasil MapBiomass. 04 Ago, 2023.

SILVA, L. de A. da; SOUZA, L. R. de; CUNHA. **Análise da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Igarapé da Fortaleza - Amapá**. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, p. 1-8, 2014.