

CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO LAGO AZUL EM ARAGUAÍNA, TO

 <https://doi.org/10.56238/arev6n4-140>

Data de submissão: 10/11/2024

Data de publicação: 10/12/2024

Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro

Doutora em Ciência Animal

Universidade Federal do Norte do Tocantins, campus Araguaína, TO

E-mail: lilyan.monteiro@ufnt.edu.br

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9337814679551213>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5444-5767>

Magda Daniele de Sousa Sá

Licenciada em Biologia

Escola Cooperativa Chapadão, Vila Panambi, Dianópolis, TO

E-mail: danielesa@uft.edu.br

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3388330551786327>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2064-790X>

Claudia Scareli-Santos

Doutora em Ciências

Universidade Federal do Norte do Tocantins, campus Araguaína, TO

E-mail: claudia.santos@ufnt.edu.br

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3000305136161931>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3243-6189>

Sabrina Guimarães Paiva

Doutora em Biologia Animal

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, campus Araguaína, TO

E-mail: sabrinapaiva@ifto.edu.br

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5711477771784509>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5006-9490>

RESUMO

A relação entre o desenvolvimento urbano, a gentrificação e os impactos nos ambientes aquáticos pode ser analisada no contexto do lago urbano "Lago Azul" na cidade de Araguaína, Estado do Tocantins, no Norte do Brasil. Objetivamos realizar uma caracterização da qualidade das águas urbanas em pontos diversos do Lago Azul, utilizando análises-químicas e microbiológicas, para contribuir na compreensão mais aprofundada da condição ambiental do lago, especialmente diante do processo acelerado de urbanização nas proximidades. O levantamento microbiológico foi realizado por meio de tubos múltiplos, nos quais foram identificadas bactérias coliformes totais, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas, bolores e leveduras, além da presença de *Salmonella* spp/*Shigella* spp na água. Este trabalho analisou amostras do Lago Azul no mês de junho de 2021. Os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos permissíveis pela legislação vigente na Resolução CONAMA 430/2011 e a Resolução CONAMA nº 357/2005. Concluiu-se que as águas do Lago Azul, sob estudo durante o período avaliado, não são recomendadas para recreação com contato primário e consumo direto sem tratamento prévio.

Palavras-chave: Coliformes. Recreação. Poluição. Qualidade da Água.

1 INTRODUÇÃO

A crise hídrica do século XXI, relacionada com a disponibilidade e gestão dos recursos hídricos, é derivada de diversos problemas ambientais, econômicos e sociais do passado que perduram até o presente. A intensa urbanização se apresenta como um dos elementos motivadores do desequilíbrio inerente ao crescimento territorial acelerado, assim, a gestão precisa considerar não somente as necessidades imediatas da oferta urbana, mas também o bem-estar do cidadão, de acordo com os critérios de desenvolvimento sustentável (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2015; TUNDISI et al., 2015; LIMA, LOPES, FAÇANHA, 2019; ROCHA, 2021; PEREIRA, RODRIGUEZ, 2022).

Adicionalmente, são observadas as alterações decorrentes do fenômeno da gentrificação, que acompanha a reconfiguração dos espaços urbanos, ocasionando uma modificação no perfil social e econômico de uma determinada região. Segundo Lauriano (2015), esse processo busca a valorização imobiliária, mas acarreta impactos na população deslocada dessas áreas, caracterizando-se assim como uma dinâmica de duas vias, na qual o direito à cidade negligencia a participação da comunidade deslocada.

Com o aumento da população, a gestão dos recursos hídricos torna-se prioritária, desafiando não apenas o uso excessivo da água, mas também a necessidade de um gerenciamento que aborde tanto a quantidade quanto a qualidade. A complexidade desse desafio é acentuada ao considerar os processos de eutrofização e as alterações no ciclo hidrológico devido às mudanças globais, como indicado por Tundisi (2008).

A diminuição da disponibilidade de água está intimamente ligada aos padrões de uso e ocupação do solo, aos processos produtivos agrícolas e pecuários, à urbanização e à geração de resíduos domésticos e industriais (SANTOS et al., 2017; BORDALO, PERET; SILVA, 2018). Nesse contexto, Jacobi, Empinotti e Schmidt (2016) ressaltaram que o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número seis da ONU, a qual visa assegurar a disponibilidade e o manejo sustentável da água e saneamento para todos. Estudos anteriores indicam que o monitoramento contínuo da qualidade dos corpos d'água é um indicador crucial das condições do sistema aquático abrangendo tanto as condições naturais, que orientam as ações para evitar eutrofização ou degradação da água (JARDIM; SILVA, 2006; BRITO; LUZ, 2015), quanto as questões antropogênicas, como o descarte de esgoto e efluentes associados a atividades agrícolas, urbanas e industriais (Ribeiro et al., 2010; Bordalo; Peret; Silva, 2018).

Entre as ações antrópicas, irregularidades e deficiências nos processos de drenagem urbana e coleta e disposição do lixo, representam fatores de elevada contribuição na degradação do meio

aquático das regiões urbanas, o que torna a deterioração da qualidade da água como um evento inevitável (Tucci; Hespanhol; Cordeiro Neto, 2000). Assim, as águas de rios e lagos presentes no meio urbano podem vir a se tornar fonte de doenças para as pessoas que moram próximas aos corpos hídricos, o que ressalta ainda mais a importância da avaliação constante da qualidade microbiológica (SOUZA NETO, 2013). Esta relação entre corpos aquáticos e doenças de veiculação hídrica está intimamente associada à falta de saneamento ambiental, o que acarreta a presença de diversos microrganismos patogênicos e comprometimento na qualidade das águas para o abastecimento humano (PEDROZO; KAPUSTA, 2010). Egito et al. (2007) revelaram que a poluição de corpos hídricos por elementos físicos e químicos, além dos biológicos, torna-se um problema ainda mais grave, pois além de ser prejudicial aos organismos vivos, também pode inviabilizar diversas atividades humanas importantes. Ainda segundo estes autores, a poluição dos cursos das águas superficiais e sedimentos ocorre devido ao lançamento de diversos resíduos de origem industrial, urbana e até mesmo agrícolas, de forma indiscriminada

Ao se levar em consideração que os ambientes aquáticos são facilmente contaminados, destaca-se a importância da realização do monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos, principalmente em áreas urbanizadas e industriais (Oliveira et al., 2008).

No Brasil, as pesquisas de monitoramento são realizadas segundo os padrões de qualidade para os corpos de água determinados pela Resolução no 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17/03/2005 (CONAMA, 2005), além da Resolução CONAMA n. 430/2011 (CONAMA, 2011). Essas resoluções abordam diretrizes ambientais para o enquadramento das águas, além de estabelecer condições e características máximas para os aspectos físicos, químicos e microbiológicos.

A criação de parques urbanos se faz necessário, uma vez que esta é uma das principais estratégias utilizadas para minimizar impactos antrópicos e atingir a conservação de ambientes naturais (Ribeiro et al., 2010). Para isso, tem-se a determinação do tipo dos diversos usos desses corpos aquáticos: proteção da diversidade biológica, atividades recreativas, aspectos culturais, beleza cênica, consumo humano, entre outras, e os estudos sobre a qualidade da água (Strieder et al., 2005), como aqueles oriundos de monitoramento da qualidade das águas superficiais e gestão ambiental, possibilitando uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental (SILVA; JARDIM, 2006).

Estas questões aliadas às observações diárias das autoras motivaram a realização da pesquisa no Lago Azul (Fig. 1), o qual pertence cidade de Araguaína, uma cidade média do estado do Tocantins, localizado na Região Norte do país.

Fig. 1 A. Vista geral da área no qual está inserido o Lago Azul, em Araguaína, TO, em datas diferentes, evidenciando: A. o lago antes do seu esvaziamento em julho de 2012; B. após o esvaziamento em dezembro de 2012; C. terraplanagem da área para a construção da Via Lago (2017); D. vias de acesso e obras do complexo esportivo Beira Lago (2017); E. Vista aérea da Via Lago e do Lago azul (2018); F. praia da Via Lago (2019).



Fontes: Marcos Sandes (2012, 2017, 2018, 2019).

O histórico da existência deste lago, mostra que o mesmo surgiu do represamento no reservatório, na bacia hidrográfica do Rio Lontra, como a Pequena Central Hidrelétrica Corujão, que iniciou suas atividades em 1971 e foi desativada em 2012 para ser reconstruída a partir de 2014, surgindo assim o chamado “cartão postal” da cidade, junto à orla denominada Via Lago. De acordo com o Relatório Técnico da Revisão do Plano Diretor de Araguaína (ARAGUAÍNA, 2017), foram constatadas: 1) a devastação de áreas significativas de florestas e na área urbana; 2) o potencial paisagístico das margens do Lago Azul e 3) os numerosos riscos de poluição e assoreamento dos rios e córregos; o relatório alerta sobre a necessidade de um planejamento mais adequado às microbacias hídricas, das expansões urbanas e adensamentos da ocupação existente.

ISSN: 2358-2472

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo investigativo no espaço geográfico do Lago Azul, localizado na cidade de Araguaína, Tocantins, afim de caracterizar a qualidade da água com base em parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

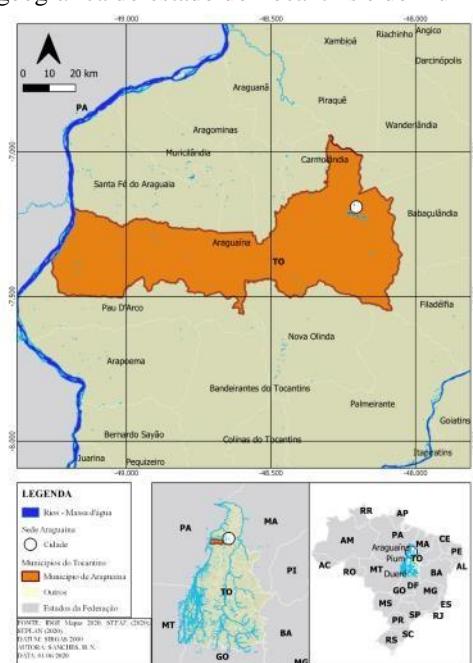
2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Araguaína está localizada na região norte do estado do Tocantins (Fig. 2); teve seu início em 1876, com a instalação dos primeiros habitantes às margens do rio Lontra, chegando à condição de município em 1958. Conforme o Relatório Técnico da Revisão do Plano Diretor de Araguaína (2017), o seu desenvolvimento foi impulsionado a partir da construção da rodovia BR-153, mais conhecida como rodovia Belém-Brasília, no início dos anos 60 do século XX (ARAGUAINA, 2017).

O Plano Diretor determina, em seu Artigo 8, “A proteção e valorização do meio ambiente natural e construído, particularmente aquele pelo apelo turístico”, visando à implantação efetiva das Áreas de Proteção Ambiental, recuperação de áreas ambientalmente degradadas, promoção de educação ambiental, proteção dos recursos hídricos e naturais, da fauna, flora e do bioma do cerrado, e a proteção das ambiências construídas de interesse social, entretanto não define quais são. Juntamente com isso, o plano determina o atendimento à Política Ambiental do Município de Araguaína, que foi definida pela Lei Municipal nº 1.659 de 30 de dezembro de 1996.

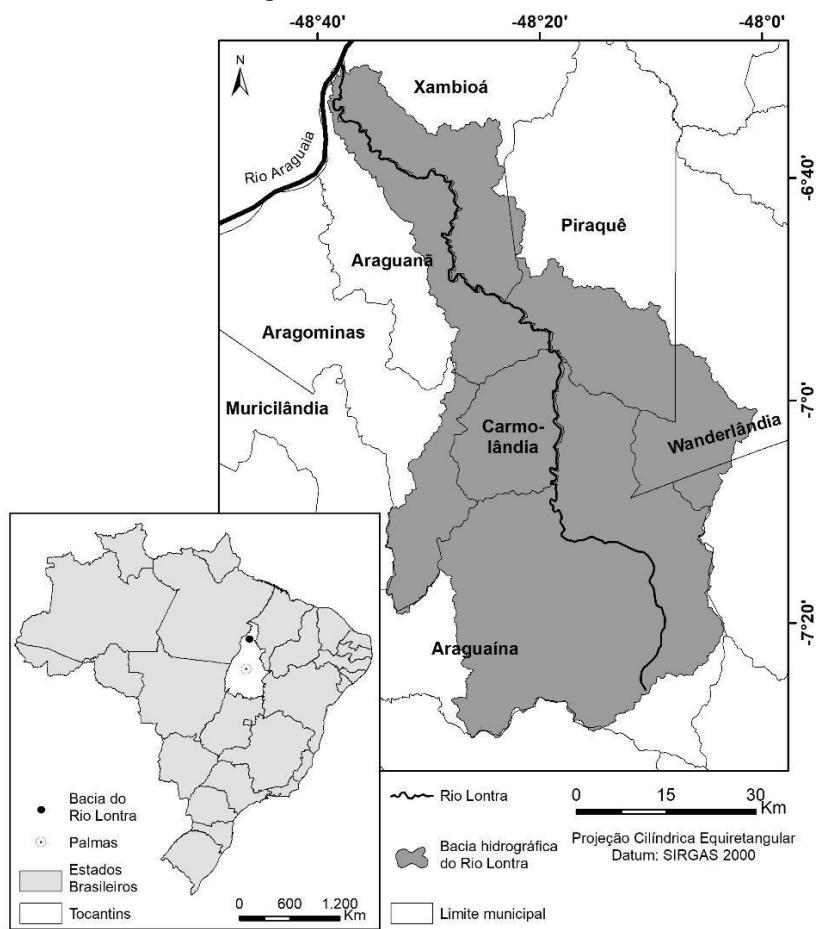
Fig. 2. Localização geográfica do estado do Tocantins e do município de Araguaína.



Fonte: Sanches, H. N (2021).

A cidade de Araguaína se encontra às margens do rio Lontra e é entrecortada por vários córregos, sendo o de maior relevância o Córrego Neblina, que drena a região do núcleo de maior ocupação da cidade e onde se verifica a ocorrência de poços profundos de grandes vazões. A área do município se insere na bacia do Rio Araguaia (Fig. 3), o qual tem como principal afluente o Rio Lontra, onde foi construída a Hidrelétrica do Corujão, a primeira a fornecer energia elétrica para Araguaína. Vários rios e córregos compreendem ainda a Bacia Hidrográfica de Araguaína, entre eles: os Rios Preto e Lontra e os Córregos Lavapés, Prata, Raizal, Xixebal, Cará, Jacubinha, Tiúba, Jacuba e o Ribeirão de Areia, todos situados no perímetro urbano (PEREIRA, 2013).

Fig. 3 Mapa do Brasil destacando o estado do Tocantins; no mapa maior temos a região nortedo Estado, na cor cinza está evidenciado a bacia do Rio Lontra e os municípios.



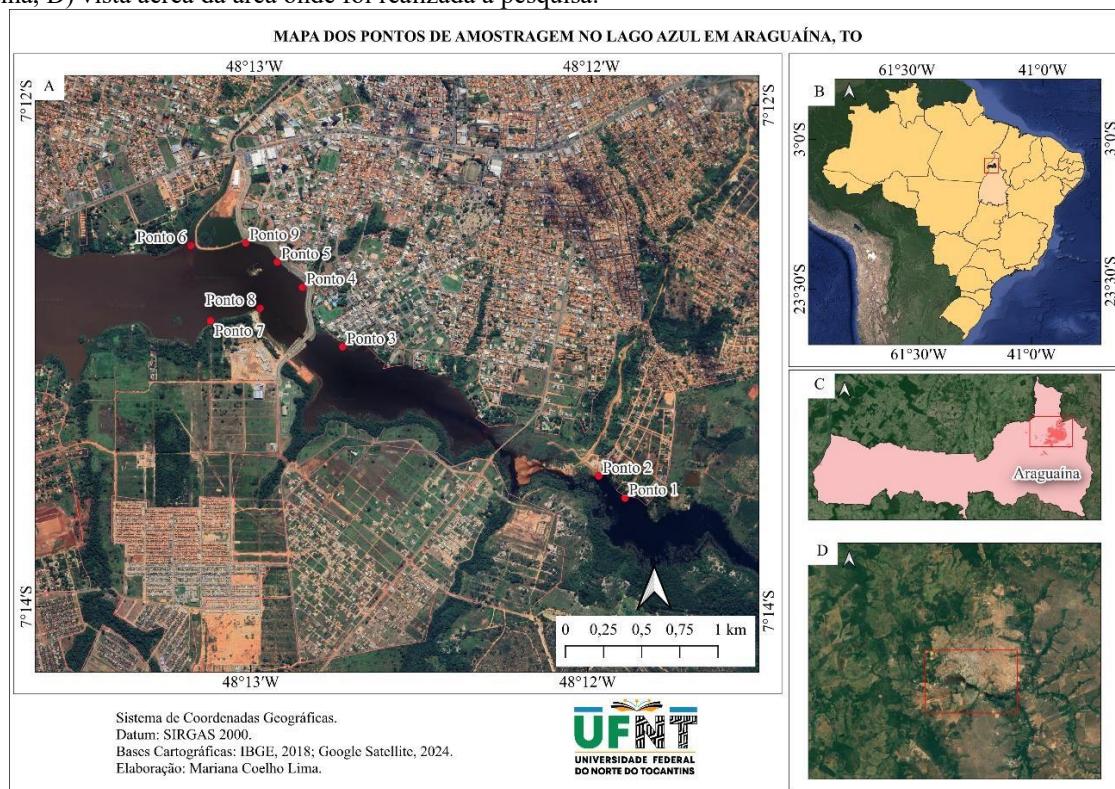
Fonte: Silva et al. (2021).

2.2 DESENHO DO ESTUDO

A análise da qualidade das águas do Lago Azul foi realizada para nove pontos demarcados (Fig. 4) e classificados como de alta, baixa ou nenhuma densidade populacional, (Quadro 2). A amostragem foi realizada durante o mês de junho de 2021, no período da manhã, em nove pontos do

Lago Azul. Todos os pontos amostrados foram georeferenciados com o uso do GPS, modelo 60CS x Garmin, e com o uso do equipamento multiparâmetro (POL-60), onde a medição é feita através de uma sonda, foram realizadas as aferições dos valores de pH e temperatura. Valores mais próximos a zero indicam maior concentração de íons de hidrogênio (H⁺) e são consideradas ácidas, já os valores mais próximos ao 14 indicam menor concentração de íons de hidrogênio (H⁺) consideradas alcalinas, e o valor neutro é considerado quando o resultado da amostra for 7. Para coleta das amostras destinadas às análises laboratoriais foram utilizados frascos de vidro, com capacidade de 250 ml, rotulados e fechados com tampas plásticas (FAL, 2009); em seguida foram acondicionadas em caixa de isopor refrigerada e transportadas até o laboratório de Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, campus Araguaína para realização das análises.

Fig. 4. A) Vista aérea de Lago Azul, da vegetação e de parte da malha urbana de Araguaína, TO; em destaque a localização dos nove pontos de coleta de amostras de água; B) mapa do Brasil destacando o estado do Tocantins; C) município de Araguaína; D) vista aérea da área onde foi realizada a pesquisa.



Fonte: Elaborado por Mariana Coelho Lima (2024).

Quadro 2. Identificação dos pontos de coleta juntamente com os nomes dos bairros, em Araguaína, TO, próximos ao Lago Azul e o número de habitantes e quantidade de quarteirões.

Pontos	Localidades	Densidade populacional(número de habitantes/ números de quartéis)
1	Itaipu	34,81
2	Jardim Paulista	46,83
3	Jardim Mansões das Palmeiras	24,98

4	Jardim Filadélfia	20,15
5	Jardim Beira Lago	26,12
6	Jardim Itatiaia	10,06
7	Área Preservada	0,00
8	Área Preservada	0,00
9	Jardim Itatiaia	10,06

Fonte: Quadro elaborado pelas autoras a partir dos dados fornecidos pelo Centro de Controle de Zoonoses de Araguaína, TO (CCZ, 2020).

2.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

Nas análises microbiológicas para determinação de *Escherichia coli* (EC), coliformes totais (CT) e fungos-leveduras foram realizadas a transferência de alíquotas de 1 mL da amostra para placa sPetrifilm® (3M Company, St. Paul, MN, EUA), de acordo com a técnica de uso da 3M InterpretationGuide (3M, 2014; 2020). Para verificar a presença de bactérias heterotróficas foram realizadas as metodologias de Silva et al. (2017) e da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013); onde foram empregadas placas de Petri com o meio Plate Count Agar, utilizando-se a técnica de plaqueamento em profundidade (pour plate). Para o isolamento e diferenciação de *Salmonella spp/Shigella spp* foi utilizado o meio de cultivo hidratado em frascos CEFAR, Agar SS.

Os dados obtidos foram analisados de forma descritiva, organizados em tabelas que facilitaram a visualização e a interpretação dos resultados. Além disso, foi realizada uma análise de conformidade dos parâmetros com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)n° 357/05 (BRASIL, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

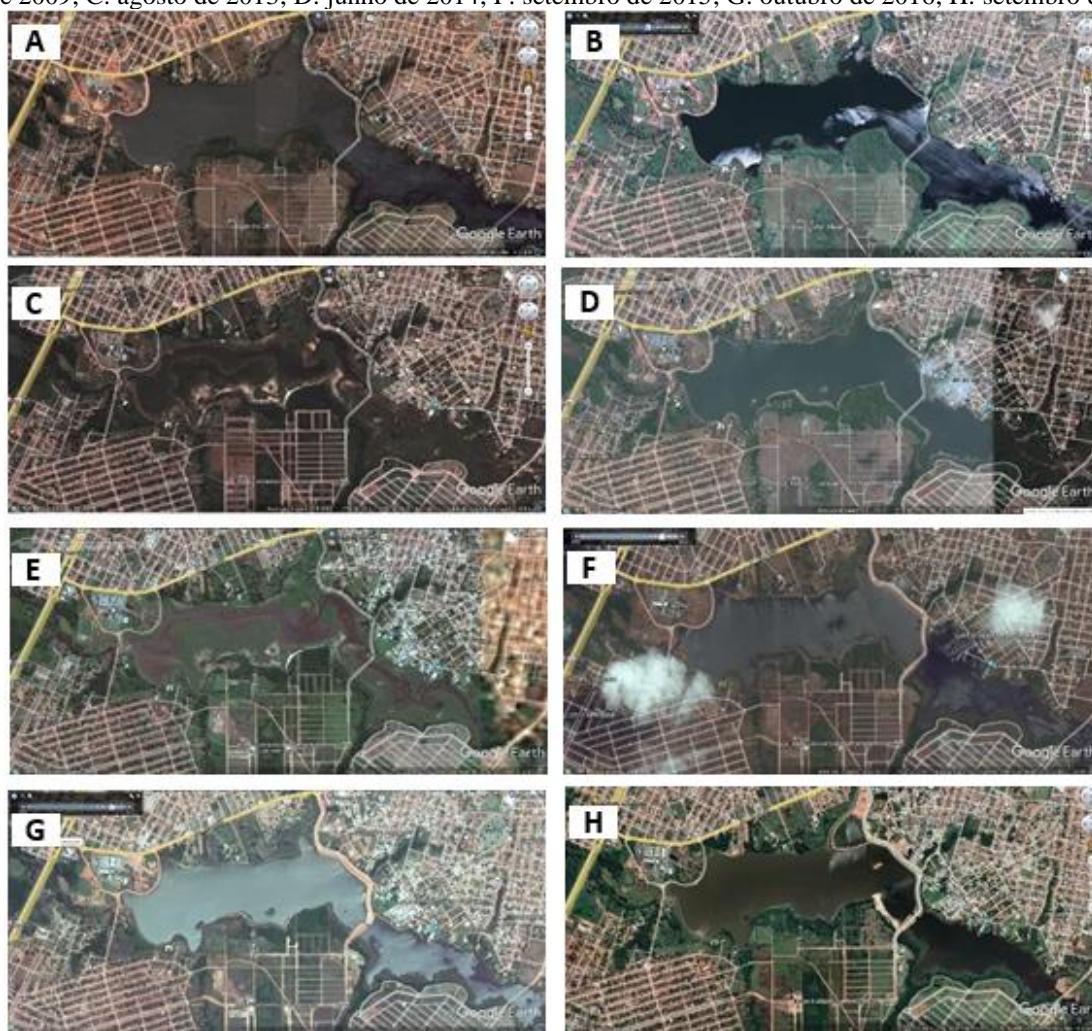
Apesar do aspecto paisagístico de preservação, este lago tem servido para evidenciar uma avanida importante, denominada cartão postal, a “Via Lago”, que aparentemente visam a exploração imobiliária e como estímulo econômico-turístico para a cidade, apresenta de bares e restaurantes às suas margens. Adorno et al. (2016) descreveram o rio Lontra como sendo um afluente do Rio Araguaia, o qual, parcialmente foi represado para construir a Hidrelétrica do Corujão, atualmente desativada. Pelo histórico da cidade, na época, não existia nenhum tipo de coleta de esgoto ou pluvial e todos os drenados iriam até os cursos d’água, determinando a elevada contaminação desse ambiente aquático. Na atualidade, tem-se uma rede coletora que cobre aproximadamente 30% da cidade, concentrando-se principalmente nas áreas centrais.

Ao longo dos anos, entulhos, efluentes químicos e orgânicos foram lançados no lago e ocasionalmente uma erosão acentuada, o que determinou a preocupação das entidades locais ambientais, como o Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), que culminou na origem do Comitê de bacias Hi

drográficas do Estado. Assim, Fernandes (2017), descreve que este apresamento foi revitalizado em 2014 e se enquadra nos programas de preservação ambiental do município.

De acordo com Fernandes (2017) nas margens do Lago Azul se encontram estabelecidas residências de alto padrão, portanto, com caráter de apropriação privada de um corpo d'água que deveria ser concebido e gerido como público, uma vez que, no princípio da cidade, comportou-se uma Usina Hidrelétrica (Usina Corujão). Este autor descreve os efeitos ambientais negativos surgidos a partir dos procedimentos de revitalização, que incluía o dragado do sedimento, impactando na qualidade de vida das espécies de peixes existentes no lago e das plantas nativas dos arredores. Atualmente, o Lago está em rápido processo de assoreamento afetado pelo próprio processo de crescimento urbano sem planejamento. A evolução temporal das imediações do Lago Azul pode ser observada na Figura 4.

Fig. 4. Evolução temporal da paisagem nas imediações do Lago Azul em Araguaína, Tocantins: A: fevereiro de 2005; B: julho de 2009; C: agosto de 2013; D: junho de 2014; F: setembro de 2015; G: outubro de 2016; H: setembro de 2022.



Fonte: Google earth (2023).

Em sua obra, Fernandes (2017, p. 57) destaca informações divulgadas pela própria prefeitura da cidade de Araguaína:

A ponte está dentro da segunda etapa da obra, que compreende a pavimentação da via, incluindo calçadas e paisagismo; eletrificação e a ponte. A Via Lago terá 1,56 km de extensão, começando no fim da Marginal Neblina (no cruzamento com a Avenida Filadélfia) seguindo até os setores Lago Azul, Cidade Nova e Nova Morada, com três pistas duplas, ciclovia e calçamento para pedestres. No final da avenida, ficará a ponte. Dentro do projeto, também está prevista uma ilha próxima à Via Lago, onde será construído um restaurante e o acesso será por meio de barcos, com decks de embarque e desembarque.

Quanto as análises laboratoriais, a tabela 1 apresenta os resultados advindos das análises físico-químicas. De acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011), para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9, o que indica que as amostras analisadas estariam dentro dos parâmetros sugeridos para proteção da vida aquática. Assim como a solubilidade do oxigênio que pode diminuir à medida que a temperatura aumenta considerando que o valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é de 5,0 mg/L.

Tabela 1 – Pontos de amostragem, localização geográfica e parâmetros físico-químicos mensurados no Lago Azul em Araguaína, TO.

PONTO	GPS*	pH*	Tº A*	Tº H2O*	Hora da coleta	Oxigênio mgL ⁻¹
1	S 07°13.362' W 045°11.919'	6,56	28,5°	26,8°	8:46	-
2	S 07°13.273' W 048°12.006'	6,32	29,3°	26,1°	9:00	-
3	S 07°12.870' W 048°12.881'	6,41	28,2°	28,4°	10:00	4,4
4	S 07°12.657' W 045°13.022'	6,31	28,0°	28,8°	10:19	4,6
5	S 07°12.580' W 048°13.127'	6,19	28,3°	28,9°	10:25	4,2
6	S 07°12.507' W 048°13.428'	6,90	27,4°	27,2°	10:36	7,5
7	S 07°12.793' W 048°13.355'	6,14	26,6°	29,0°	10:47	3,8
8	S 07°12.737' W 048°13.195'	7,46	26,0°	29,2°	10:57	5,0
9	S 07°12.491' W 048°13.242'	7,40	28,2°	29,2°	11:21	10

*GPS: Sistema global de posicionamento; pH: potencial hidrogeniônico; TºA: temperatura ambiente; TºH2O: temperatura da água. As amostras foram coletadas a partir das 8h até o meio dia. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na tabela 1 também são apresentados os valores de Oxigênio Dissolvido (OD), embora alguns pontos apresentem concentrações menores às recomendadas pela Resolução, aproximadamente 50% das amostras com OD determinados, não foram detectados valores de hipóxia, menor a 2 mg/L, c

omoindicado por Cetesb (2022), em artigo que descreve a sobrevivência de algumas espécies de peixes em valores extremos de OD. Considerando a temperatura da água durante as coletas, de 26,1°C até 29,2°C, a solubilidade do oxigênio diminui a medida que a temperatura aumenta, o que pode explicar os baixos índices de OD identificados.

Aparentemente os valores de OD podem sofrer influência da quantidade de massa aquática para dissolução assim como a presença de matéria orgânica, como indicado por pesquisa realizada por Paula, Mesquita e Mendes (2013) em lagos urbanos de Catalão, GO, onde indicam que a profundidade e o vento poderiam ter influenciado nas medições de OD, e indicam que locais com baixo teor de OD podem indicar alta presença de matéria orgânica, o que concorda com os resultados encontrados no presente trabalho uma vez que a coleta deu-se nas margens do lago, geralmente com presença de macrófitas e lodos.

Após a realização dos procedimentos laboratoriais respeitando o tempo de incubação, foram realizadas as leituras das Unidades Formadoras de Colônia (UFC), para coliformes totais e *E. coli*, assim como para Bactérias heterotróficas e presença/ausência de *Salmonella spp/**Shigella spp* e *C. violaceum* que ocorreu por ocasião da mudança de cor dos meios de cultura para coliformes e presença de colônias de cor violeta (Tab. 2).

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas das amostras de águas do Lago Azul, Araguaína, TO.

Amostras	Coliformes totais UFC/mL	<i>E. coli</i> UFC/mL	Bactérias Heterotróficas UFC/mL	Bolores e Lederuras UFC/mL	(<i>Cromobacterium violaceum</i>) P/A*	SS Agar - <i>Salmonella</i> / <i>Shigella</i> Agar P/A *
1	1	0	$6,3 \times 10^2$	0	+	+
2	2	0	7×10^2	0	+	-
3	$5,4 \times 10^1$	24	$4,8 \times 10^2$	8×10^1	+	-
4	$1,5 \times 10^1$	5	$1,7 \times 10^2$	1×10^1	+	-
5	$3,2 \times 10^1$	0	3×10^3	2×10^1	+	-
6	$2,4 \times 10^2$	41	$9,2 \times 10^3$	4×10^1	-	+
7	$1,5 \times 10^1$	3	$4,6 \times 10^2$	6×10^1	+	-
8	$2,8 \times 10^1$	0	$3,4 \times 10^2$	1×10^1	+	-
9	$3,4 \times 10^2$	0	$4,2 \times 10^3$	0	-	-

*P: presença (+) / A: ausência (-) Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme a resolução do CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, a saúde e o bem-estar humano podem vir a ser afetados negativamente se não apresentarem condições de balneabilidade adequadas previstas por esta resolução (CONAMA 2000). Após realizadas as análises coletadas, f

oi realizada a comparação dos resultados em relação a esta disposição da CONAMA, e as águas desse lago, são caracterizadas como águas balneárias, apropriadas para este uso, principalmente nos pontos localizados na praia do Lago, uma vez que a disposição para as águas doces de classe 1, Resolução CONAMA nº 357 (CONAMA 2005), definida para águas de recreação, para enquadrar-se no considerados como de nível Excelente, deve haver no máximo 250 coliformes fecais (termo tolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 Enterococos por 100 mililitros, e o índice limite para coliformes totais é de 1.000 por 100 mililitros. Assim, as amostras dos pontos 3 e 6 estão fora dos limites de balneabilidade, com 240 e 410/100mL, respectivamente.

De acordo com a Tabela 2, observou-se que os valores de maiores contagens para bactérias coliformes totais e *E. coli* foram das amostras oriundas dos pontos 6 e 9, revelados como os pontos mais contaminados. Isto era esperado, visto que o ponto 6 corresponde ao afluente do córrego Neblina, no setor Itatiaia, para o Lago Azul. Vale destacar que o córrego atravessa a cidade de Araguaína, em cujo percurso é comum observar tubulações que descartam afluentes de domicílios circundantes, entretanto que se encontram inclusive hospitais, lava-jatos, domicílios antigos com tubulações em locais inadequados, cujas águas residuais são despejadas junto às águas pluviais. É importante ressaltar que o ponto 9 está localizado próximo ao ponto 6, porém foi represado para construção das obras da prefeitura, o que pode acrescentar a sua contaminação.

Os pontos de amostragem denominados 1, 2 e 7, foram os que apresentaram menores contagens de bactérias coliformes totais e *E. coli*, locais considerados como mais preservados e com baixa densidade habitacional (Tab. 2).

Em relação às bactérias heterotróficas, os padrões de qualidade da Resolução nº 274/2000 (CONAMA, 2000) limitam a contagem de bactérias heterotróficas ao máximo de 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL). Assim, as contagens deste parâmetro nas amostras variam de $1,8 \times 10^2$ até $3,1 \times 10^3$ UFC/mL, o que indica que alguns pontos estariam fora dos parâmetros recomendados, chamando a atenção do ponto 6 (correspondendo a aquele onde estaria o afluente entredos setores Itatiaia no córrego Neblina). Torna-se relevante apontar que alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade, e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/mL. Nos pontos 1 e 6, foi identificada a presença de *Salmonella spp/ Shigella spp*, o que indica a necessidade de maior de monitoramento, uma vez que estas são bactérias de importância para a saúde pública (CUNHA et al., 2017; OLIVEIRA, 2021). Trabalhos similares, como os de Marcondes et al. (2016) identificaram a presença de *Salmonella spp* e Coliformes Totais em córregos de São Caetano do S

ul/SP com moradias próximas e a uma Planta de Tratamento de Esgotos, ainda, Forsythe (2013) e Paredes-Aguilar; Rivero-Montes (2023) identificaram as espécies de *Salmonella* e *Shigella* como patógenos comuns envolvidos em toxininfecções alimentares, encontrados na flora intestinal de animais humanos, assim a sua presença em duas amostras da pesquisa pode reafirmar a hipótese de contaminação do lago por esgoto doméstico.

Nos pontos 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8 (Tab. 2), chama atenção a presença de *Chromobacterium violaceum*, um bacilo Gram negativo, que segundo Levinson (2011) é frequentemente encontrado na água e no solo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, esta bactéria reconhecida como um patógeno oportunista pode causar infecções em ferimentos.

4 CONCLUSÃO

Por meio das análises realizadas durante o levantamento das condições físico-químicas e microbiológicas do lago, pode-se concluir que as águas sob estudo durante o período avaliado, ainda que possam ser destinadas à recreação, não são recomendadas para contato primário, como natação e mergulho, nem para o consumo direto sem tratamento prévio, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005).

A importância deste estudo se dá, devido ao fato de ser uma área estratégica para a prefeitura, configurada como cartão postal da cidade e que tem potenciais futuros projetos, inclusive de revitalização, com a inserção de peixes e áreas de lazer e infraestrutura municipal e outros empreendimentos. Diante disto, ressalta-se a importância de considerar os resultados, como estes apresentados nesse estudo no planejamento ambiental desse local.

Faz-se necessário a análise periódica da qualidade da água, em seus parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, embora que estas últimas mensurações, nos diferentes pontos do lago, não apresentaram números muito elevados de microrganismos indicadores de sua qualidade. Devido à localização geográfica deve-se prestar especial atenção ao monitoramento do Lago Azul, uma vez que as ocupações urbanas próximas a um corpo de água, podem trazer problemas de aumento da sedimentação e servir de fonte de nutrientes para organismos que participam de processos de eutrofização que, segundo o grau de trofia, poderiam causar o decréscimo de oxigênio dissolvido na água não permitindo a sobrevivência de organismos que usam oxigênio para sobreviver, como os cascos de peixes, entre outras consequências negativas para o ambiente e seu entorno.

Deste modo, este estudo teve como finalidade contribuir para a pesquisa científica, e ainda que este não seja conclusivo, pode abrir perspectivas para o aprofundamento do tema por outros pesquisadores na construção de dados que possam servir como suporte para a elaboração de um estudo que

resulte na formulação de uma política de sustentabilidade para a gestão do lago, visando à mitigação de sua degradação ambiental.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Centro de Controle de Zoonoses de Araguaína, à mestrandra Mariana Coelho Lima, do Programa de Pós-graduação em Demandas Populares e Dinâmicas populares; ao senhor Alcir Batista da ONG Naturativa e ao acadêmico Marcelo Sousa Moraes do Curso de Licenciatura em Biologia.

REFERÊNCIAS

ADORNO, Lúcio Flavo Marini; NOSCHANG, Juliane; JUCÁ, Sílvio; DUTRA, Simone. A política ambiental no estado do Tocantins: Gestão ambiental integrada com ênfase em recursos hídricos. Revista Interface, Porto Nacional, v.3, n.3, p. 46-61, mai. 2006. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/interface/issue/view/345>>. Acesso em 10 set. 2021.

ARAGUAÍNA. Lei complementar no 051, de 02 de outubro de 2017. Lei Municipal Plano Diretor e Araguaína. 2017. Disponível em: <https://leis.araguaina.to.gov.br/Leis/plano_diretor2017.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

BORDALO, Adriana Oliveira; PERET, Alberto Carvalho; SILVA, Alex Costa da. Ecossistemas aquáticos: tópicos especiais. In: Raimundo Aderson Lobão de Souza, Organizador, Willian Leslie Over al, Revisor Técnico. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018. 314 p. Disponível em: <<https://www.infolivros.org/pdfview/851-ecossistemas-aquaticos-adriana-oliveira-bordalo-alberto-carvalho-peret-e-alex-costa-da-silva-/>>. Acesso em 25 fev. 2022.

BRITO, Loislena Oliveira; LUZ, Lafayette Dantas da. Avaliação e monitoramento da qualidade das águas: usando análises moleculares. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v.3, n. 2, p. 076–090. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/13856/10286>. Acesso em: 16 out. 2024.

CCZ - CENTRO DE CONTROLE DE ZOONOSES. Prefeitura Municipal de Araguaína, Secretaria da Saúde. Araguaína, TO. 2020

CETESB/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Mortandade de peixes. [online]. 2022. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>>. Acesso em: 20 mai. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 29 nov. 2000. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolucao_Conama_274_Balneabilidade.pdf>. Acesso em 30 ago. 2021.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução N°. 357 de maio 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. In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília (DF). Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>. Acesso em 30 ago. 2021.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA. D.O.U. Brasília, n.92. p.89.

CUNHA, Fernanda de Paula Longo da; VILELA, Michelle Luzia Aparecida Silva; MAXIMIANO, Talita; BARBOSA, Tatiana Maria Mendes; GUIMARÃES, Davi Augusto de Lima; Toledo, Rômulo César Clemente. *Shigella* sp: Um problema de saúde pública. Higiene Alimentar, v..31, n.264/265,

p. 52-57, jan./fev.2017. Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/04/833025/264-265-sitecompressed-52-57.pdf>>. Acesso em: 16 out.2024

EGITO, Lucila Carmem Monte; MEDEIROS, Maria das Graças; MEDEIROS, Silvia Regina Batistuzzo de; AGNEZ-LIMA, Lucymara Fassarella. Cytotoxic and genotoxic potential of surfacewater from the Pitimbu river, northeastern/RN Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, RibeirãoPreto, v. 30, n. 2, p. 435-441, mar. 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gmb/a/9JDTQhLnphJFJrJgdmhTFXM/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em 20 out. 2021

FERNANDES, L. F. O parque ecológico Cimba: território e cultura como elementos da percepção ambiental em Araguaína. 2017. 103f. Dissertação (Mestrado em Estudos de Cultura e Território) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Estudos de Cultura e Território, Araguaína, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/bitstream/11612/947/1/Lillian%20Fonseca%20Fernandes%20-20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2021.

FORSYTHE, S.J. Microbiologia da segurança dos alimentos [recurso eletrônico]/ s.j. Forsythe; tradução A. Biancini... [et al]; 2^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Manual prático de análise de água. 4^a. ed., Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

GERTEL, Paulo; TAUK-TORNISIELO, Sâmia Maria; MALAGUTTI, Eleni Nadai, Qualidade das águas dos córregos São Joaquim e Ribeirão Claro, bacia do rio Corumbataí-SP, Brasil. *Holos Environment*, Rio Claro, v.3, n.2, p.103-119, dez. 2003. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/1128>>. Acesso em: 20 ago. 2021

FAL - Manual Técnico para coleta de amostras de água. Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://ctec.ufal.br/professor/elca/manual_coleta_%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

OLIVEIRA, Francinete Sousa de. Análise epidemiológica do perfil bacteriano envolvido nas Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA), na região Nordeste do Brasil para o ano de 2019. *Research, Society and Development*, v. 10, n.11, p. 1-8, set. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19855/17684>. Acesso em: 16 out.2024.

OLIVEIRA, Rosiely Pereira Bettoni; SIQUEIRA, Alessandra Alves; NUNES, Anna Luiza Vasconcelos Fernandes; MONÇÃO, Kelly Cristine Ribeiro; GONÇALVES, Lara de Luca Domith; CHAVES, Sabrina Rodrigues; GREGÓRIO, Eric Liberato; AMARAL, Daniela Almeida. Análise Microbiológica da Água para Consumo Humano em uma Comunidade do Município de Santana do Riacho – MG. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n.4, p.18552-18563, abr.2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8647/7434>. Acesso em: 16 out. 2024.

OLIVEIRA, Vanessa de Menezes; SILVA, Mayra Solizete Granziol; MEDEIROS, Camila Bittencourt; JESUS, Vanessa Evelin; PIO, Eder Godoy Martins; PILLON, João Francisco; LIMA, Rodrigo Pereira; BOMBO, André Luís; GODOY, Bruno Leme; DETONI, Alexandre Daniel; CONTER, Patrícia; BARONI Jr, Mauricio; FRANCISCO, Adriana Ribeiro; BADDO, Bruno; BROTA, Giovani Arcanjo; PAIXÃO FILHO, Jorge Luiz da; OLIVEIRA NETO, Abílio Lopes; ALMEIDA, Gilberto; RO

SSINI, Adilson José; PELEGRINI, Ronaldo Teixeira. Avaliações físicas, químicas e biológicas da microbacia do córrego Modeneis em Limeira-SP. Revista Engenharia ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.1, p. 86-96, jan/abr 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/54422768-Avaliacoes-fisicas-quimicas-e-biologicas-da-microbacia-do-córrego-modeneis-em-limeira-sp.html>. Acesso em 26 abr. 2022.

PEREIRA, Aires José. Leituras de paisagens urbanas: Um estudo de Araguaína – TO. 2013. 312 f. Tese (Doutorado em Geografia) – programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ppgeo.ig.ufu.br/sites/ppgeo.ig.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Tese%20hoje%2018.04.2013.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

PONTE, Raul; JENKINS, Stephen - Fatal *Chromobacterium violaceum* infections associated with exposure to stagnant waters. The Pediatric Infectious Disease Journal, Cincinnati, v.11, n. 7, p. 583-586, jul. 1992. Disponível em: https://journals.lww.com/pidj/citation/1992/07000/fatal_chromobacterium_violaceum_infections.13.aspx. Acesso em 26 abr. 2022.

JACOBI, Pedro Roberto; EMPINOTTI, Vanessa Lucena; SCHMIDT, Luisa. Escassez hídrica ediret os humanos, Revista Ambiente e Sociedade, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-5, jan./mar. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/cCsMrCww5SYJDPmhbCBDw4m/?lang=pt>. Acesso em: 26 abr. 2022.

JARDIM, Wilson de Figueiredo, SILVA, Gilberto Silvério da. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, São Paulo. Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006.

LAURIANO, William. Gentrificação da cidade modernista: Brasília. Caderno Metropolitano, São Paulo, v. 17, n. 33, pp. 155-178, mai. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/nbLnsXZK7CGxP37Pz6SZFXk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2024.

LEVINSON, Warren. Microbiologia médica e imunologia [recurso eletrônico]/ Warren Levinson; tradução: M.M. Macedo Kyaw. 10 ed. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.meulivro.biz/microbiologia/437/microbiologia-medica-e-imunologia-levinson-10-ed-pdf/>. Acesso em: 20 mai. 2022.

LIMA, Silvia Maria Santana Andrade; LOPES, Wilza Gomes Reis; FAÇANHA, Antônio Cardoso. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. Revista Brasileira de Gestão Urbana, Curitiba, v. 11, jan-dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/55dJtxNQzWQggjYmJSbKf5F/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2024.

MARCONDES, Marta Ângela; OLIVEIRA, Alinne Maria Fontes; GOIS, Ezequiel; LARIZZATTI, Paula Simone da Costa.; POLAQUINI, Lucas de Faria; LOPES, Fernanda Amate. Isolamento e identificação de *Salmonella* spp nas águas de rios e córregos do município de São Caetano do Sul – SP. I Congresso Brasileiro de microbiologia agropecuária, agrícola e ambiental, UNESP, Campus de Jaú, São Paulo, SP. 2016. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Isolamento-e-identifica%C3%A7%C3%A7%C3%A3o-de-salmonella-spp-nas-%C3%A1guas-de-rios-e-c%C3%B3rregos-do-munic%C3%ADpio-de-S%C3%A3o-Caetano-do-Sul->

%E2%80%93-SP.pdf. Acesso em: 10 mai. 2022.

PAULA, Heber Martins; MESQUITA, Glenda Martins; MENDES, Márcia Felipe. Investigação de parâmetros físico, químicos e microbiológicos para avaliação da qualidade da água de lagos urbanos da cidade de Catalão-GO. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 7, n. 1, out. 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/22038/15459>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SILVA, Gilberto Silvério da; JARDIM, Wilson de Figueiredo. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP. Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 689- 694, abr. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/Kz5NSgvY36Mh3krgbJcCksq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 20j un. 2021

ROCHA, Wilson da Silva. Crescimento urbano desordenado do Complexo Frei Calixto – Baianão, Porto Seguro – BA: um estudo da degradação dos mananciais. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. v. 10, pp. 17-29, dez. 2021. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/crescimento-urbano-desordenado>>. Acesso em 15 out. 2024.

RIBEIRO, Milene Rocha; SOUSA, Simone Rodrigues de; MUNIZ, Daphane; SILVA, Maria Cláudia; OLIVEIRA-FILHO, Eduardo Cyrino. Caracterização microbiológica e físico-química de águas superficiais em parques urbanos no Distrito Federal. Universitas: Ciências da Saúde, Brasília, v. 8, n. 2, p. 15-34, jul./dez. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272774348_Caracterizacao_microbiologica_e_fisico-quimica_de_aguas_em_parques_urbanos_no_Distrito_Federal>. Acesso em 11 jul. 2021.

SANCHES, Heloisa Negri. Desigualdades socioespaciais e seus reflexos na saúde pública: aspectos epidemiológicos das doenças diarreicas agudas (DDA) na cidade de Araguaína. 2021. 140 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Demografia) – Programa de Pós-Graduação em Demandas Populares e Dinâmicas Regionais. Universidade Federal do Tocantins. Tocantins. Disponível em: <<https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/jHSmHNVTsWYcokUqfP6r2g/content/Dissertação%20Final%20de%20Heloisa%20Negri%20Sanches.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SILVA, Gilberto Silvério da; JARDIM, Wilson de Figueiredo. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP. Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 689- 694, abr. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/Kz5NSgvY36Mh3krgbJcCksq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 20j un. 2021

SILVA, Maria Marciene Costa da; ALMEIDA, Pitágora Carvalho de; SILVA, Rodrigo Ferreira da; MENDES, Maurício Ferreira; GUEDES, Luciano da Silva Dinâmico da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lontra, Norte do Tocantins. Revista Geoaraguaia, Barra do Garças, v. 11, n. 2, p.183-197, dez. 2021. Disponível em: Acesso em 10 ago. 2024.

STRIEDER, Milton Robert; RONCHI, Luis Henrique; STENERT, Cristina; SCHERER, Ricardo T. hormann NEISS, Ulisses Gaspar. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microb

acia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. *Acta Biológica Leopoldensia*, São Leopoldo, v.28, n.1, p.17-24, nov. 2005.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; HESPAÑHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar de Moraes. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 31-43, jul/set. 2000. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/cenarios-da-gestao-da-agua-no-brasil-1.pdf>>. Acesso em 20 de ago. 2021.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI-MATSUMURA, Takako. As múltiplas dimensões da crise hídrica. *Revista USP*, São Paulo, n. 106, p. 21-30, jul/ago/set. 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/109780/108286>>. Acesso em: 16 out. 2024.

TUNDISI, Jose Galizia, MATSUMURA-TUNDISI, Takako; CIMINELLI, VIRGINIA S.; BARBOSA, Francisco A. Water availability, water quality, water governance: the way ahead, in C. A. Vrdene et al. (ed.). *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future*. PIAHS, 2015, pp. 75-9. Disponível em: <<https://piahs.copernicus.org/articles/366/75/2015/piahs-366-75-2015.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2024.

3M Company. Thermo Fisher Scientific Australia and New Zealand – authorized distributor of 3M. *E.coli/Coliform Count. Interpretation Guide*. Folheto teórico. 2014. 6p.

3M Company. *Interpretation Guide – Yeast and Mold Count Plate*. Folheto teórico. 2020. 8p.