

Qualidade microbiológica da água na Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande e seu impacto na saúde pública

Microbiological quality of water in the Turvo and Grande River Watershed and its impact on public health

Calidad microbiológica del agua en las Cuencas de los Ríos Turvo y Grande y su impacto en la salud pública

Everhton Paulo de Freitas Primo

Graduando, Medicina, Universidade Brasil, Brasil.
everhhton@hotmail.com

Luiz Sergio Vanzela

Professor Titular, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Brasil, Brasil.
luiz.vanzela@ub.edu.br

Cleber Fernando Menegasso Mansano

Professor Titular, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Brasil, Brasil.
cleber.mansano@ub.edu.br

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Professora Titular, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Brasil, Brasil.
americo.ju@gmail.com

RESUMO

A qualidade microbiológica da água associada à saúde pública é essencial na aplicação de conhecimentos epidemiológicos para se adotar medidas preventivas de saneamento. O objetivo desse estudo foi avaliar as concentrações de *Escherichia coli* nas águas superficiais da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande e suas implicações na saúde pública. A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande localizada na região Noroeste do Estado de São Paulo. Foram avaliados 21 pontos de monitoramento e coletados dados brutos das análises microbiológicas da água obtidos por meio da Rede Básica integrada da ANA/CETESB, referente ao monitoramento de 2019. Os dados foram comparados com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela legislação do Estado de São Paulo e Brasileira. A estimação da proporção de amostras nos padrões qualidade de água foi por intervalo com 95% de confiança. Constatou-se que apenas $51,2\% \pm 8,8\%$ das amostras de água da Bacia Hidrográfica estavam de acordo com o limite estabelecido nas legislações para águas doce de classe 2. Evidencia-se uma deficiência da qualidade microbiológica da água, visto que as concentrações de *E. coli* estão acima do limite estabelecido nas duas legislações em $48,8\% \pm 8,8\%$ das amostras oferecendo riscos à saúde da população exposta e ao meio ambiente. Assim, destaca-se a importância do monitoramento da qualidade da água e de maiores investimentos sociopolíticos para efetivação das medidas de saneamento básico, a fim de verificar a qualidade das bacias hidrográficas e limitar possíveis surtos de doenças de veiculação hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Coliformes. Patógenos. Recursos hídricos.

ABSTRACT

The microbiological quality of water associated with public health is essential in the application of epidemiological knowledge to adopt preventive sanitation measures. The objective of this study was to evaluate the concentrations of Escherichia coli in the surface waters of the Turvo and Grande River Basin and its implications for public health. The study area comprises the Turvo and Grande River Basin located in the Northwest region of the State of São Paulo. 21 monitoring points were evaluated and raw data collected from the microbiological analyzes of the water obtained through the ANA/CETESB integrated Basic Network, referring to the 2019 monitoring. The data were compared with the water quality standards established by the legislation of the State of São Paulo and Brazilian. The estimation of the proportion of samples in the water quality standards was performed using a 95% confidence interval. It was found that only $51.2\% \pm 8.8\%$ of water samples from the Hydrographic Basin were in accordance with the limit established in the legislation for class 2 fresh water. E. coli concentrations are above the limit established in both legislations at $48.8\% \pm 8.8\%$ of samples, offering risks to the health of the exposed population and to the environment. Thus, the importance of monitoring water quality and greater socio-political investments to implement basic sanitation measures is highlighted, in order to verify the quality of watersheds and limit possible outbreaks of waterborne diseases.

KEYWORDS: Coliforms. Pathogens. Water resources.

RESUMEN

La calidad microbiológica del agua asociada a la salud pública es fundamental en la aplicación de los conocimientos epidemiológicos para adoptar medidas preventivas de saneamiento. El objetivo de este estudio fue evaluar las concentraciones de Escherichia coli en las aguas superficiales de las cuencas de los ríos Turvo y Grande y sus implicaciones para la salud pública. El área de estudio comprende las cuencas de los ríos Turvo y Grande, ubicadas en la región Noroeste del Estado de São Paulo. Se evaluaron 21 puntos de monitoreo y se recopilieron datos brutos de los análisis microbiológicos del agua obtenidos a través de la Red Básica Integrada ANA/CETESB, referentes al monitoreo de 2019. Los datos se compararon con los estándares de calidad del agua establecidos por la legislación del Estado de São Paulo y brasileño. La estimación de la proporción de muestras en los estándares de calidad del agua se realizó utilizando un intervalo de confianza del 95%. Se encontró que solo el $51,2\% \pm 8,8\%$ de las muestras de agua de la Cuenca Hidrográfica estuvieron de acuerdo con el límite establecido en la legislación para agua dulce clase 2. Las concentraciones de E. coli están por encima del límite establecido en ambas legislaciones en $48,8\% \pm 8,8\%$ de las muestras, ofreciendo riesgos a la salud de la población expuesta y al medio ambiente. Así, se destaca la importancia del monitoreo de la calidad del agua y de mayores inversiones sociopolíticas para implementar medidas de saneamiento básico, a fin de verificar la calidad de las cuencas hidrográficas y limitar posibles brotes de enfermedades transmitidas por el agua.

PALABRAS CLAVE: Coliformes. Patógenos. Recursos hídricos.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos recursos hídricos dos sistemas fluviais é essencial para o abastecimento sustentável de água para diferentes comunidades, uma vez que os rios são sistemas dinâmicos que conectam as sociedades no espaço. Deste modo, as atividades antrópicas realizadas à montante das águas superficiais têm consequências sobre os usuários desses recursos hídricos localizados à jusante (CHATANGA et al., 2019).

De acordo com Li e Liu (2019), os múltiplos usos dos recursos hídricos podem alterar e comprometer sua qualidade e disponibilidade nas bacias hidrográficas. Entre os principais usos da água destacam-se o abastecimento humano, a irrigação, a dessedentação de animais, a geração de energia, a aquicultura, os usos industriais e o despejo de efluentes domésticos.

Neste contexto, a qualidade das águas pode ser prejudicada por meio de fontes de poluição pontual como lançamentos e descarga de efluentes domésticos em corpos d'água ou de maneira difusa nas quais não é possível identificar lançamentos ou poluição proveniente de locais específicos, como por exemplo, o aporte de sedimentos provenientes da drenagem urbana (AMÉRICO-PINHEIRO; RIBEIRO, 2019).

O despejo de efluentes domésticos nos cursos d'água muitas vezes sem qualquer tratamento é um dos principais fatores que causam a degradação dos recursos hídricos, principalmente em locais destinados a captação de água para abastecimento humano. Estudos identificaram e ressaltaram a problemática da presença de microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli* em águas superficiais contaminadas por esgoto em diferentes regiões do Brasil (AMÉRICO-PINHEIRO et al., 2021; STORTO et al., 2021; RIBEIRO et al., 2022).

Apesar das condições de saneamento básico e vigilância quanto à qualidade microbiológica da água ofertada para a população nos últimos anos apresentarem melhoras, cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso ao abastecimento com água tratada e 100 milhões (45% da população) não possuem acesso à coleta de esgoto, de acordo com Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2020. Essas condições favorecem um cenário propício ao contato com águas contaminadas e aumento no número de casos de doenças de veiculação hídrica.

A qualidade das águas superficiais pode ser avaliada por meio de variáveis físico-químicas e microbiológicas. Segundo Von Sperling (1996), as características microbiológicas dos cursos d'água são importantes, visto que possibilitam a identificação de perigos mais significativos da poluição biológica por microrganismos de origem fecal.

Vários microrganismos aquáticos podem infectar ou parasitar os seres humanos, e esses são responsáveis por significativos números de morbidade e mortalidade em todo o mundo. A maioria desses organismos representa uma problemática mundial de saúde pública quando dejetos humanos ou de animais contaminam as fontes de água superficial utilizadas para consumo humano, recreação ou ingestão de alimentos contaminados (CAHOON, 2021).

Visando avaliar a qualidade microbiológica dos ambientes aquáticos e a sua possível contaminação por organismos causadores de doenças, são realizadas análises de indicadores de contaminação fecal. O grupo de microrganismos mais utilizados como indicadores incluem os coliformes totais e os termotolerantes, sendo a bactéria *Escherichia coli* a mais utilizada como parâmetro de contaminação fecal da água por ter maior relação com a saúde humana (MELLO; COSTA, 2016). Elevadas concentrações de *E. coli* indicam contaminação por fezes e possível ocorrência de patógenos entéricos na água (ALLENDE; MONAGHAN, 2015).

Quadro 1 – Descrição dos pontos de monitoramento da qualidade microbiológica da água da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande

Pontos de Amostragem	Código	Municípios	Latitude (S)	Longitude (W)
Entrada da estação ecológica da UNESP	BILU 02 900	São José do Rio Preto	20° 51' 12"	49° 25' 57"
Ponte na Estrada Antiga Estrada Boaideira	CXEI 02 550	Olímpia	20° 42' 11"	48° 53' 39"
Ponte na estrada de terra que liga os distritos de Baguaçu a Ribeiro dos Santos	CXEI 02 900	Olímpia	20° 37' 01"	49° 03' 18"
Ponte na rodovia BR-153, a jusante da Usina Hidrelétrica Marimbondo	GRDE 02 500	Icém	20° 18' 16"	49° 12' 26"
Na ponte da SP 463, na divisa de estado SP/MG, a jusante do Res. de Água Vermelha	GRDE 02 800	Ouroeste	19° 50' 55"	50° 22' 06"
No tubulão sob a ponte da SP – 310	IADE 04 500	São José do Rio Preto	20° 49' 04"	49° 26' 06"
Ponte na vicinal Isidoro Parise, na divisa de municípios de Pedranópolis e Parisi	MARI 04 250	Pedranópolis	20° 17' 33"	50° 04' 47"
Ponte na rua Síria, no Jardim Glória, próximo da sua foz no Córrego Olhos D'água	MATA 04 900	Olímpia	20° 43' 52"	48° 55' 14"
Ponte na Rua Durval Brite, a montante do Córrego do Matadouro	OLHO 02 690	Olímpia	20° 43' 43"	48° 54' 52"
Ponte na rodovia que liga Palmares Paulista a Paraíso	ONCA 02 500	Palmares Paulista	21° 04' 41"	48° 47' 31"
Ponte na rodovia que liga Américo de Campos a Palestina.	PRET 02 800	Palestina	20° 17' 40"	49° 38' 10"
Ponte na estrada que liga a cidade de Ipiguá à Rodovia BR -153	PRET 04 300	Ipiguá	20° 37' 40"	49° 21' 18"
Ponte na SP-463, na divisa Mun. de Ouroeste e Populina. Junto a régua da DAEE 7A-001R	RITA 02 700	Populina	19° 57' 28"	50° 26' 29"
No Pier da captação do SAEV de Votuporanga	RMAR 02 900	Votuporanga	20° 24' 19"	49° 57' 24"
Na captação da ETA de São José do Rio Preto	RPRE 02 200	São José do Rio Preto	20° 48' 34"	49° 22' 34"
Na ponte do Pingadouro	SDOM 03 900	Tabapuã	20° 50' 37"	49° 05' 25"
Ponte na Rua J. Zancaner, em Catiguá. Junto a régua do DAEE 6C-008L	SDOM 04 500	Catiguá	21° 03' 02"	49° 03' 49"
Ponte na vicinal entre Paraíso e Monte Azul Paulista, junto a Régua do DAEE 5B-010	TURV 02 300	Paraíso	20° 59' 30"	48° 42' 27"
Ponte na rodovia que liga São José do Rio Preto a Olímpia	TURV 02 500	Guapiaçu	20° 44' 30"	49° 06' 13"
Ponte na estrada Municipal que liga Nova Granada a Samambaia, junto ao Posto DAEE 6B-009	TURV 02 800	Nova Granada	20° 29' 58"	49° 12' 40"

Fonte: Adaptado de CETESB (2020a).

Ademais, a representação dos pontos de monitoramento da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo na área da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande que pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Turvo/Grande (UGRHI 15) pode ser evidenciada na Figura 2.

Figura 2 – Pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande.



Fonte: CETESB (2020b).

Na análise microbiológica da água da bacia foi considerada a concentração de *E. coli* nos vinte e um (21) pontos de monitoramento, baseando-se na técnica de membrana filtrante para a quantificação de coliformes termotolerantes de acordo com os procedimentos do manual da APHA (2012) que é utilizado pela CETESB.

Os dados brutos do relatório foram avaliados e a partir deles foi elaborada uma tabela que permitiu visualizar a localização dos pontos de coleta aliado a concentração da *E. coli* em cada local, possibilitando realizar um diagnóstico da qualidade microbiológica da água da bacia, além de elencar os possíveis fatores que estejam interferindo na concentração desses microrganismos na água.

Os dados microbiológicos obtidos foram comparados com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 de acordo com classe de uso definida para cada ponto (BRASIL, 2005) e com o Padrão definido na Decisão de Diretoria CETESB nº 112/2013/E de 09/04/2013 que apresenta valores mais restritivos para concentrações de *E. coli* (CETESB, 2013).

A partir dessa análise, obteve-se uma proporção de amostras nos padrões qualidade de água com um intervalo com 95% de confiança. Essa análise possibilitou inferir implicações na saúde pública associadas às concentrações de *E. coli* na água, aplicação desse conhecimento e proposição de medidas para minimizar esse tipo de contaminação caso seja identificadas concentrações da bactéria acima dos limites permitidos na legislação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 21 pontos de monitoramento da qualidade microbiológica da água da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo/Grande, segundo a Resolução CONAMA nº357/2005, estão classificados como corpos hídricos de classe 2 (BRASIL, 2005). Essas águas superficiais podem ser destinadas ao abastecimento visando o consumo humano, após tratamento convencional; à recreação de contato primário, tais como mergulho, esqui aquático e natação, à proteção das

comunidades aquáticas; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à pesca.

A presença da *E. coli* é um importante indicador microbiológico da qualidade dos recursos hídricos. Essa bactéria é encontrada no trato gastrointestinal de animais e humanos compondo sua microbiota, ao ser eliminada nas fezes pode estar presente em rios, lagoas e reservatórios hídricos em concentrações inadequadas dependendo do uso da água (WHO, 2017). O contato com água contaminada pode ocorrer pela ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, processos industriais e atividades de recreação. De acordo com a Resolução CONAMA n nº357/2005 (BRASIL, 2005), o limite permitido para *E. coli* em águas doces de classe 2 é de 1000 UFC/100 ml. O limite máximo permitido estabelecido na Decisão de Diretoria CETESB nº 112/2013/E de 09/04/2013, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011 é de 600UFC/100ml.

Durante o período do monitoramento (12 meses), constatou-se que apenas 51,2% ± 8,8% das amostras de água da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande estavam de acordo com o limite estabelecido nas duas legislações para águas doce de classe 2, ao nível de 95% de confiança. A presença de *E. coli* em concentrações acima do estabelecido evidencia uma deficiência da qualidade bacteriológica da água, visto que esse microrganismo é indicativo de contaminação fecal. As concentrações de *E. coli* registradas na bacia estudada encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Concentração de *E. coli* (UFC/100ml), nos pontos de coleta de água da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande de janeiro a novembro de 2019.

Código dos Pontos de monitoramento	Janeiro	Março	Maio	Julho	Setembro	Novembro
BILU 02 900	168	172	* 1.080	480	* 920	200
CXEI 02 550	60	* 1.320	74	100	140	80
CXEI 02 900	91	-	160	400	216	84
GRDE 02 500	1	33	106	9	2	4
GRDE 02 800	1	5	< 1	< 1	2	2
IADE 04 500	* 1560	* 5400	* 2100	* 20000	* 18000	* 21000
MARI 04 250	* 5200	* 5000	* 2900	* 3400	* 19000	* 35000
MATA 04 900	* 240000	* 70000	* 30000	* 350000	* 450000	* 2500000
OLHO 02 690	*38.000	* 10.000	* 38.000	* 200.000	* 70.000	* 52.000
ONCA 02 500	* 3.600	500	* 7.900	* 940	292	500
PRET 02 800	156	160	100	96	224	96
PRET 04 300	* 270000	* 65000	* 47000	* 140000	* 59000	* 640000
RITA 02 700	400	400	200	232	* 860	500
RMAR 02 900	41	11	43	22	212	54
RPRE 02 200	240	* 16.000	140	440	* 860	* 1.200
SDOM 03 900	* 3.000	560	308	* 1.320	* 1.200	* 1.020
SDOM 04 300	* 1600	* 4000	* 34000	* 2000	* 2300	* 4200
SDOM 04 500	* 26000	* 16000	* 14000	* 91000	* 170000	* 170000
TURV 02 300	* 700	* 760	* 700	300	* 740	540
TURV 02 500	580	* 1.500	340	320	204	160
TURV 02 800	212	480	224	480	300	400

Fonte: Adaptada CETESB (2020a).

*Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CETESB nº 112/2013/E.

A presença de linhagens patogênicas desse agente pode propiciar acometimentos gastrointestinais como diarreia, síndrome hemolítica urêmica, colite hemorrágica, além de associação com outros patógenos como vírus, protozoários e outras bactérias causadoras de

doenças de veiculação hídrica como hepatite A, amebíase, giardíase, febre tifoide dentre outras (ARAÚJO et al., 2009).

A disseminação de patologias veiculadas pelos recursos hídricos guarda importante relação com a qualidade microbiológica da água, com a taxa de cobertura de saneamento básico e com as condições de higiene da população. De acordo com dados do DATASUS (2020), foram registradas mais de 167 mil internações por doenças de veiculação hídrica e mais de 1.898 óbitos pelo acometimento dessas patologias, sobretudo em grupos etários mais vulneráveis, como crianças e idosos. Essa relação também foi evidenciada no estudo realizado por Paiva e Souza (2018) em que as maiores taxas de internações e morbimortalidade, devido a doenças de veiculação hídrica, estão concentradas em regiões com menor escolaridade e menor cobertura serviços de saneamento básico.

As amostras coletadas em TURV 02 800, RMAR 02 900, PRET 02 800, CXEI 02 900, GRDE 02 500, GRDE 02 800 apresentam a qualidade microbiológica da água adequada para corpos d'água de classe 2 com concentrações reduzidas de *E. coli* (< 600 UFC/100 ml) sem comprometer os usos destinados à corpos d'água de classe 2, como o contato primário na natação, mergulho, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer e à atividade de pesca, entre outros.

Os pontos de amostragem localizados nos municípios de São José do Rio Preto, Pedranópolis, Olímpia, Catinguá, Catanduva e Ipiranga apresentaram valores acima do estabelecido na Resolução CONAMA nº357/2005 de corpos hídricos de classe 2 em todos os meses coletados. Segundo Santos et al. (2013), o descarte inadequado de resíduos sólidos e a destinação final do esgoto em águas superficiais são os principais meios de poluição dos recursos hídricos nesses municípios. Uma vez que, as atividades urbanas potencializam a contaminação das águas, evidenciado também por Andrade e Felchak (2009), que detectaram maiores índices de coliformes fecais à jusante do rio das Antas (Irati, PR) demonstrando a carência de saneamento adequado com ligações incorretas de esgoto, falta de fiscalização, presença de fossas sépticas ou fossas negras, usualmente sem filtros e sumidouros, podendo levar à contaminação do solo e da água por meio do escoamento superficial (FILHO; DUTRA; CERUTI, 2012).

Outra análise da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande foi realizada por Melo (2010), por meio de 12 coletas de amostras de águas superficiais em 13 pontos de amostragem ao longo dos rios Preto, Turvo e Grande de modo a caracterizar a dinâmica dos metais nesses leitos. Melo (2010) ressalta o grande impacto gerado pelo descarte inadequado do esgoto e escoamento de resíduos sólidos urbanos, que culminam na presença de altas concentrações de carbono orgânico total e de metais como alumínio, cobre, cromo e níquel acima dos valores padronizados nos recursos hídricos.

Esse cenário também foi evidenciado no estudo realizado por Borda (2016), que avaliou seis pontos específicos do curso d'água do Rio Turvo/SP localizados na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema, quanto às características físicas, químicas, microbiológicas e ecológicas. Os resultados obtidos pelo autor supracitado para as amostras apresentaram todos os valores fora dos limites padrões exigidos por lei. Destaca-se que a contaminação destes pontos pode estar associada ao descarte incorreto de resíduos domésticos, industriais e aos excrementos de animais que têm acesso direto ao rio Turvo, favorecendo a proliferação de agentes como a *E. coli*. Tal conjuntura pode resultar em alterações ambientais com degradação

dos ecossistemas e acometimento da saúde pública, devido à capacidade de veiculação de patologias diretamente aos humanos e aos animais domésticos (ANDRADE; FELCHAK, 2009).

5 CONCLUSÃO

Evidencia-se uma deficiência na qualidade microbiológica da água na Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande, visto que as concentrações de *E. coli* estão acima do limite estabelecido nas duas legislações para águas doce de classe 2 em 48,8% ± 8,8% das amostras analisadas, sendo impróprias para as atividades destinadas e oferecendo riscos à saúde da população exposta e ao meio ambiente. Os pontos da bacia que merecem maior atenção em relação à qualidade microbiológica e aos possíveis impactos na saúde pública são aqueles localizados nos municípios de São José do Rio Preto, Pedranópolis, Olímpia, Catinguá, Catanduva e Ipiranga.

Assim, destaca-se a importância do monitoramento da qualidade da água e de maiores investimentos sociopolíticos para efetivação das medidas de saneamento básico, a fim de verificar a qualidade das bacias hidrográficas e limitar possíveis surtos de doenças de veiculação hídrica.

REFERÊNCIAS

- ALLENDE, A.; MONAGHAN, J. Irrigation water quality for leafy crops: a perspective of risks and potential solutions. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.12, p. 7457–7477, 2015. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/12/7/7457>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; RIBEIRO, L. G. Monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade da água em bacias hidrográficas. In: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. (org). **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Tupã: ANAP, 2019, p. 89-109.
- AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P., BELLATTO, L. C., MANSANO, C. F. M., VILAR, D. S., FERREIRA, L. F. R., TORRES, N. H., BILAL, M., IQBAL, H. M. N. Monitoring microbial contamination of antibiotic resistant *Escherichia coli* isolated from the surface water of urban park in southeastern Brazil. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 15, p. 100438, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100438>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- ANDRADE, A. R., FELCHAK, I. M. a poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas - Irati/PR. **Geoambiente On-line**, n. 12 p. 1-25, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/25985>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- APHA; AWWA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22th ed. Washington, D.C: **American Public Health Association**, 2012. Disponível em :<http://www.standardmethods.org>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- ARAÚJO, A. F. V.; LIMA, J. C. M.; PAIXÃO, A. N.; PICANÇO, A. P. Avaliação da Eficiência dos Serviços de Saneamento Básico no Combate às Endemias nos Municípios do Estado do Tocantins. In: VII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, **Anais [...]**. São Paulo, 2009.
- BORDA, A. A. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecológicos do curso d'água do Rio Turvo (SP)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru (SP), 2016.
- BRASIL. Conselho Nacional De Meio Ambiente, 2005. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 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, Brasília, DF [2005]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705>>. Acesso em: 02 mai. 2021.

CAHOON, L. B. Microbiological threats to water quality. In: AHUJA, S. (org). **Handbook of Water Purity and Quality**. 2. ed. Academic Press, 2021, p. 179-198. DOI:10.1016/B978-0-12-821057-4.00001-X.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão de Diretoria nº 112/2013/E, de 09 de abril de 2013. **Dispõe sobre o estabelecimento dos valores limites do parâmetro Escherichia coli (E.coli), para avaliação da qualidade dos corpos de águas do território do Estado de São Paulo**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 mar. 2013. p. 42-44.

_____. **Relatório qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo**: parte 1: águas doces 2019. São Paulo, 2020a.

_____. **Mapa das redes de monitoramento por UGRHI**: apêndice H. São Paulo, 2020b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2021/09/Apendice-H-Mapa-das-redes-de-monitoramento-por-UGRHI-2020.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

CHATANGA, P.; NTULI, V.; MUGOMERI, E.; KEKETSI, T. CHIKOWORE, N. V. T. Situational analysis of physico-chemical, biochemical and microbiological quality of water along Mohokare River, Lesotho. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 45, p. 45–51, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428518300876>>. Acesso em 29 set.2022.

DATASUS. **Saúde**. 2020. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/saude/>. Acesso em 22 out. 2022.

FILHO, P. C. O., DUTRA, A. M., CERUTI, F. C. Qualidade das águas superficiais e o uso da terra: estudo de caso pontual em Bacia Hidrográfica do Oeste do Paraná. **FLORAM**, v. 19, n. 1, p. 32-43, 2012. Disponível em: <https://www.floram.org/article/doi/10.4322/floram.2012.005>. Acesso em: 17 nov. 2022.

LI, D.; LIU, S. **Water Quality Monitoring and Management**: Basis, Technology and Case Studies. 1. ed. Elsevier/Academic Press. 2019. 368p. DOI: 10.1016/C2016-0-00573-9.

MELO, C. A. **Caracterização e dinâmica de metais em rios da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto (SP), 2010.

MELLO, F. A.; COSTA, L. A. *Escherichia coli* e seu impacto na saúde pública. **Colloquium Vitae**, v. 8, p. 30–35, 2016. Disponível em: <http://www.unoeste.br/site/enepe/2016/suplementos/area/Vitae/Biomedicina/ESCHERICHIA%20COLI%20E%20SEU%20IMPACTO%20NA%20SA%20C%3%A9ADE%20P%3%A9ABLICA.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022

PAIVA, R. F. P. S., SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/c3DgtD4MPBmxLdpmW8NxBhk/?lang=pt>. Acesso em: 17 nov. 2022.

REGEA - GEOLOGIA, EMGENHARIA E ESTUDOS. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)**. São Jose do Rio Preto: CBH-TG, 2017.

RIBEIRO, N. U. F., BEGA, J. M. M., ZAMBRANO, K. T., AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P., CARVALHO, S. L. Qualidade da água do rio Paraná em região de balneabilidade: discussão sobre os impactos potenciais do lançamento de efluentes provenientes de tratamento secundário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/HXqzGBsPMtcjqVwLpJtqfsF/?lang=pt>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SANTOS, J. O.; SANTOS, R. M. S.; GOMES, M. A. D.; MIRANDA, R. C.; NÓBREGA, I. G. M. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 19-26, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/2279>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Painel de informações sobre saneamento**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 21 out. 2022.

STORTO, D., NARA, L. B. C., KOZUSNY-ANDREANI, D. I., VANZELA, L. S.; MANSANO, C. F. M., BILAL, M., IQBAL, H. M. N., AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. Seasonal Dynamics of Microbial Contamination and Antibiotic Resistance in the Water at the Tietê Ecological Park, Brazil. **Water Air and Soil Pollution**, v. 232, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-021-05207-y>. Acesso em: 17 nov. 2022.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. Desalva - UFMG, 1996. 243 p. v. 1.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for Drinking-water Quality: fourth edition incorporating the first addendum. **World Health Organization Library and Information Services**, v. 1, n. 4, p. 1-631, 2017.