

Variação espaço-temporal da concentração de *Escherichia coli* em águas superficiais e a saúde pública

Spatio-temporal variation of Escherichia coli concentration in surface waters and public health

Variación espacio-temporal de la concentración de Escherichia coli en aguas superficiales y salud pública

Danila Fernanda Rodrigues Frias

Professora Doutora, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.
danila.frias@universidadebrasil.edu.br

Rafael Silvio Bonilha Pinheiro

Professor Doutor, UNESP – Ilha Solteira/SP, Brasil.
rafael.pinheiro@unesp.br

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Professora Doutora, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.
juliana.pinheiro@universidadebrasil.edu.br

Ana Luíza Bíscao Buosi

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.
anabuosii@gmail.com



RESUMO

A qualidade microbiológica das águas superficiais pode indicar as atividades humanas que apresentam potenciais riscos a esse recurso e a saúde pública. Objetivou-se avaliar a variação espaço-temporal da concentração de *Escherichia coli* na água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP e suas implicações na saúde pública. Para a avaliação da concentração de *E. coli* na água, utilizou-se seis pontos de monitoramento georreferenciados. Os dados avaliados foram extraídos dos Relatórios de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, referente às análises de água dos anos de 2016 e 2017. Em 2016, 83,4% das amostras estavam de acordo com o limite estabelecido nas legislações brasileiras para águas doce superficiais de classe 2. No ano de 2017, essa porcentagem aumentou para 88,9%. Independente do mês e do ano, às águas superficiais próximas às áreas de criação animal e à jusante da estação de tratamento de esgoto apresentaram as maiores concentrações de *E. coli*. Os demais pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados apresentam a qualidade microbiológica da água adequada sem comprometimento dos usos destinados a corpos d'água de classe 2.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica. Microrganismos. Monitoramento.

ABSTRACT

The microbiological quality of surface waters can indicate human activities that present potential risks to this resource and public health. The aims was to evaluate the spatio-temporal variation of the concentration of Escherichia coli in the water of the São José dos Dourados River Hydrographic Basin - SP and its implications for public health. To assess the concentration of E. coli in the water, six georeferenced monitoring points were used. The evaluated data were extracted from the Inland Water Quality Reports of the State of São Paulo of the Environmental Company of the State of São Paulo, referring to the water analyzes of the years 2016 and 2017. In 2016, 83.4% of the samples were in agreement with the limit established in Brazilian legislation for class 2 surface freshwater. In 2017, this percentage increased to 88.9%. Regardless of the month and the year, the surface waters near the animal breeding areas and downstream from the sewage treatment plant showed the highest concentrations of E. coli. The other monitoring points in the São José dos Dourados River Hydrographic Basin have adequate microbiological water quality without compromising the uses for class 2 bodies of water.

Keywords: Hydrographic basin. Microorganisms. Monitoring.

RESUMEN

La calidad microbiológica de las aguas superficiales puede indicar actividades humanas que presentan riesgos potenciales para este recurso y la salud pública. El objetivo fue evaluar la variación espacio-temporal de la concentración de Escherichia coli en el agua de la cuenca del río São José dos Dourados - SP y sus implicaciones para la salud pública. Para evaluar la concentración de E. coli en el agua, se utilizaron seis puntos de monitoreo georreferenciados. Los datos evaluados fueron extraídos de los Informes de Calidad del Agua Interior del Estado de São Paulo de la Companhia Ambiental del Estado de São Paulo, en referencia a los análisis de agua de los años 2016 y 2017. En 2016, el 83.4% de las muestras estaban de acuerdo con el límite establecido en la legislación brasileña para el agua dulce superficial de clase 2. En 2017, este porcentaje aumentó al 88,9%. Independientemente del mes y el año, las aguas superficiales cercanas a las áreas de reproducción animal y aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas residuales mostraron las mayores concentraciones de E. coli. Los otros puntos de monitoreo en la cuenca del río São José dos Dourados tienen una calidad microbiológica adecuada del agua sin comprometer los usos de los cuerpos de agua de clase 2.

PALABRAS CLAVE: Cuenca hidrográfica. Microorganismos; Supervisión.

1 INTRODUÇÃO

Os cursos d'água desempenham um papel importante no fornecimento de recursos hídricos que são essenciais para a sobrevivência e saúde do ser humano e dos ecossistemas. Os rios e reservatórios são as principais fontes de água para a irrigação, abastecimento doméstico, usos industriais, dessedentação de animais, aquicultura e demais atividades que dependem da água em uma bacia hidrográfica. Esse múltiplos usos da água podem alterar e comprometer sua qualidade (LI; LIU, 2019).

O uso excessivo de água, as mudanças climáticas e a poluição são fatores que ameaçam a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos podendo provocar impactos na saúde pública. A poluição das águas por compostos inorgânicos (metais pesados e nitrogênio), compostos orgânicos (agrotóxicos, fertilizantes e fármacos) e patógenos, é considerada uma grande ameaça para todos os ecossistemas, especialmente para os aquáticos (SILVA et al., 2011; KUZMANOVÍČ et al., 2015; DEVANE et al., 2018).

A avaliação quantitativa e a compreensão das alterações espaciais e temporais da qualidade das águas são indispensáveis para o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos (WANG et al., 2014). Assim, a manutenção da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos requer um monitoramento contínuo das suas características físico-químicas e microbiológicas (LOUCIF et al., 2020).

As características microbiológicas dos corpos d'água são importantes, pois permitem identificar os perigos mais significativos da poluição biológica por microrganismos provenientes do metabolismo de animais homeotérmicos (VON SPERLING, 1996). A fim de avaliar as características microbiológicas dos corpos hídricos, a Resolução CONAMA nº 357/2005 recomenda o uso da *Escherichia coli* como indicadora de poluição fecal, pois é uma bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes, cujo habitat exclusivo é o intestino de seres humanos e animais homeotérmicos (CONAMA, 2005).

A *E. coli* frequentemente não é patogênica, mas algumas cepas possuem virulência que lhes permitem causar um amplo espectro de infecções no sistema gastrointestinal e urinário dos seres humanos e animais (NATARO; KAPER, 1998). Embora, nem todas as cepas sejam necessariamente patogênicas, sua presença está relacionada com a deterioração da qualidade das águas e pode aumentar o risco de doenças gastrointestinais à população que utiliza esse recurso (SERVAIS et al., 2005; SIBANDA; CHIGOR; OKOH, 2013). De acordo com a concentração de *E. coli*, pode-se pressupor uma relação dos microrganismos patógenos transmitidos pelo uso ou ingestão da água, e avaliar a poluição do corpo d'água (WHO, 1996).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a variação espaço-temporal da concentração de *E. coli* na água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP e suas implicações na saúde pública.

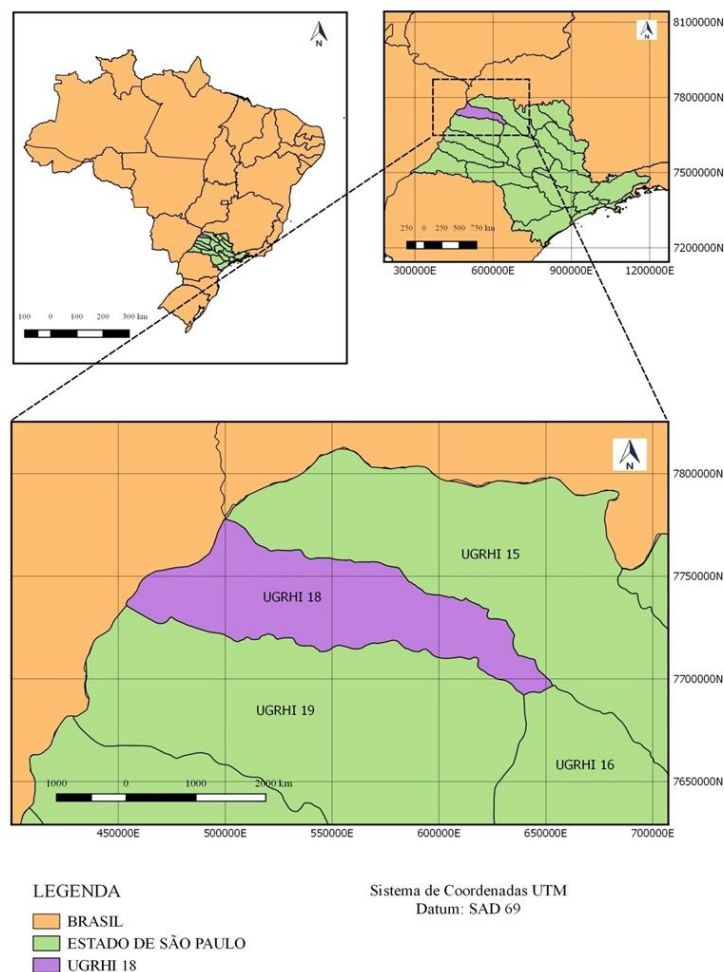


2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo da avaliação da variação espaço-temporal da concentração de *E. coli* é a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados que compreende a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio São José do Dourados denominada de UGRH18 (Figura 1).

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados drena uma área de 6.805,20 km² e é constituída por 25 municípios que incluem Aparecida d'Oeste, Auriflama, Dirce Reis, Floreal, General Salgado, Guzolândia, Ilha Solteira, Jales, Marinópolis, Monte Aprazível, Neves Paulista, Nhandeara, Nova Canaã Paulista, Palmeira d'Oeste, Pontalinda, Rubinéia, Santa Fé do Sul, Santa Salete, Santana da Ponte Pensa, São Francisco, São João das Duas Pontes, São João de Iracema, Sebastianópolis do Sul, Suzanápolis e Três Fronteiras (IRRIGART, 2015).

Figura 1- Localização no Estado de São Paulo da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados



Fonte: RIBEIRO (2018).

Os dados avaliados no presente estudo foram obtidos por meio da Rede Básica integrada de monitoramento da Agência Nacional de Água (ANA, 2019) e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que fornecem um diagnóstico dos recursos hídricos. Esses dados foram extraídos dos Relatórios de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo da CETESB, referente aos monitoramentos realizados nos anos de 2016 e 2017 (CETESB, 2017, 2018). Para a avaliação da concentração de *E. coli* na água, utilizou-se seis pontos de monitoramento georreferenciados existentes na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição dos pontos de monitoramento de *E. coli* na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP

Local da Amostragem no Sistema Hídrico	Código do Ponto	Municípios (SP)	Latitude (S)	Longitude (W)
Braço do Ribeirão da Ponte Pensa	BPEN 02400	Três Fronteiras	20°17'48''	50°55'28''
Reservatório de Ilha Solteira	ISOL 02995	Ilha Solteira	20°22'35''	51°22'30''
Braço do Rio São José dos Dourados	BJSDO 02900	Ilha Solteira	20°25'58''	51°15'28''
Braço do Rio São José dos Dourados	BSJDO 02200	Suzanápolis	20°33'11''	50°00'40''
Rio São José dos Dourados	SJDO 02500	General Salgado	20°30'31''	50°31'08''
Rio São José dos Dourados	SJDO 02150	Monte Aprazível	20°43'02''	49°46'00''

Fonte: CETESB (2017).

A metodologia de análise de *E. coli* nas águas superficiais da bacia hidrográfica baseou-se na técnica de membrana filtrante para a quantificação de coliformes termotolerantes de acordo com o procedimento do manual da APHA (2012) que é utilizado pela CETESB.

Os dados microbiológicos do relatório foram avaliados e comparados com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2 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).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os seis pontos de monitoramento de *E. coli* nos corpos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados são enquadrados como classe 2. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, os corpos hídricos de classe 2 são águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; 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; e à aquicultura e à atividade de pesca.

O limite permitido para *E. coli* em águas doces superficiais de classe 2 é de 1000 UFC/100 mL, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. No entanto, a Decisão de Diretoria CETESB nº 112/2013/E de 09/04/2013 é mais restritiva e determina o limite máximo de 600 UFC/100 mL.

No monitoramento realizado no ano de 2016, constatou-se que 83,4% das amostras de água da Bacia Hidrográfica de São José dos Dourados estavam de acordo com o limite estabelecido nas duas legislações brasileiras para águas doce superficiais de classe 2. No ano de 2017, essa porcentagem aumentou para 88,9%, indicando uma melhora na qualidade microbiológica da água da bacia hidrográfica (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração de *E. coli* (UFC/100 mL) na água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante os anos de 2016 e 2017

Mês	PONTOS DE MONITORAMENTO											
	BPEN 02400		BSJD 02200		BSJD 02900		ISOL 02995		SJDO 02500		SJDO 02150	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Jan.											8300	400
Fev.	8	6	5	5	8	1	<1	1	1300	2600		
Mar.											500	4400
Abr.	<1	<1	47	5	31	<1	<1	1	1360	336		
Mai.											560	324
Jun.	2	<1	4	1	<1	<1	<1	<1	164	400		
Jul.											252	3800
Ago.	1	<1	1	3	4	1	<1	<1	300	420		
Set.											6400	120
Out.	<1	3	10	7	<1	<1	<1	83	900	560		
Nov.											4300	8600
Dez.	2	2	3	2	<1	3	<1	4	580	196		

Fonte: Adaptado de CETESB (2017, 2018).

UFC: Unidade formadora de colônia

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP. BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP. BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP. ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP. SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP. SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

Apenas as amostras de água do ponto do Rio São José dos Dourados localizado no município de General Salgado (02 500 SJDO) e do ponto localizado à jusante da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Monte Aprazível (SJDO 02 150) apresentaram concentrações de *E. coli* em

desconformidade com o padrão estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 e na Decisão de Diretoria CETESB nº 112/2013/E de 09/04/2013 para corpos d'água de classe 2.

No ponto de amostragem localizado no município de General Salgado (02500 SJDO), nos meses de fevereiro e abril de 2016 e fevereiro de 2017, a concentração de *E. coli* apresentou-se acima dos valores estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos hídricos de classe 2 (1000 UFC/100mL). Essa divergência nos meses de fevereiro e abril pode estar associada à poluição difusa, porque nessa área existe criação de bovinos. A precipitação também é mais frequente nesses meses favorecendo o escoamento superficial, carreamento de fezes de animais, transporte de sedimentos que são fatores que alteram a qualidade microbiológica da água. Segundo a FAO (2013), a bactéria *E. coli* é um dos principais indicadores de possível contaminação de água por esgoto, fossas sépticas e escoamento de fezes bovinas.

Nos meses de janeiro, setembro e novembro de 2016 e março, julho e novembro de 2017, no ponto de monitoramento localizado no município de Monte Aprazível (SJDO 02 150) registrou-se um aumento da concentração de *E. coli* ultrapassando o limite máximo permitido pelas duas legislações de qualidade de água. Essa desconformidade pode ter sido ocasionada devido à localização desse ponto à jusante de uma ETE que é uma fonte de poluição pontual.

Resultados semelhantes a esse foram identificados no Córrego das Marrecas – SP, onde as maiores concentrações de *E. coli* foram registradas no ponto de lançamento de efluente da ETE do município de Dracena (SILVA JUNIOR; CARVALHO; AMÉRICO-PINHEIRO, 2017).

A bactéria *E. coli* é comumente utilizada como um indicador da qualidade microbiológica da água em monitoramentos rotineiros de saúde pública de ecossistemas de água doce para fins de recreação. A presença desse microrganismo é um indicativo de contaminação fecal de corpos hídricos e de seu potencial de transmitir doenças (ROSSI et al., 2020).

Os esgotos sanitários quando lançados de forma incorreta ou sem o tratamento em corpos hídricos causam danos ao meio ambiente, pois neles existe a presença de microrganismos de origem fecal (VASCONCELLOS; IGANCI; RIBEIRO, 2006). A *E. coli* têm como principal origem o lançamento de esgotos domésticos em águas superficiais, e esta é, provavelmente, a principal fonte de contaminação microbiológica dos cursos d'água (ALVES et al., 2008).

Ressalta-se que, tanto em 2016 como em 2017, 50% das amostras coletas nos pontos SJDO 02 500 e SJDO 02 150 apresentaram concentrações de *E. coli* acima do valor estabelecido para águas doces de classe 2. Essa condição é preocupante, visto que indica uma água com qualidade imprópria para recreação, aquicultura e pesca que são atividades muito comuns na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. As águas superficiais desses pontos da bacia hidrográfica com concentrações elevadas de *E. coli* (acima de 600 UFC/100 mL) podem trazer riscos à saúde da população caso sejam utilizadas para recreação, pois aumentam a possibilidade da ocorrência de doenças gastrointestinais.

Os demais pontos de monitoramento avaliados na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (BPEN 02400, BSJD 02 200, BSJD 02 900 e ISOL 02 995) apresentaram qualidade

microbiológica adequada com concentrações reduzidas de *E. coli* (< 600 UFC/100 mL) sem comprometimento dos usos destinados à corpos d'água de classe 2.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos pontos de monitoramento qualidade microbiológica da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados está em conformidade com o padrão estabelecido na legislação brasileira. Houve uma melhora da qualidade microbiológica do ano de 2016 para o ano de 2017. No entanto, independente do mês e do ano às águas superficiais próximas às áreas de criação animal e à jusante da ETE apresentaram as maiores concentrações de *E. coli* na bacia. Assim, o escoamento superficial associado à criação de bovinos e os lançamentos de efluentes de ETE são condições que favorecem o aporte de microrganismos de origem fecal (animal e humana) na bacia hidrográfica.

A água dos pontos analisados na bacia com concentrações de *E. coli* acima do permitido para águas doces de classe 2 são impróprias para o abastecimento humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, 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; e à aquicultura e à atividade de pesca. Todas estas práticas são executadas na bacia hidrográfica estudada, desta forma, medidas preventivas devem ser tomadas para evitar a contaminação das águas, prevenindo a ocorrência de agravos à saúde humana e animal.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Portal da qualidade das águas**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>. Acesso em: 14. fev. 2019.

ALVES, E. C. et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó-Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Revista Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

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 mar. 2020.

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 2016. São Paulo, 2017.

_____. **Relatório qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo**: parte 1: águas doces 2017. São Paulo, 2018.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 mai. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2020.

DEVANE, M. L. et al. Fecal source tracking methods to elucidate critical sources of pathogens and contaminant microbial transport through New Zealand agricultural watersheds. **Journal of Environmental Management**, v. 222, p. 293-303, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.033>

ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE - IRRIGART. **Relatório n. 803/15: plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do rio São José dos Dourados UGRHI - 18**. Piracicaba, 2015. v. 1. 403 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Guidelines to control water pollution from agriculture in China: decoupling water pollution from agricultural production**. Rome: FAO. 2013. 197p.

KUZMANOVIĆ, M. et al. Risk assessment based prioritization of 200 organic micropollutants in 4 Iberian rivers. **Science of the Total Environment**, v. 503/504, p. 289–299, 2015.

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

LOUCIF, K. et al. Physico-chemical and bacteriological quality assessment of surface water at Lake Tonga in Algeria. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 13, 100284, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100284>

NATARO, J. P.; KAPER, J. B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 11, p. 142-201, 1998.

RIBEIRO, L. G. **Qualidade e ecotoxicidade da água da Bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP**. 2018. 109f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2018.

ROSSI, A. et al. Prediction of recreational water safety using *Escherichia coli* as an indicator: case study of the Passaic and Pompton rivers, New Jersey. **Science of The Total Environment**, v. 714, 136814, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136814>

SERVAIS, P. et al. An early warning method to detect faecal contamination of river waters. **Annals of Microbiology**, v. 55, n. 2, p. 151-156, 2005.

SIBANDA, T.; CHIGOR, V. N.; OKOH, A. I. Seasonal and spatio-temporal distribution of faecal-indicator bacteria in Tyume River in the Eastern Cape Province, South Africa. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, n.8 p. 6579-6590, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-3048-4>

SILVA JUNIOR, O. P.; CARVALHO, S. L.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. Qualidade microbiológica da água do Córrego das Marrecas no município de Dracena – SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 13, n. 4, p. 16 – 23, 2017. <http://dx.doi.org/10.17271/198008271342017>

SILVA, T. F. B. X. et al. Microbiological Quality and Antibiotic Resistance Analysis of a Brazilian Water Supply Source. **Water Air Soil Pollution**, v. 218, p. 611 - 618. 2011.

VASCONCELLOS, F. C. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 73, n. 2, p. 177-181, 2006.

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

WANG, Y. et al. Spatial pattern assessment of river water quality: implications of reducing the number of monitoring stations and chemical parameters. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 186, p. 1781–1792, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3492-9>

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guidelines for Drinking: water quality**. Geneva: WHO, 1996. 990 p.