



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Influências antrópicas e precipitação na qualidade microbiológica da água

Anthropic influences and precipitation on the microbiological quality of water

Stephanie Luana Urata (orientada)*, Kátia Valéria Marques Cardoso Prates (orientadora)†,
Larissa Baptistuci Piacenza‡, Fernando Henrique Zaran Moreira§,
Beatriz Belchor de Lara¶ Edson Fontes de Oliveira||

RESUMO

A qualidade da água é suscetível a diversos fatores, desde a precipitação até as ações antrópicas, como a intensa urbanização e atividades agropastoris. Neste contexto, esta pesquisa teve por objetivo relacionar o uso e ocupação do solo e a presença de microrganismos indicadores de qualidade da água (coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas) na bacia hidrográfica ribeirão Cafezal, no Paraná, em meses com baixa e alta pluviosidade (outubro/2020 e janeiro/2021, respectivamente). Para isto, foram selecionados seis pontos amostrais em áreas urbanas e rurais para análise microbiológica dos corpos d'água e realizado o mapeamento das feições do uso e ocupação do solo pelo software ArcGis 10.3. As maiores concentrações de indicadores microbiológicos ocorreram no mês de maior pluviosidade e em áreas com maior interferência antrópica, confirmando a influência destes parâmetros. No mês de maior pluviosidade todos os pontos apresentaram concentração de *Escherichia coli* acima do permitido pela Resolução CONAMA n°357/2005.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, indicadores microbiológicos, uso e ocupação do solo, precipitação, qualidade da água.

ABSTRACT

Water quality is susceptible to several factors, from precipitation to anthropic actions, such as intense urbanization and agricultural activities. In this context, this research aimed to relate the land use and occupation and the presence of indicator microorganisms of water quality (total coliforms, *Escherichia coli* and heterotrophic bacteria) in the Cafezal stream watershed, in Paraná, in months with low and high rainfall (october/2020 and january/2021, respectively). For this, six sampling points in urban and rural areas were selected for microbiological analysis of the water bodies and the mapping of land use and occupation features was performed by ArcGis 10.3 software. The highest concentrations of microbiological indicators occurred in the month with the highest rainfall and in areas with more anthropic interference, confirming the influence of these parameters. In the month with the highest rainfall all points had *Escherichia coli* concentration above the allowed by the CONAMA Resolution No. 357/2005.

Keywords: watershed, microbiological indicators, land use and occupation, precipitation, water quality.

* Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil; stephanieurata@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina; kprates@utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil; lbp_larissa@hotmail.com

§ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil; fernando_hzm@hotmail.com

¶ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil; beatrizLara36@gmail.com

|| Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil; edsonoliveira@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é um território delimitado por divisores de água, onde seus cursos d'água convergem para uma seção fluvial única – seu exutório, no ponto mais baixo da região (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA, 2010). O tipo de vegetação e relevo na área da bacia hidrográfica, além do uso e ocupação do solo, exerce grande pressão sobre os recursos hídricos (PIACENZA, 2021).

A intensa ocupação do solo é um dos fatores que mais impactam as bacias hidrográficas, principalmente pelo processo de impermeabilização do solo (MORAIS, 2015). A urbanização aumenta a demanda de água com qualidade e conseqüentemente gera a degradação dos corpos hídricos destinados ao abastecimento público, denominados de mananciais, principalmente pela contaminação por resíduos urbanos e industriais (TUCCI, 1997). No âmbito rural, a contaminação pode ocorrer pelo deflúvio superficial agrícola, ou seja, por sedimentos, nutrientes e agroquímicos, além da criação e excreção de animais (PEREIRA; PEREIRA; RIGOLIN-SÁ, 2007). Outro fator que possui grande influência na qualidade da água é a precipitação, introduzindo matéria orgânica, nutrientes e microrganismos pelo escoamento superficial.

Deste modo, os mananciais devem estar em conformidade com a Resolução CONAMA n°357/2005, sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água, respeitando as condições e padrões de qualidade. Assim, para determinar a integridade dos corpos d'água é necessário realizar um monitoramento por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas.

Na análise microbiológica utilizam-se microrganismos indicadores, ou seja, microrganismos não patogênicos ou com baixa patogenicidade cujas características assemelham-se aos patógenos (PIACENZA, 2021), sendo representados pelas bactérias do grupo coliformes, que estão relacionadas com a potencialidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica pela contaminação fecal (VON SPERLING, 2007).

O grupo coliforme totais é utilizado como indicador, porém não há relação quantitativa entre estas bactérias e microrganismos patogênicos, sendo consideradas como coliformes “ambientais”, abrangendo microrganismos de vida livre e de origem fecal (VON SPERLING, 2007). Este autor explica que por este motivo há o subgrupo de coliformes termotolerantes, de origem predominantemente do trato intestinal de humanos e animais de sangue quente, onde a *Escherichia coli* (*E.coli*) representa a maior parte deste grupo, considerada o mais específico indicador de contaminação fecal (BRASIL, 2021).

Outro grupo de indicadores microbiológicos são as bactérias heterotróficas, que estão em maior quantidade em relação às bactérias do grupo coliforme devido à possibilidade de presença natural nas águas (BARTRAM et al., 2003), indicando indiretamente a quantidade de matéria orgânica no corpo hídrico.

Para Souza e Gastaldini (2014) “a ocupação desordenada do solo sem os devidos tratamentos conservacionistas e as ações antrópicas indevidas provocam alterações na qualidade da água local”, induzindo a poluição e contaminação dos recursos hídricos. Para Naumova (2006) há maior ocorrência de doenças transmitidas pela água ou alimentos em determinadas épocas do ano, relatado em seu estudo sobre os padrões da sazonalidade na sobrevivência e transmissibilidade de patógenos. Neste contexto, o índice de pluviosidade nas diferentes sazonalidades e o uso e ocupação do solo interferem na quantidade de microrganismos indicadores na água?

A partir do exposto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a influência da precipitação na presença de microrganismos indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica ribeirão Cafezal e comparar com o uso e ocupação do solo nos municípios de Londrina, Cambé e Rolândia, no Estado do Paraná, onde possui predominância agrícola, porém, com rápido aumento da urbanização nos últimos anos (SILVA, 2006; PIACENZA, 2021).



2 MÉTODO

A bacia hidrográfica ribeirão Cafezal, objeto de estudo desta pesquisa, é uma sub-bacia e afluente da bacia hidrográfica Rio Tibagi, com extensão de 41 km que abrangem áreas rurais e urbanas dos municípios de Rolândia, Cambé e Londrina, no norte do Paraná (SILVA, 2006). A nascente do ribeirão Cafezal ocorre em Rolândia, seguindo o fluxo pela cidade de Cambé até chegar a Londrina como foz no ribeirão Três Bocas (PIACENZA, 2021), sendo um dos principais mananciais de Londrina e Cambé. O ribeirão é classificado como um corpo de água doce de classes II e III (COMITÊ DAS BACIAS DO RIO TIBAGI, 2016), sendo destinado ao abastecimento público e utilizado para o lançamento de efluentes (LONDRINA, 2018).

Para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados seis pontos amostrais rurais e urbanos existentes na bacia hidrográfica ribeirão Cafezal, descritos no Quadro 1, a fim de analisar a presença de coliformes totais, *E.coli* e bactérias heterotróficas em um mês com baixa pluviosidade (outubro/2020) e em um mês com alta pluviosidade (janeiro/2021).

Quadro 1 – Localização geográfica dos pontos amostrais na bacia hidrográfica do ribeirão Cafezal.

Pontos amostrais	Latitude	Longitude	Cidade	Corpo hídrico
Ponto 1	23°19'31.83"S	51°22'4.66"O	Rolândia	Córrego Marabu
Ponto 2	23°19'15.58"S	51°20'40.31"O	Rolândia	Córrego Amoreira
Ponto 3	23°19'40.39"S	51°17'22.93"O	Cambé	Ribeirão Pedroso
Ponto 4	23°20'30.27"S	51°16'41.06"O	Cambé	Córrego Verdade
Ponto 5	23°20'26.85"S	51°13'19.22"O	Londrina	Ribeirão São Domingos
Ponto 6	23°21'28.18"S	51°11'41.01"O	Londrina	Ribeirão Cafezal

Fonte: Piacenza (2021).

Para as análises de uso e ocupação do solo, utilizou-se dados de mapeamento elaborados no Software ArcGis 10.3, usando classes temáticas de solo exposto, área agrícola, área urbana, área de preservação permanente (APP) e pastagem, considerando a área de influência em cada ponto de coleta. As áreas de influência foram determinadas em função dos corpos d'água e/ou nascentes que contribuem para a formação e manutenção do corpo d'água onde se fez as coletas de amostras de água.

Para os dados de precipitação usou-se o banco de dados do Instituto de Água e Terra (IAT) no Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) (IAT, 2021).

As análises microbiológicas foram realizadas utilizando placas 3M Petrifilm para Contagem de *E.coli* (EC) e Coliformes totais e placas 3M Petrifilm Aqua Heterotrophic Count para contagem de bactérias heterotróficas, por meio de inoculação de amostras de água coletadas nos seis pontos amostrais. As inoculações foram realizadas em superfícies planas, pipetando 1 mL das amostras de água no centro das placas, abaixando em seguida o filme plástico e, com um difusor, realizada a distribuição do inóculo antes da solidificação do gel. Após a solidificação, as amostras foram incubadas em estufa a 35°C, em um período de 24 horas para as placas de contagem de coliformes totais e *E.coli*, e por 48 horas as placas para contagem de bactérias heterotróficas. A presença destas bactérias foi observada pela formação de colônias e produção de gás durante a fermentação, com a mudança de cor do meio, de acordo com as instruções do fabricante (3M Brasil, 2020).

Os dados obtidos nas análises microbiológicas foram comparados com o uso e ocupação do solo nos pontos amostrais, levando em consideração os períodos de menor e maior pluviosidade. Além disso, os valores da concentração de *E.coli* foram comparados com a Resolução CONAMA nº357/2005, onde o valor máximo permitido para corpos hídricos de classe II é de 1000 UFC/100 mL.

3 RESULTADOS

O uso e ocupação do solo dos pontos amostrais da bacia ribeirão Cafezal podem ser visualizados na Tab. 1, junto com as áreas de influência e suas respectivas porcentagens.

Tabela 1 – Classificação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica ribeirão Cafezal e suas respectivas porcentagens considerando a área de influência em cada ponto amostral.

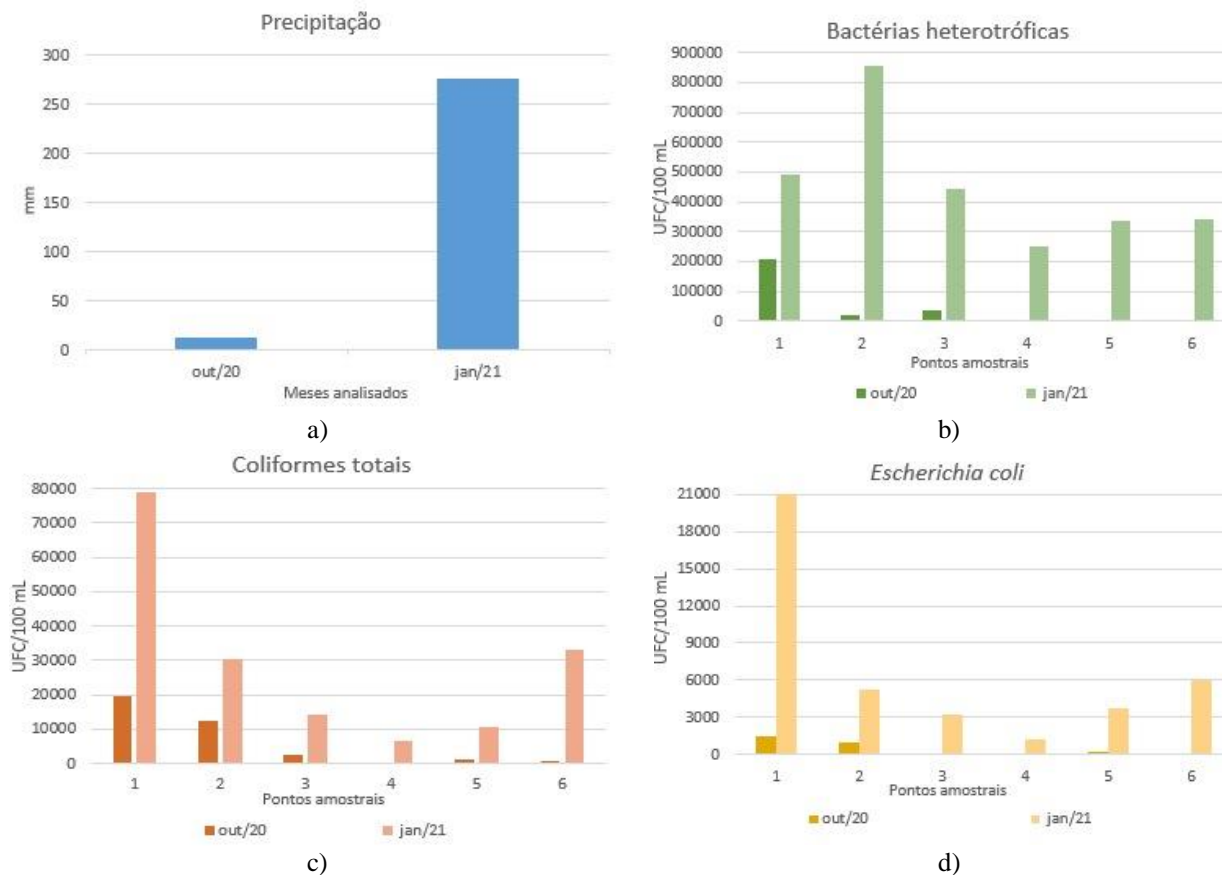
Pontos amostrais	Área de influência (ha)	APP* (%)	Áreas agrícolas (%)	Áreas urbanizadas (%)	Pastagens (%)	Solo exposto (%)
Ponto 1	322	13,2	29,1	12,9	19,1	21
Ponto 2	1071	11,3	23,9	18,9	11,3	28,6
Ponto 3	3652	13,2	29,1	3,83	19,5	21
Ponto 4	5075	10,6	35,3	7,8	20,9	23
Ponto 5	1017	11,6	47,5	3,8	24,7	11
Ponto 6	13226	11,6	33,9	8,7	22,9	20,7

*Área de preservação permanente

Fonte: Baseado em Piacenza (2021).

Os resultados das análises microbiológicas e índice de precipitação são apresentados na Fig. 1.

Figura 1 - Média da precipitação nos meses de outubro/20 e janeiro/21 (a) e concentração de microrganismos indicadores de qualidade da água (b,c,d) nos pontos amostrais estudados.



Fonte: Autoria própria (2021).



O primeiro ponto, nascente do ribeirão Cafezal, é o que mais se destacou nos indicadores microbiológicos. Possui predominância de área agrícola (29,1%), porém com uma área de influência urbana (12,9%) caracterizada pela presença de chácaras e condomínios, o que justifica a maior presença de coliformes totais e *E.coli* nos mês de outubro (19500 e 1500 UFC/100 mL, respectivamente) e janeiro (79000 e 21000 UFC/100 mL, respectivamente).

O segundo ponto possui maior concentração de bactérias heterotróficas no mês de maior pluviosidade (858000 UFC/100 mL), influenciado pela sua localização próxima à rodovia estadual PR-170, causando impermeabilização do solo e consequentemente maior escoamento superficial, além da maior porcentagem de solo exposto (28,6%), carreando uma maior quantidade de sedimentos para o corpo hídrico, podendo conter matéria orgânica e nutriente.

O aumento de indicadores no mês de maior pluviosidade no terceiro ponto pode estar relacionado com o aporte vindo dos pontos amostrais anteriores.

O quarto ponto possui taboas (macrófitas aquáticas com capacidade de filtrar a água), o que justifica a diminuição dos indicadores neste ponto nos dois meses estudados.

Além disso, nos pontos 4, 5 e 6 há baixa concentração de microrganismos indicadores no mês de menor índice pluviométrico, onde os pontos 4 e 6 não apresentam *E.coli*. Já no mês de maior índice, há um aumento dos indicadores nestes pontos, podendo estar relacionados com a maior área de pastagem (20,9%, 24,7% e 22,9%, respectivamente).

Pela Figura 1d, no mês de menor pluviosidade, apenas o primeiro ponto ultrapassou o limite permitido pela Resolução CONAMA nº357/2005, apresentando 1500 UFC/100 mL. Já no mês de maior índice, todos os pontos apresentaram valores acima do permitido (21000, 5200, 3300, 1300, 3800 e 6000 UFC/100 mL, nos pontos de 1 a 6, respectivamente).

Naumova (2006) analisou que em regiões tropicais a contaminação por águas superficiais aumenta durante as estações chuvosas. Além disso, Souza e Gastaldini (2014) analisaram que bacias com influência urbana possuem maiores índices de bactérias do grupo coliformes totais e *E.coli* e as bacias próximas de áreas agrícolas variam nas quantidades de coliformes totais, sendo mais afetadas por sedimentos carregados, o que corrobora com os resultados obtidos.

4 CONCLUSÃO

Por meio desta pesquisa, foi possível verificar que na bacia hidrográfica ribeirão Cafezal há influência da precipitação e uso e ocupação do solo nos indicadores microbiológicos, devido ao escoamento superficial.

As maiores concentrações de indicadores ocorreram no mês de maior pluviosidade e em áreas com maior interferência antrópica, corroborando com estudos já publicados, onde o efluente doméstico é a maior fonte potencial de contaminação das bacias hidrográficas, ocorrendo em diversas regiões do Brasil.

Contudo, além das análises microbiológicas, são necessárias as análises dos parâmetros físicos e químicos para melhor entendimento da integridade dos corpos hídricos, em diferentes épocas sazonais e com coletas e análises mensais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Araucária pela concessão da bolsa de iniciação científica e ao programa de iniciação científica da PROPPG – UTFPR.



REFERÊNCIAS

- 3M do Brasil. **3M™ Petrifilm™ Aqua Heterotrophic Count**. Sumaré-São Paulo. 2021.
- 3M do Brasil. **3M™ Petrifilm™ para Contagem de E.coli e Coliformes (EC)**. Sumaré-São Paulo. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília: SAG 2011. 66 p.
- BARTRAM, J.; COTRUVO, J.; EXNER, M.; PRICKER C; GLASMACHER, A. **Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety: The significance of HPCs for water quality and the human health**. Published on behalf of the World Health Organization by International Water Association (IWA) Publications. London, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº888 de 4 de maio de 2021**. Brasília, 2021.
- COMITÊ DAS BACIAS DO RIO TIBAGI (Paraná). **Deliberação nº11/CBH-TIBAGI**, de 20 de março de 2016. Aprova proposição de atualização do enquadramento dos rios da Bacia do Tibagi.
- CONAMA. **Resolução nº357 de 17 de março de 2005**, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 2005.
- IAT. **Instituto Água e Terra**. Sistema de Informações Hidrológicas (SIH). 2021.
- LONDRINA (cidade). **Relatório Final da Etapa 2: Avaliação Temática Integrada do Plano Diretor Municipal de Londrina**. Londrina, 2018.
- MEDEIROS, W.M.V.; SILVA, C.E.; LINS, R.P. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Rev. Ambient. Água, Taubaté**, v. 13, n.2, 2018.
- MORAIS, Mônica Luiza Rivaroli. **Uso e ocupação do solo e sua relação com as características limnológicas da Bacia do Ribeirão Cafezal - Londrina/PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015. 85 f.
- PEREIRA, K.C.; PEREIRA, K.C.; RIGOLIN-SÁ, O. **Avaliação do tratamento da água do reservatório de distribuição da estação de tratamento de água (ETA) de Passos, através de análises físicas, químicas e bacteriológicas**. ANAIS DO VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Caxambu, 2007. 2 p.
- PIACENZA, Larissa Baptistuci. **Efeito do período de chuvas para as estruturas limnológica e microbiológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021.
- SILVA, Jerri Augusto da. **Tendências do novo rural na bacia do ribeirão Cafezal**. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.
- SOUZA, M.M.; GASTALDINI, M.C.C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.19, n.3, 2014.
- TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABHR, v.4, 1997.
- VON SPERLING, Marcos. **Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal**. London: IWA Publishing, v.1, 2007.