

Coliformes fecais indicam poluição edáfica e hídrica na sub-bacia do rio Marombas

Faecal coliforms indicate edaphic and hydric pollution in the Marombas river sub-basin

Fernanda Pucci Rosá^{1*}, Leticia Gonçalves Camargo¹, Julia dos Santos Ganen¹, Anna Beatriz Reis de Oliveira¹, Thais Ronsani¹, Sonia Purin da Cruz¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Curitibanos-SC, Brasil.

*Autora para correspondência: feep.rosa@gmail.com

RESUMO

Os recursos hídricos são essenciais para a humanidade, mas podem atuar como um veículo para microrganismos capazes de causar prejuízos à saúde, quando em condições precárias de saneamento. Quando há contaminantes no solo, eles podem chegar até a água, e isso está ligado à disseminação de microrganismos resistentes, indicando poluição ambiental. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de rios e solos da sub-bacia do Rio Marombas, e determinar o perfil de resistência a antibióticos, em isolados de coliformes fecais, na região de Curitibanos. Os resultados indicaram que a maioria dos rios apresenta água do tipo Classe 2, exigindo tratamento avançado antes do consumo. A média de coliformes fecais em água foi de 560,53 UFC mL⁻¹, e cerca de 70% dos isolados apresentaram resistência ampicilina. Já em solo, a média foi de 248.655 UFC de coliformes fecais por grama de solo, e cerca de 80% apresentaram resistência a ampicilina. Os resultados mostram frequente contaminação dos solos e dos recursos hídricos por coliformes fecais, sendo esses resistentes a antibióticos, representando risco a agricultura, microbiota do solo e saúde humana.

Palavras-chave: Resistência a antibióticos. Poluição. Saúde pública.

ABSTRACT

Water resources are essential for humanity, but they can act as a vehicle for microorganisms capable of causing harm to health when sanitation conditions are poor. When there are contaminants in the soil, they can reach the water, and this is linked to the spread of resistant microorganisms, indicating environmental pollution. The aim of this study was to evaluate the microbiological quality of rivers and soils in the Marombas River sub-basin and determine the antibiotic resistance profile in isolates of fecal

Realização:



Apoio:



coliforms in the Curitiba region. The results indicated that most rivers have Class 2 water, requiring advanced treatment before consumption. The average fecal coliform count in water was 560.53 CFU/mL, and about 70% of the isolates showed resistance to ampicillin. In soil, the average was 248,655 CFU of fecal coliforms per gram of soil, and about 80% showed resistance to ampicillin. The results show frequent contamination of soils and water resources by fecal coliforms, which are resistant to antibiotics, posing a risk to agriculture, soil microbiota, and human health.

Keywords: Antibiotic resistance. Pollution. Public health.

1 INTRODUÇÃO

A conservação dos recursos hídricos é um assunto de grande destaque devido ao aumento dos índices de desmatamento, despejo de efluentes não tratados, fatores que contribuem para a degradação desses recursos naturais (MADIGAN *et al.*, 2016). A presença de coliformes fecais na água e no solo indica poluição ambiental. O solo é um grande reservatório de microrganismos e bactérias resistentes a antibióticos e isso pode ocorrer por diversos fatores, como dejetos de animais e umidade do solo (MORGADO, 2022), tais microrganismos podem ser transportados do solo para rios com grande facilidade.

O consumo de água com bactérias resistentes pode apresentar riscos sanitários tanto para a população humana como animal, visto que infecções por bactérias resistentes são de difícil tratamento. Portanto, a preocupação com a qualidade microbiológica da água é crucial para proteger a saúde pública, uma vez que a água é amplamente utilizada (TORTORA *et al.*, 2019). Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica do solo e dos recursos hídricos da região, e determinar o perfil de resistência a antibióticos em Curitiba.

2 METODOLOGIA

Os resultados apresentados no presente trabalho são dados parciais de um projeto de pesquisa financiado pela FAPESC, que possui como título “Qualidade da água e resistência a antibióticos na Sub-Bacia do Rio Marombas”.

As áreas de estudos compreenderam quatro rios do município de Curitiba, na sub-bacia hidrográfica do Rio Marombas. As coletas ocorreram em dezembro de 2022 e

Realização:



Apoio:



fevereiro de 2023. Em cada ponto, foi realizada a coleta de três sub-amostras de cerca de 100mL de água e 20g de solo. Para a quantificação de coliformes fecais em amostras de água, foi adotado o método de tubos múltiplos, para a determinação do número mais provável (NMP).

Inicialmente, foi realizado o teste presuntivo. As amostras foram incubadas em estufa bacteriológica, a 35°C por um período de 48h. Para essa análise, foi utilizado três séries de três tubos (APHA, 2012). Para o teste de coliformes fecais, foi realizado então o repique transferindo-se uma alíquota do conteúdo para tubos de ensaio contendo caldo EC (ANVISA, 2004). Após realizado o repique, os tubos foram levados à estufa bacteriológica por 24h a 44,5°C. Foram selecionados dois tubos positivos por amostra, e estes foram repicados em Placa de Petri contendo meio ágar MacConkey e levadas à estufa bacteriológica à temperatura de 35°C por um intervalo de 24 horas.

Para a quantificação de coliformes fecais nas amostras de solo foi realizado o método de diluição seriada, até o fator de diluição 10^{-5} . O volume de 0,1mL de cada tubo foi espalhado na superfície de placas contendo o meio MacConkey.

A análise de sensibilidade a antimicrobianos feita segundo o método de Disco-Difusão de Kirby e Bauer (1966). As suspensões bacterianas foram inoculadas em placas de Petri contendo Ágar Mueller Hinton e então os discos contendo antibióticos foram posicionados na superfície do ágar inoculado. Foram testadas 3 antimicrobianos, sendo eles: Ampicilina 10 µg, Ciprofloxacina 5 µg e Tetraciclina 30 µg.

A análise de variância foi realizada através do Teste F a um nível de 5% de probabilidade de erro. Quando foram observadas diferenças significativas entre as médias pela ANOVA, foi realizado o teste de Scott-Knott para a separação de médias. Todos os procedimentos estatísticos foram feitos utilizando-se o *software* Sisvar (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS

Na primeira coleta, os maiores níveis de coliformes fecais foram observados no Rio das Pedras e Correntes, respectivamente (Figura 1).

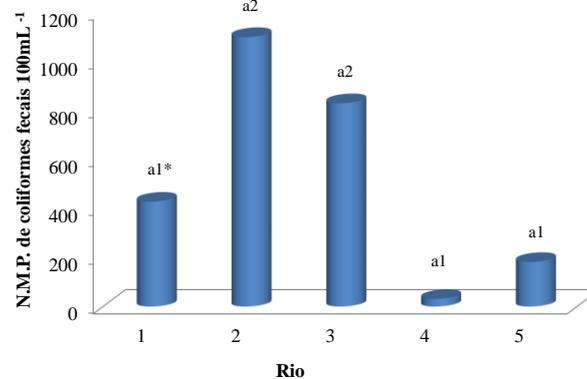
Realização:



Apoio:



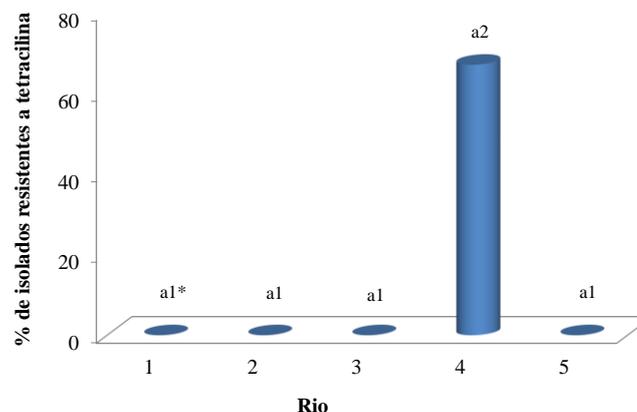
Figura 1- Número Mais Provável (N.M.P.) de coliformes fecais em 100mL de água, em amostras provenientes do Rio Marombas – captação (1), Rio das Pedras (2), Rio Correntes (3), Rio Marombas – Brunópolis (4) e Rio Pessegueirinho (5).



*Médias seguidas pelas mesmas letras e números não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade de erro.

Em relação à resistência a antibióticos, não foram encontrados isolados resistentes a ampicilina ou ciprofloxacina. Isolados resistentes à tetraciclina foram registrados apenas na água proveniente do Rio Marombas em Brunópolis (Figura 2).

Figura 2- Porcentagem de isolados de coliformes fecais resistentes à tetraciclina, isolados de água proveniente do Rio Marombas – captação (1), Rio das Pedras (2), Rio Correntes (3), Rio Marombas – Brunópolis (4) e Rio Pessegueirinho (5).



*Médias seguidas pelas mesmas letras e números não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade de erro.

Na segunda coleta, não observou-se diferença estatística em nenhuma variável estudada. Porém, isolados resistentes aos três antibióticos foram observados com mais frequência do que na primeira coleta (Tabela 1).

Realização:



Apoio:



Tabela 1- Estatística descritiva dos valores de Número Mais Provável (N.M.P.) de coliformes fecais em 100mL de água e porcentagem de isolados de coliformes fecais resistentes a ampicilina (AMP), ciprofloxacino (CIP) e tetraciclina (TET).

Variável	Média geral	C.V. (%)	Pr>Fc
N.M.P.	560,53	88,10	0,1903
Amp	70,00	45,18	0,1529
Cip	3,33	387,30	0,4609
Tet	10,00	258,20	0,4609

Já em relação às análises microbiológicas do solo na primeira coleta, não se observaram diferenças estatísticas em relação a nenhum aspecto estudado (Tabela 2).

Tabela 2- Estatística descritiva dos valores de Unidades Formadoras de Colônia (U.F.C.) por grama de solo seco e porcentagem de isolados de coliformes fecais resistentes a ampicilina (AMP), ciprofloxacino (CIP) e tetraciclina (TET).

Variável	Média geral	C.V. (%)	Pr>Fc
U.F.C.	248.655	222,05	0,4436
Amp	56,66	72,94	0,3270
Cip	3,33	387,30	0,4609
Tet	3,33	387,30	0,4609

Na segunda coleta, os valores de Unidades Formadoras de Colônia (U.F.C.) por grama de solo seco e porcentagem de isolados de coliformes fecais resistentes a ampicilina (AMP) foram iguais entre todos os pontos amostrados (Tabela 3).

Tabela 3- Estatística descritiva dos valores de Unidades Formadoras de Colônia (U.F.C.) por grama de solo seco e porcentagem de isolados de coliformes fecais resistentes a ampicilina (AMP).

Variável	Média geral	C.V. (%)	Pr>Fc
U.F.C.	42.311	223,64	0,5202
Amp	80,00	38,70	0,6679

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para coliformes fecais demonstram a precariedade em que se encontram os recursos hídricos da sub-bacia do Rio Marombas na região de Curitiba. Segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA, a maioria dos rios desse presente estudo pertencem a Classe 2, essa água não serve para consumo, e necessita de tratamento avançado, apenas após o tratamento, pode ser utilizada para consumo, irrigação e atividades de recreação. O Rio Marombas – Brunópolis em dezembro de 2022

Realização:



Apoio:



foi o único pertencente a Classe 1, necessitando de tratamento simplificado.

Apesar de o Rio Marombas, em Brunópolis se enquadrar na classe 1 para o consumo, em relação aos coliformes fecais em dezembro, observou-se uma porcentagem elevada de isolados resistentes ao antibiótico tetraciclina no local, sendo assim, um risco a saúde de quem ingere água do local, e para banhistas.

Ambas as análises, solo e rios, revelaram presença de coliformes fecais, com nível elevado de resistência a ampicilina. Esses resultados indicam um processo de desequilíbrio ambiental, uma vez que os coliformes presentes no solo irão competir por nutrientes com a microbiota nativa, podendo causar uma redução drástica da biomassa microbiana, que tem grande importância para o solo. Além disso, esses coliformes podem contaminar os cursos d'água quando ocorrem chuvas, o que representa risco a saúde pública, já que a água e os alimentos que venham a ser irrigados com essa água podem ser consumidos in natura. É importante ressaltar que esses microrganismos também representam resistência a antibióticos, o que torna o tratamento de doenças ainda mais difícil. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2017), até 2050, a resistência bacteriana será a principal causa de morte no mundo.

Com base nos resultados do presente trabalho, percebe-se a necessidade de realizar o monitoramento desses recursos, por ter importância não só para a saúde pública, mas para conservação da agricultura, florestas e da biodiversidade.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que há frequente contaminação por coliformes fecais e microrganismos resistentes em solo, assim como nos rios da região de Curitiba, revelando a precariedade dos recursos hídricos na região, e destacando a importância de estudos da qualidade da água e qualidade ambiental nesses locais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento da FAPESC – edital 03/2022.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Descrição dos Meios de Cultura Empregados nos Exames Microbiológicos: Módulo IV**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2004. 64 p. Disponível em:

Realização:



Apoio:



http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/microbiologia/mod_4_2004.pdf.
Acesso em: 03 out. 2022.

APHA, 2012. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 22nd edition. Washington: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF), 2012.

DE SOUZA, J.A.Alves *et al.* Contaminação microbiológica do perfil do solo com esgoto sanitário. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33, n. 1, p. 5-8, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Brock Biology of Microorganisms**. 14. ed.[s.l.]: Pearson Education, 2016.

MORGADO, M.E. *et al.* The effect of a first flush rainwater harvesting and subsurface irrigation system on E. coli and pathogen concentrations in irrigation water, soil, and produce. **Science of The Total Environment**, v. 843, p. 156976, 2022.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology: an introduction**. 12. ed. [s.l.]: Pearson Education, 2019.

Realização:



Apoio:

