

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Júlia Elizabeth Proença

Coliformes termotolerantes, resistência a antibióticos e parâmetros físico-químicos de rios em Curitiba - SC

Curitiba, SC

2022

Júlia Elizabeth Proença

Coliformes termotolerantes, resistência a antibióticos e parâmetros físico-químicos de rios em Curitibanos - SC

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof^ª. Sonia Purin da Cruz, *PhD*.

Curitibanos, SC

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Proença, Júlia Elizabeth
Coliformes fecais, resistência a antibióticos e
parâmetros físico-químicos de rios em Curitibanos - SC /
Júlia Elizabeth Proença ; orientadora, Sonia Purin da Cruz,
2022.
70 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

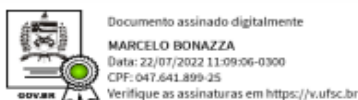
1. Engenharia Florestal. 2. Água. 3. Coliformes. 4.
Resistência antimicrobiana. 5. Engenharia Florestal. I. da
Cruz, Sonia Purin. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Júlia Elizabeth Proença

Coliformes termotolerantes, resistência a antibióticos e parâmetros físico-químicos de rios em Curitiba - SC

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 27 de junho de 2022.

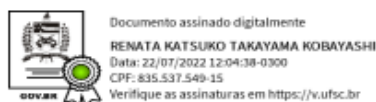


Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Coordenador (a) do Curso

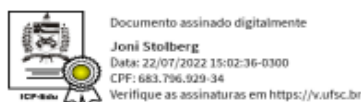
Banca Examinadora:



Prof^ª. Sonia Purin da Cruz, *PhD.*
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof^ª. Renata Katsuko Takayama Kobayashi Dr^ª.
Avaliador (a)
Universidade Estadual de Londrina



Prof. Joni Stolberg Dr.
Avaliador (a)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos(as) que fizeram parte desta minha jornada. Primeiramente, a Deus por me permitir chegar até aqui e ter me dado forças para não desistir. A minha família, pelo incentivo durante minha graduação. Aos colegas de curso, por compartilharmos bons momentos na Universidade. A todos os professores que não mediram esforços em compartilhar seus conhecimentos durante este período. A Universidade Federal de Santa Catarina, por ter abertos vários caminhos na minha vida e ter me permitido fazer parte de um curso do qual aprendi a gostar cada dia mais. Aos técnicos de laboratório que sempre me auxiliaram quando precisei de ajuda. De coração, muito obrigada.

Em especial, a minha mãe Miriam, por ter sido meu porto seguro em todos os momentos, mas, especialmente naqueles em que achei que não conseguiria chegar até aqui. Por ter enfrentado todas as dificuldades comigo e sempre ter uma palavra de acalento. Essa conquista é sua também, mãe!

Aos meus colegas de trabalho do IBGE, que por muitas vezes me ouviram e me incentivaram neste processo final. Caroline, Simone, Alexandre, agradeço imensamente pelo incentivo.

Minhas colegas e amigas Gabrielle e Natalia, por terem me auxiliado na realização deste trabalho e terem passado horas e horas no laboratório comigo. Com certeza sem vocês não seria possível chegar até aqui. Muito obrigada meninas!

Ao professor Joni Stolberg, que não mediu esforços para embarcar nesta jornada quando iniciei no projeto e participar junto conosco. Ao Nicolas, orientado do professor Joni, por acompanharmos nas coletas e seguir com as análises físico-químicas.

De maneira muito carinhosa, a minha professora, orientadora e amiga Sonia. Sem você nada disso teria acontecido. Me lembro do dia em que entrei no laboratório e fui pedir para trabalhar contigo, desde lá eu sabia que estava no caminho certo. Por sempre me ouvir (e olha que não foi pouco) nos “perrengues” da vida, e por sempre contar comigo também. Além de minha orientadora, se tornou minha amiga da qual quero levar por toda a vida. Muito obrigada por tudo!

Enfim, todos que fizeram parte disso tudo, lembrarei com muito carinho por todo o meu caminho. Obrigada a todos!

“O que a mente pode conceber e acreditar, ela pode alcançar”

- Mauren Dowd

RESUMO

A importância da água está relacionada a várias atividades, dentre as quais sociais e também econômicas. Porém, devido a sua má utilização e, conseqüentemente, com a alteração da sua qualidade, a água é também o meio pelo qual doenças podem se alastrar gerando sérios problemas de saúde pública, e esse é um aspecto importante em locais que não possuem rede de tratamento de esgoto e nem água tratada por companhias de abastecimento. A presença de microrganismos patogênicos na água dos rios pode gerar também problemas ligados à saúde pública. Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação microbiológica e físico-química da água de rios no município de Curitiba, classificando sua utilização, observando a presença de coliformes resistentes a antibióticos e correlacionando as variáveis microbiológicas e físico-químicas com fatores ambientais. Foram realizadas duas coletas, entre 2019 e 2020, nos rios Pessegueirinho e Marombas, em 5 pontos de coleta distintos. Para as análises de número mais provável (NMP) de coliformes, o método utilizado foi o de tubos múltiplos através do teste presuntivo, confirmativo e de coliformes termotolerantes. Colônias de *Escherichia coli* foram isoladas e analisadas em relação a sua susceptibilidade a antibióticos por meio do método de difusão por discos com a utilização dos fármacos ampicilina e ciprofloxacino. Os resultados demonstraram que o centro do Rio Pessegueirinho foi o local que apresentou maiores concentrações de coliformes fecais, chegando a $1.100 \times 100 \text{ mL}^{-1}$ e, também, os maiores valores em relação às análises físico-químicas, demonstrando sua maior poluição em relação aos outros pontos analisados em ambas as coletas (primavera e verão). Com relação a resistência antimicrobiana, 46,28% das colônias de *Escherichia coli* possuíram resistência à ampicilina e 7,41% resistência a ciprofloxacino na primavera no Rio Pessegueirinho. Além disso, a resistência à ampicilina correlacionou-se positivamente com a quantidade de coliformes fecais na água dos rios. Os resultados também demonstraram que as variáveis ambientais interferem na qualidade dos recursos hídricos, podendo restringir ainda mais sua utilização para seus diversos fins. Os rios são uma importante fonte de disseminação de doenças com a presença de microrganismos patogênicos e, portanto, tornam-se de cada vez mais relevantes estudos que visem analisar a qualidade da água, principalmente quando sua utilização é destinada a irrigação de culturas, dessedentação de animais e até mesmo para consumo humano.

Palavras-chave: Poluição hídrica. Bactérias resistentes. Saúde pública

ABSTRACT

The importance of water is related to various activities, including social and economic. But, due to its misuse and, consequently, with the change in its quality, water is also the means by which diseases can spread, generating serious public health problems, and this is an important aspect in places that do not have a water supply network sewage treatment nor water treated by supply companies. The presence of pathogenic microorganisms in river water can also generate problems related to public health. So, the objective of this work was to carry out a microbiological and physicochemical evaluation of river water in the municipality of Curitiba, classifying its use, observing the presence of antibiotic-resistant coliforms and correlating microbiological variables with environmental factors. Two collections were carried out, between 2019 and 2020, in the Pessegueirinho and Marombas rivers, at 5 different collection points. For the analysis of the most probable number (NMP) of coliforms, the method used was that of multiple tubes through the presumptive, confirmatory and fecal coliform tests. Colonies of *Escherichia coli* were isolated and analyzed for their susceptibility to antibiotics by disc diffusion method using the drugs ampicillin and ciprofloxacin. The results showed that the center of the Pessegueirinho River was the place that presented the highest concentrations of fecal coliforms, reaching $1,100 \times 100 \text{ mL}^{-1}$ and also the highest values in relation to the physical-chemical analyses, demonstrating its greater pollution in relation to the other points analyzed in both collections (spring and summer). Regarding antimicrobial resistance, 46.28% of the *Escherichia coli* colonies had resistance to ampicillin and 7.41% resistance to ciprofloxacin in the spring in the Pessegueirinho River. In addition, ampicillin resistance was positively correlated with the amount of fecal coliforms in river water. The results also showed that environmental variables interfere with the quality of water resources, which may further restrict their use for various purposes. Rivers are an important source of disease dissemination with the presence of pathogenic microorganisms and, therefore, studies that aim to analyze water quality have become increasingly relevant, especially when its use is intended for crop irrigation, watering animals and even for human consumption.

Keywords: Water pollution. Resistant bacteria. Public health

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição da Bacia Hidrográfica do Rio Canoas no Estado de Santa Catarina.....	24
Figura 2 – Indicação dos pontos de realização da coleta.....	25
Figura 3 – (A) Ponto de coleta 1; (B) Ponto de coleta 2; (C) Ponto de coleta 3; (D) Ponto de coleta 4; (E) Ponto de coleta 5.....	26
Figura 4 – Água coletada nos respectivos frascos contendo tiosulfato de sódio.....	27
Figura 5 – (A) Material coletado pronto para ser transferido para os tubos contendo o meio; (B) Inoculação da água para os tubos; (C) Tubos já inoculados sendo incubados.....	28
Figura 6 – Material do teste confirmativo já em processo de incubação.....	29
Figura 7 – Inoculação do teste confirmativo com Caldo E.C. através dos tubos com resultado positivo do teste Presuntivo.....	29
Figura 8 – Tubo com caldo E.C. e resultado positivo com formação de bolha de gás no interior do Tubo de Durham.....	30
Figura 9 – Colônias de <i>E. coli</i> isoladas em Ágar MacConkey.....	31
Figura 10 – Resultado do antibiograma pós incubação das placas.....	32
Figura 11 – Valor médio de coliformes totais nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)...	36
Figura 12 – Valor médio de coliformes fecais nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)...	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera).....	35
Tabela 2 - Valores médios das variáveis microbiológicas e químicas nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera).....	36
Tabela 3 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Marombas (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)	37
Tabela 4 – Valores médios das variáveis químicas nos pontos de coleta do Rio Marombas (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)...	38
Tabela 5 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 20/02/2020 (coleta correspondente ao final do verão)	38
Tabela 6 – Valores médios das variáveis físico-químicas nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 20/02/2020 (coleta correspondente ao final do verão).....	39
Tabela 7 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Marombas (Curitibanos, SC) em 20/02/2020 (coleta correspondente ao final do verão)	39
Tabela 8 – Classificação da água proveniente de rios em diferentes pontos de coleta ao longo do curso, conforme limites de coliformes fecais estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA. Curitibanos-SC, 2019-2020	40
Tabela 9 – Coeficientes de correlação de Pearson entre parâmetros microbiológicos, físico-químicos, meteorológicos e ambientais analisados entre o período de 2019-2020, Curitibanos-SC	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E SEUS USOS MÚLTIPLOS	15
2.2	DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA.....	15
2.3	QUALIDADE DA ÁGUA DE RIOS.....	17
2.4	PARÂMETROS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA.....	18
2.1.1	Coliformes totais e termotolerantes	18
2.1.2	Relação dos coliformes com a qualidade ambiental	19
2.5	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA ANÁLISE DA ÁGUA	20
2.6	RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS EM <i>Escherichia coli</i>	21
2.6.1	Resistência antimicrobiana de <i>Escherichia coli</i> em rios	22
3	METODOLOGIA.....	24
3.1	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2	LOCAIS DE COLETA.....	25
3.3	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	27
3.3.1	Quantificação de coliformes	27
3.3.2	Isolamento de <i>Escherichia coli</i>	30
3.3.3	Teste de resistência a antibióticos	31
3.4	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	32
3.5	CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA.....	33
3.6	DADOS AMBIENTAIS.....	33
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	34
4	RESULTADOS	35
4.1	COLETA REALIZADA NA PRIMAVERA	35
4.1.1	Rio Pessegueirinho.....	35
4.1.2	Rio Marombas.....	37
4.2	COLETA REALIZADA NO VERÃO	38
4.2.1	Rio Pessegueirinho.....	38

4.2.2	Rio Marombas.....	39
4.3	CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA.....	39
4.4	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO.....	40
5	DISCUSSÃO	43
6	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXOS.....	60

1 INTRODUÇÃO

A utilização da água pela sociedade humana visa atender necessidades pessoais, atividades sociais e econômicas. No entanto, essa diversificação na sua utilização, quando realizada de forma inadequada, provoca alterações na qualidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e por consequência seus usos para os diversos fins (DE SOUZA *et al.*, 2014). Na sociedade atual, a água passou a ser vista como recurso e não mais como um bem natural, devido a sua má utilização com seu uso indiscriminado, passando a encontrar novas formas de utilização sem avaliar as consequências ambientais em relação a sua quantidade e qualidade, má distribuição, desperdício, além do desaparecimento de nascentes e até mesmo rios como um todo. Consequentemente, a população mundial aumenta, sendo crescente também seus níveis de urbanização e industrialização, o que aumenta a demanda de água, cuja quantidade vem diminuindo ao longo dos últimos anos.

Sobretudo, a água é um meio pelo qual doenças podem se alastrar com grande velocidade e frequência, visto que o contato com água contaminada na pele ou olhos, bem como sua ingestão, pode provocar doenças (LIMA, 2014). A água e o esgoto que não recebem tratamento adequado podem estar contaminados com organismos patogênicos causadores de leptospirose, cólera, hepatites A e E, diarreias, verminoses e dermatites diversas, por exemplo (IBGE, 2020). Faz-se necessário, portanto, o controle e atenuação dos microrganismos patogênicos presentes na água destinada tanto para o abastecimento público, quanto para outras utilizações distintas, sendo as análises microbiológicas e físico-químicas parâmetros indicadores da qualidade da água adotados para este controle.

Atualmente, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de número 357/05 (BRASIL, 2005) enquadra os corpos de água em classes. Por isso, pela legislação são garantidos os usos adequados dos recursos hídricos de acordo com a sua classificação em um ambiente ecologicamente equilibrado que promova a qualidade de vida dos brasileiros, apresentando padrões restritivos quanto ao número de microrganismos presentes na água doce (SANTOS, 2018). A qualidade microbiológica e físico-química da água define seus possíveis usos, como por exemplo, irrigação de lavouras, recreação, criação de animais, dentre outros.

Conforme o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2013), os grupos de coliformes totais e fecais são indicadores da qualidade da água adotados mundialmente para monitoramento da sua qualidade. A avaliação microbiológica da

água tem um papel destacado, visto a grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (BETTEGA, 2006). A presença das bactérias coliformes fecais na água de um rio significa, portanto, que este recebeu material fecal. Os parâmetros físico-químicos normatizados pela Resolução 357/05 do CONAMA, como turbidez, condutividade elétrica e pH, também são indicativos da qualidade da água, podendo revelar problemas como matéria em suspensão neste meio, a presença de íons dissolvidos e também indicando acidez ou alcalinidade da mesma. Qualquer mudança dessas variáveis nos recursos hídricos pode interferir diretamente na sua utilização.

Coliformes fecais, além de indicarem poluição por origem fecal, associam-se também a outro problema extremamente relevante de saúde pública que é a resistência a antibióticos. Se ingeridos com a água, coliformes que apresentam resistência podem instalar-se no intestino e gerar problemas de infecção potencialmente não tratáveis por antibióticos. Atualmente, muitos agentes patológicos são resistentes à grande maioria dos antimicrobianos disponíveis, sendo a principal causa a pressão seletiva principalmente pelo uso indiscriminado de antimicrobianos. No Brasil, essa realidade é preocupante, devido ao surgimento de novas cepas multirresistentes no ambiente hospitalar, por exemplo (LEITE *et al.*, 2020). Por isso, a resistência antimicrobiana está sendo considerada como uma das maiores ameaças para a saúde nos dias atuais, e conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS), pode ser igualmente comparada a uma pandemia.

Curitiba é um município onde o aspecto de avaliações microbiológicas e físico-químicas é de suma importância, já que a rede de tratamento de esgoto foi recentemente construída, significando que, grandes quantidades de cargas poluidoras são despejadas diretamente nos rios, especialmente em regiões rurais. Além disso, a cidade possui alta atividade agropecuária, e com a escassez dos recursos ambientais, esses problemas podem se agravar, já que microrganismos patogênicos também podem estar presentes no solo e nas plantas. Se as alterações que ocorrem no ambiente enriquecem a população de microrganismos resistentes e facilitam a transferência de genes de resistência para patógenos humanos, a avaliação e investigação de microrganismos e cargas poluidoras da água podem auxiliar no entendimento do impacto da poluição aquática e diagnóstico de problemas de saúde com origem ambiental.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da água proveniente de rios no município de Curitiba e relacioná-la a variáveis ambientais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar as populações de coliformes totais e *Escherichia coli*;
- Avaliar a qualidade físico-química da água através da determinação do pH, turbidez e condutividade elétrica;
- Classificar e determinar o uso possível da água de rios de acordo com os níveis de coliformes presentes de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA;
- Calcular a frequência de bactérias resistentes aos antimicrobianos ampicilina e ciprofloxacino;
- Correlacionar as variáveis microbiológicas e físico-químicas com fatores ambientais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E SEUS USOS MÚLTIPLOS

A água doce é de extrema importância para a vida no planeta, estando muito relacionada à saúde e à dignidade da humanidade (SILVA, 2021). É considerada um recurso natural de extrema importância, que desempenha diversas funções ao longo do seu ciclo hidrológico. Além da demanda biológica para a manutenção dos ecossistemas e dos organismos vivos, a água é utilizada para diversos fins nas atividades humanas (DE OLIVEIRA, 2020). Conforme Azoulay (2021), a água é nosso recurso de maior valor, um “ouro azul” ao qual mais de dois bilhões de pessoas tem dificuldade ao acesso. Ela não somente é essencial para a sobrevivência, mas também possui grande importância sanitária, social e cultural para a sociedade humana.

Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2020) estimam que 99% da quantidade de água disponível no planeta corresponde a águas salinas e, apenas 1% por água doce que se divide em água subterrânea, lagos, umidade do solo, sistemas biológicos e rios. Além disso, a utilização da água doce cresceu seis vezes em 100 anos. Isso pode ser justificado principalmente pelo aumento da população e por aspectos da economia mundial. Ainda conforme a FAO, o setor com maior consumo de água é a agricultura, tendo o seu principal uso na irrigação de lavouras, incluindo outros usos como a dessedentação de animais. Entretanto, os agrotóxicos e fertilizantes químicos utilizados na agricultura contribuem para a contaminação dos cursos de água. Desta forma, a água para consumo humano, que é captada de fontes superficiais e subterrâneas, é cada vez mais procurada, tornando-se a cada dia mais escassa e com alto valor econômico (SILVEIRA *et al.*, 2021). Portanto, o abastecimento público de água em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação crescente da humanidade, devido à escassez do recurso água e a deterioração das águas dos mananciais (BRASIL, 2005).

2.2 DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA

A qualidade da água exerce influência direta sobre a saúde, logo, quando se apresenta fora dos padrões de qualidade favorece a ocorrência de doenças podendo até ocasionar

epidemias (TARDOQUE, 2019). Sabe-se que o processo de contaminação das águas ocorre a nível global. No que diz respeito ao contexto brasileiro, o aumento de casos de doenças advindas da precariedade da água destinada ao consumo humano possui relação direta com uma série de determinantes sociais, a exemplo da extrema pobreza e da falta de saneamento básico (LIRA *et al.*, 2021). Além disso, a associação com as atividades antrópicas que alteram o meio ambiente também são formas de aumento da incidência de doenças por veiculação hídrica que consequentemente reduzem a expectativa e a qualidade de vida da população humana.

Uma das patologias referentes a contaminação da água é a leptospirose, causada pela bactéria *Leptospira interrogans*, que antes era considerada como presente somente em áreas rurais. Hoje em dia, já se encontra presente em localidades urbanas, com maior presença onde o crescimento populacional seja fora de controle e com serviços de saneamento escassos (ALEIXO; SANT'ANNA NETO, 2010). De acordo com Nascimento (2015), dentre outras doenças que podem ser transmitidas pela água está a giardíase, infecção intestinal causada pelo protozoário flagelado *Giardia lamblia*. O contágio ocorre com o consumo de água contaminada onde há o parasita. A hepatite A é uma infecção viral transmitida pela via fecal-oral. A transmissão do vírus da hepatite A pode se dar através da contaminação de alimentos preparados por pessoas infectadas, que não lavam as mãos após evacuarem ou pelo contato com águas contaminadas por fezes, nos locais onde não há saneamento básico. Outro exemplo de doença é a cólera, uma infecção causada pela bactéria *Vibrio cholerae* e se caracteriza por um severo quadro de diarreia aquosa. A sua transmissão ocorre pela via fecal-oral, podendo ser adquirida através da água e de alimentos contaminados. Além da cólera e da hepatite A, vários outros microrganismos, incluindo bactérias, vírus e fungos, podem contaminar águas e os seres humanos que entram em contato ou ingerem as mesmas (NASCIMENTO, 2015).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que pelo menos dois milhões de pessoas, principalmente crianças com menos de cinco anos de idade, morrem por ano no mundo devido a doenças causadas pela água contaminada. Segundo a última Pesquisa Nacional da Saúde Básica (PNSB) realizada em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), este problema pode estar ocorrendo principalmente devido a diversidade de infraestrutura nos municípios brasileiros. A disposição de esgoto sem tratamento nos corpos hídricos compromete a qualidade das águas, causando impactos diversos no abastecimento humano, na transmissão de doenças, na balneabilidade, entre outros aspectos.

Portanto, o conhecimento científico sobre a existência de contaminantes em fontes de abastecimento para a população é fundamental, visto que as medidas efetivas para estes

problemas sejam realizadas, a fim de garantir melhorias na qualidade do abastecimento de água, contribuindo para a melhoria na qualidade de vida da população.

2.3 QUALIDADE DA ÁGUA DE RIOS

Os corpos hídricos localizados próximos de áreas urbanas são frequentemente impactados pelas atividades antrópicas exercidas ao longo de uma bacia hidrográfica. Desta forma, atividades como o descarte inadequado de resíduos sólidos, lançamento de esgoto sanitário pelas indústrias e pelas pessoas contribuem de forma ativa e passiva no processo de contaminação e degradação ambiental (ARAÚJO; JÚNIOR, 2020; SANTOS *et al.*, 2018).

A qualidade da água pode ser deteriorada em menor escala por processos naturais e principalmente por ações antrópicas sobre o ambiente. Conseqüentemente, os impactos encontrados em corpos hídricos são considerados como um dos principais problemas ambientais e de maior significância (JÚNIOR, 2020). A qualidade inadequada da água resulta na diminuição ou perda da biodiversidade aquática, modificações físicas-químicas no ambiente e danos à saúde das pessoas que utilizam essa água (GARRISON, 2012). A solução encontrada é a instalação de rede coletora que conduza os efluentes para estações de tratamento de efluente (ETE) públicas, em substituição aos sistemas de tratamento individuais ou à total ausência de tratamento, como é o caso de muitos municípios brasileiros (BARILE, 2018; GARNIER *et al.*, 2018). Contudo, são raras as publicações científicas que demonstrem a relevância da implantação de ETE para a melhoria da qualidade da água em rios urbanos (FONSECA; TIBIRIÇÁ, 2021).

As legislações brasileiras, tanto no âmbito federal como estaduais, classificam seus corpos d'água em função dos seus usos predominantes e estabelecem, para cada classe de água, os padrões de qualidade a serem obedecidos. Estes padrões de qualidade são utilizados principalmente para a proteção da qualidade da água, de forma a assegurar os usos previstos (BRANCO *et al.*, 2021). A Resolução de número 357 do CONAMA (2005), classifica os corpos d'água com os seus respectivos níveis de coliformes fecais que são tolerados. Para classe 1, 2 e 3, os níveis tolerados (em Número Mais Provável – N.M.P.) são respectivamente: < 200, < 1000 e < 2500 x 100 mL⁻¹. Já quando a água é considerada classe 4, os níveis tolerados devem exceder 2500 x 100 mL⁻¹ (BRASIL, 2005).

2.4 PARÂMETROS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Na análise ou no monitoramento de qualidade da água, são avaliados alguns indicadores biológicos específicos. Os mais comumente empregados ao estudo de qualidade da água são os coliformes, pertencentes à família *Enterobacteraceae* (SILVEIRA *et al.*, 2018). Conforme Bettega (2006), os coliformes são indicadores da qualidade da água adotados mundialmente para monitoramento da sua qualidade. A importância da avaliação microbiológica da água destaca-se em vista da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente neste meio.

2.4.1 Coliformes totais e termotolerantes

Os coliformes totais são bactérias gram-negativas que podem ser tanto aeróbicas quanto anaeróbicas facultativas, não esporuladas e têm a capacidade de fermentar lactose, produzindo ácido e gases a 35°C em 24 a 48 horas (GURGEL; SILVA; SILVA, 2020). Essas bactérias abrangem os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Estes microrganismos estão presentes nos solos, plantas e animais, e representam aproximadamente 10% dos microrganismos presentes no intestino humano e de outros animais (FERNANDES *et al.*, 2021).

Os coliformes termotolerantes, anteriormente denominados de coliformes fecais, são capazes de fermentar a lactose e produzir gás em 24 horas em temperaturas geralmente entre 44,5 e 45,5°C (SILVA *et al.*, 2017). Esse grupo de bactérias ocorre no intestino de humanos e animais e são excretadas nas fezes, embora geralmente não causam doenças graves quando estão no trato digestivo. Essa definição tinha por objetivo abranger exclusivamente bactérias de origem intestinal, como a *Escherichia coli*, porém, atualmente esse grupo também engloba espécies de origem não-fecal como *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii*. Assim, o termo “coliformes fecais” vem sendo substituído por coliformes termotolerantes. Entretanto, *Escherichia coli* ainda é considerada uma das principais bactérias deste grupo, pois sua presença indica contaminação recente por matéria fecal (PAULA; LINO, 2021). A ingestão de água contaminada por essa espécie pode causar resultados desagradáveis como gastroenterites, que podem ser leves ou mais graves, dependendo do grau de contaminação (SILVA *et al.*, 2017).

2.4.2 Relação dos coliformes com a qualidade ambiental

Segundo manual elaborado pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (BRASIL, 2014), a presença de coliformes na água pode sinalizar impactos ambientais das atividades agropecuárias realizadas nas terras que ficam próximo a córregos, nascentes ou rios, o que poderia acarretar, ao longo dos anos, alguns problemas nas condições de preservação.

Além disso, a urbanização é outro fator que apresenta uma série de impactos em um sistema hídrico. O aumento da população humana, que demanda cada vez mais por recursos hídricos (uso para consumo, industrialização, irrigação, dessedentação de animais, paisagístico e recreativo, entre outros) e ainda, em função dessa utilização, acaba por comprometer a qualidade da água, especialmente através da poluição (FONSECA; GONTIJO, 2021). Hall (1984), ainda acrescenta que, o aumento da densidade de construções tende a impermeabilizar o solo e modificar o sistema de drenagem, alterando as características do balanço hidrológico local. Outro fator que contribui negativamente para a qualidade de água de rios é o despejo de resíduos não tratados. A magnitude desse impacto depende de fatores como o estado do corpo d'água anterior a alteração e sua capacidade auto depurativa, que irá variar conforme a quantidade e característica dos poluentes carreados (BOLLMANN; MARQUES, 2006).

Fonseca (2021), em estudo de identificação e avaliação da qualidade ambiental e microbiológica em nascentes de Santo Antônio do Monte – MG, observou que os parâmetros microbiológicos de qualidade da água e de preservação dos locais de coleta encontravam-se longe da conformidade com as leis ambientais e sanitárias. A proteção dos locais, proximidades com residências e a degradação da vegetação do entorno se constituíram nos principais fatores de degradação. Além disso, a contaminação por coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*) foi constatada em todos os mananciais avaliados, tornando evidente, portanto, a relação de coliformes com variáveis ambientais.

Já em outro estudo realizado por Santos (2018) em água de nascente da Unidade de Conservação da Filadélfia em Tocantins, com determinação da análise microbiológica da água, observou a diminuição da vazão de água do local. Esse fato ocorreu devido ao efeito do desmatamento, com retirada da mata nativa, o que elimina também a permeabilidade natural da água da chuva, ocasionando o assoreamento das nascentes e rios. Ainda conforme a autora, os coliformes podem ser encontrados em pastagens, solos, plantas submersas, dentre outros, além

de estarem relacionados com a presença de matéria orgânica (seja de origem fecal ou não), já que se reproduzem normalmente no ambiente.

O controle da presença destes microrganismos deve ser bastante rigoroso, principalmente quando se trata da irrigação de hortaliças ou frutas, que serão consumidas *in natura*. Nas outras culturas, embora não haja o consumo direto *in natura*, é necessária uma água de boa qualidade, sem coliformes, para não colocar em risco a saúde dos irrigantes (BRASIL, 2014). Portanto, é extremamente importante que sejam realizadas análises microbiológicas que visem identificar as probabilidades de a água estar apta para consumo direta ou indiretamente, tendo em vista que a mesma é utilizada para irrigar plantações de agricultores, além de buscar identificar como a ação humana tem contribuído para as alterações evidentes nos ambientes que vem sendo fortemente modificado (SANTOS, 2018).

2.5 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA ANÁLISE DA ÁGUA

Os parâmetros físicos são as características mais fáceis de serem identificadas em relação a água, pois são representadas pela temperatura, turbidez, cor, sabor, odor, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais (DE MELO, 2021). Esses parâmetros fornecem indicações preliminares importantes para a caracterização da qualidade química da água. As suas aplicações nos estudos e fenômenos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos tornam as características físicas indispensáveis na maioria dos trabalhos envolvendo qualidade de águas (PIVELI, 2010). Já os parâmetros químicos são referentes às substâncias dissolvidas que podem causar alterações nos valores de parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, dureza, cloretos, fósforo, matéria orgânica e inorgânica, entre outros (DE MELO 2021). O potencial hidrogeniônico (pH) é um dos indicadores químicos mais importantes de monitoramento de recursos hídricos, influenciando muitos processos biológicos e químicos nos corpos d'água, visto que, uma alta acidez ou excesso de solubilização de sais pode indicar contaminações, como por exemplo, a presença de esgoto doméstico ou industrial no corpo hídrico, tornando a água imprópria para utilização. Esta variável representa a concentração de íons hidrogênio na água, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (PORTELLA, 2020).

Já a turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água que confere uma aparência turva à mesma pela presença de sólidos em suspensão (PORTELLA, 2020). Assim como as outras variáveis já descritas, esta também pode possuir origem natural

ou antropogênica, através de despejos domésticos, industriais, presença de microrganismos e erosão (VON SPERLING, 1996). A turbidez pode reduzir a penetração da luz prejudicando a fotossíntese e contribuindo para o assoreamento dos cursos d'água quando sedimentam. Além disso, nos corpos d'água associam-se a compostos tóxicos e organismos patogênicos (PORTELLA, 2020).

A condutividade elétrica está relacionada com a presença de íons dissolvidos na água (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Segundo a Portaria de número 5/2017 do Ministério da Saúde, não há um padrão para valores de condutividade elétrica para a água potável. Entretanto, valores superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ são indicativos de contaminação hídrica. Conforme Santos (2018), esse parâmetro isolado não interfere na saúde humana, entretanto, por meio do seu valor é possível calcular o teor de sólidos totais dissolvidos, o qual em excesso torna-se um agravante à saúde, pois consumido em excesso provoca o acúmulo de sais na corrente sanguínea quando a água é destinada ao consumo humano, além de alterar a qualidade da água.

2.6 RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS EM *Escherichia coli*

A resistência antimicrobiana é considerada um problema de saúde global, que compromete a efetividade dos antibióticos inviabilizando o tratamento de infecções comuns. Isso ocorre quando microrganismos sofrem mutação genética ao serem expostos a drogas antimicrobianas e são considerados como “superbactérias” (FRACAROLLI, 2017). Quando ingeridos através da água, os coliformes podem compartilhar genes de resistência com bactérias da microbiota intestinal através de conjugação (MISHRA *et al.*, 2018). Esses microrganismos são capazes de se mover das fezes para o solo, e serem transportados para plantas, rios, dentre outros, principalmente devido ao escoamento superficial que é causado pelas chuvas (VANDERZAAG *et al.*, 2010). Consequentemente, isso resulta no aumento da contaminação microbiológica por bactérias resistentes a antibióticos nos corpos d'água superficiais e subterrâneos (RIBEIRO *et al.*, 2021). O efluente doméstico ou águas residuais, por exemplo, constituem importantes reservatórios de genes de resistência que são disseminados ao serem lançados em um corpo receptor. As águas residuais podem ser consideradas as principais rotas de dispersão de resíduos farmacêuticos juntamente com efluentes hospitalares (LE CORRE *et al.*, 2012).

A OMS vem relatando o crescente aumento no consumo de medicamentos em todo o mundo (WHO, 2017), possuindo influência direta na disseminação de resíduos fármacos no ambiente aquático. Conforme dados do IBGE (2018), nem todos possuem acesso a um sistema de saneamento adequado e, portanto, grande parte do esgoto gerado é conduzido de forma *in natura* para o ambiente. O inadequado uso de antibióticos sem critério, sem período, sem dose e sem indicação correta, acelera os mecanismos de defesa das bactérias, fazendo com que o medicamento perca sua eficiência (PAIVA *et al.*, 2021). As bactérias desenvolvem resistência aos antibióticos em uma velocidade maior com que são descobertos e elaborados novos fármacos (SILVA *et al.*, 2012). Dentre essas bactérias, *E. coli* é uma das espécies nas quais cepas multirresistentes aos antimicrobianos têm emergido rapidamente (SHERLEY *et al.*, 2004). Estirpes de *E. coli* são significativamente responsáveis pelo grande problema de saúde pública no mundo, visto que há uma ameaça global sobre a resistência dessas bactérias a diferentes classes de antimicrobianos (SILVA *et al.*, 2018). A disseminação de cepas de *E. coli* com resistência a antimicrobianos pode ocorrer rapidamente, criando um ambiente favorável ao surgimento de novas estirpes multirresistentes que levam um sério risco a saúde coletiva (WHO, 2018).

2.6.1 Resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* em rios

Em diversas localidades, a qualidade da água diminui devido a impactos antropogênicos como lançamento de efluentes de fontes difusas, desmatamento, uso de pesticidas agrícolas, entre outros (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Embora os corpos d'água possuam uma capacidade de autopurificação, o fluxo de contaminantes lançados nos corpos hídricos é tão grande que excede a capacidade do sistema de se recuperar. Deste modo, os ambientes aquáticos têm se constituído como importantes condutores e reservatórios indutores da aquisição de diferentes resistências microbianas (YOUSFI *et al.*, 2019). Conforme Costa (2017), a presença de microrganismos resistentes a antibióticos em água de rios pode favorecer a disseminação de genes de resistência para diferentes ambientes e dificultar o tratamento de doenças em humanos e animais.

Em trabalho realizado por Schneider *et al.* (2009) em avaliação do perfil de resistência antimicrobiana de isolados de *Escherichia coli* obtidos de águas superficiais do Rio Lajeado em área de produção de suínos no Município de Concórdia – SC, observou-se que 51,9% das cepas isoladas de *E. coli* possuíram resistência a um tipo de antibiótico em águas superficiais.

Já Malagi (2018), em estudo realizado na cidade de Cascavel – PR em águas superficiais urbanas, observou que 55,5% das cepas de *E. coli* isoladas nos seis rios analisados, apresentaram resistência no mínimo a um antimicrobiano. Martini (2017), em pesquisa sobre resistência antimicrobiana em um rio na cidade de Medianeira – PR, constatou que em 100% dos pontos de coleta as bactérias *E. coli* foram resistentes a alguns dos antibióticos testados, assim como outros antibióticos possuíram 100% de eficiência.

Estudos relacionados a resistência antimicrobiana vêm recebido cada vez mais importância e despertando cada vez mais interesse de pesquisadores, principalmente por ser uma característica vinculada a ocorrência de coliformes, que são comumente encontrados nos recursos hídricos e impactam diretamente a saúde humana (KÜMMERER *et al.*, 2004). No contexto das florestas, o assunto também possui grande visibilidade para pesquisas e estudos, visto que o ambiente aquático está diretamente relacionado com as espécies florestais presentes nestas áreas, sendo que estas também podem sofrer impactos com a presença desses microrganismos patógenos em todo o ecossistema.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas (Figura 1) distribuída no Estado de Santa Catarina na Região Hidrográfica denominada número 4 (RH4 – Planalto de Lages). Conforme a classificação de Köeppen, o clima da região é classificado como Cfb – Temperado (mesotérmico úmido e verão ameno) com temperatura anual média de 16,5°C e precipitação acumulada anual de aproximadamente 1.600 mm (PANDOLFO *et al.*, 2002).

Figura 1 – Distribuição da Bacia Hidrográfica do Rio Canoas no Estado de Santa Catarina



Fonte: SIRHESC (2020, adaptado pelo autor)

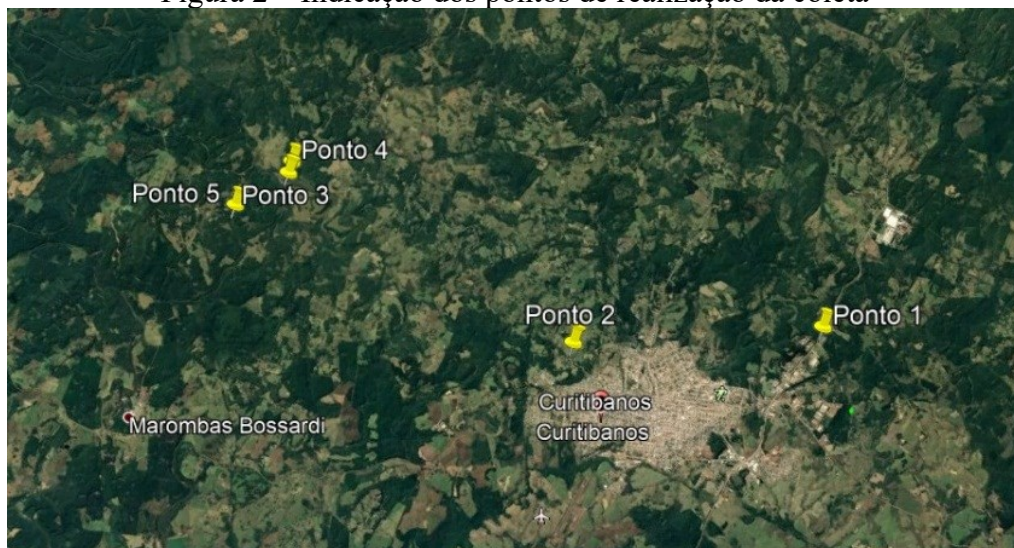
Curitibanos, cidade que se insere nesta respectiva Bacia Hidrográfica, possui grande parte de sua renda voltada para as atividades agropecuárias de grande intensidade, dentre elas a produção de soja, milho e alho, pasto para o gado de leite e criação de animais para o abate. O que também se pode observar durante os últimos anos é o constante crescimento de indústrias na cidade, com destaque para as empresas do ramo madeireiro, possuindo localização dentro e fora do perímetro urbano.

A região na qual estão inseridos os rios onde foram realizadas as coletas do presente trabalho é caracterizada pela presença de propriedades rurais, vegetação, residências, bem como a presença de indústrias. Portanto, o desenvolvimento regional está ligado diretamente com a modificação da utilização da terra e na paisagem vegetal, podendo causar mudança da qualidade da água dos rios.

3.2 LOCAIS DE COLETA

As amostras de água foram coletadas na sub-bacia do Rio Marombas, abrangendo dois rios de extrema importância para o município de Curitibaanos – SC: Rio Marombas e Rio Pessegueirinho. Ao longo de ambos os rios, foram avaliados cinco pontos de coleta, apontados na Figura 2. No Rio Pessegueirinho, os pontos correspondem a: (1) nascente do rio, (2) área pós-recebimento da carga poluidora proveniente do perímetro urbano, e (3) foz do rio. Já no Rio Marombas, os pontos selecionados foram: (4) antes do recebimento do Rio Pessegueirinho (ponto de captação para abastecimento público do município), (5) após o recebimento do Rio Pessegueirinho. A Figura 3 ilustra os respectivos pontos de coleta.

Figura 2 – Indicação dos pontos de realização da coleta



Fonte: Google Earth (2021, adaptado pelo autor)

Figura 3 – (A) Ponto de coleta 1; (B) Ponto de coleta 2; (C) Ponto de coleta 3; (D) Ponto de coleta 4; (E) Ponto de coleta 5



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Foram realizadas duas coletas, correspondendo a duas estações do ano. Cada coleta foi realizada nos últimos 30 dias de cada estação, em dezembro de 2019 (fim da primavera) e fevereiro de 2020 (fim do verão). As coletas foram realizadas com o objetivo de se observar a qualidade da água temporalmente, uma vez que a mesma é modificada entre as estações, em função de fatores meteorológicos e da eventual sazonalidade de lançamentos poluidores e das vazões (ASSIS; MURATORI, 2007).

Em cada ponto de coleta, foram obtidas três subamostras, que consistiram em três repetições para fins de análise estatística. Cada amostra de água contendo 100 mL foi coletada com o auxílio de uma proveta. A água foi então acondicionada em frascos previamente autoclavados, contendo tiosulfato de sódio (Figura 4). Todas as amostras foram identificadas com os respectivos locais de coleta e repetições. Em seguida, estas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e transportadas até os respectivos Laboratórios de Microbiologia e Química da UFSC, para condução das análises microbiológicas e físico-químicas.

Figura 4 – Água coletada nos respectivos frascos contendo tiosulfato de sódio



Fonte: Acervo pessoal (2020)

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

3.3.1 Quantificação de coliformes

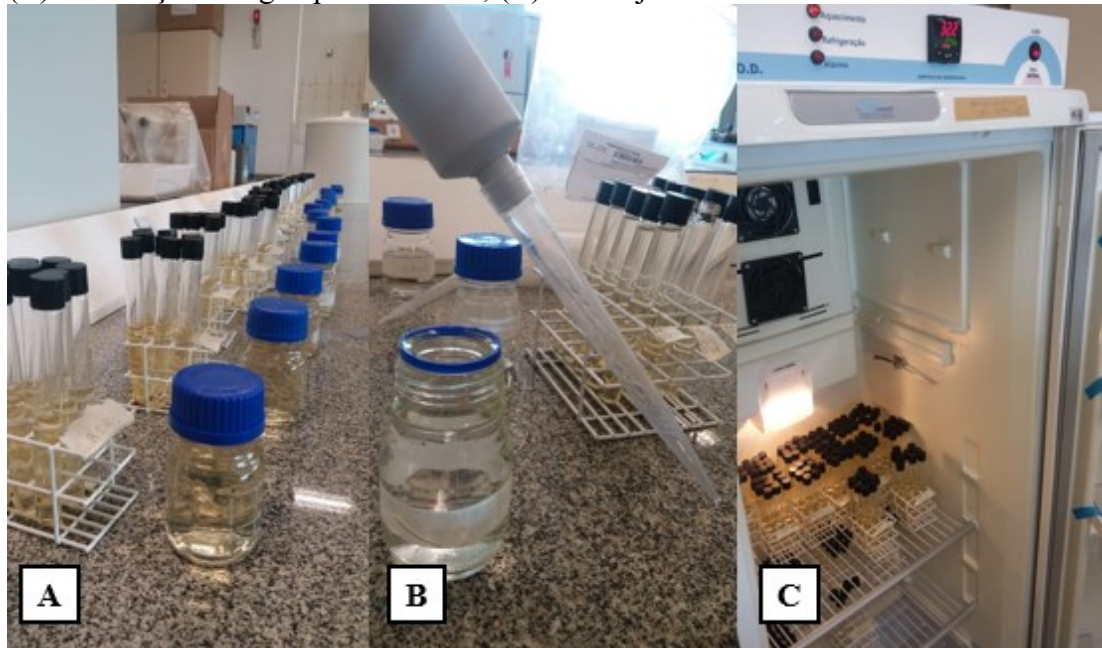
O método utilizado para avaliação de coliformes totais e coliformes fecais foi o de tubos múltiplos (FUNASA, 2013).

Para o teste presuntivo, foram utilizados 9 tubos com 10 mL de meio de cultura com um tubo de Durham invertido, divididos em 3 séries com 3 tubos cada:

- 3 tubos com caldo Lauril Triptose em concentração dupla: em cada tubo, foi pipetado um volume de 10mL de amostra de água (diluição 1:1);
- 3 tubos com caldo Lauril Triptose em concentração simples: em cada tubo, foi pipetado um volume de 1mL de amostra de água (diluição 1:10);
- 3 tubos com caldo Lauril Triptose em concentração simples: em cada tubo, foi pipetado um volume de 0,1mL de amostra de água (diluição 1:100).

Após esse procedimento, o material foi incubado a 35°C por 48 horas para então realizar-se a análise do número de tubos onde o resultado foi positivo (Figura 5). A formação de gás dentro do tubo de Durham invertido determinou o resultado positivo de cada tubo. Os tubos positivos foram utilizados tanto para o teste confirmativo como para o teste de coliformes fecais.

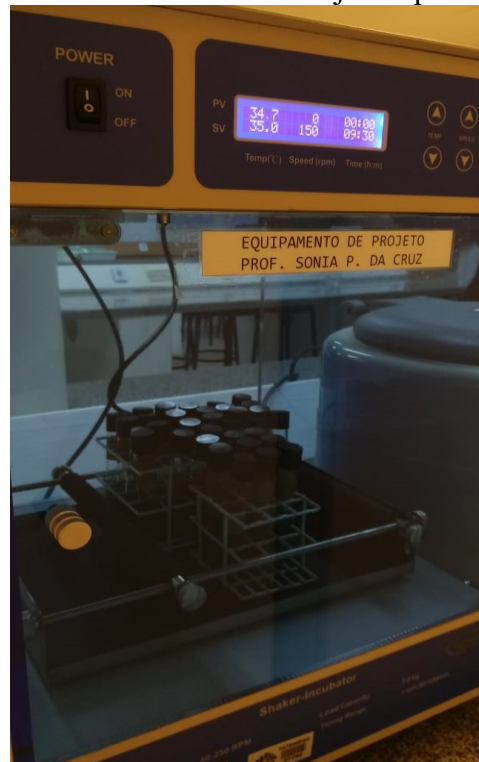
Figura 5 – (A) Material coletado pronto para ser transferido para os tubos contendo o meio; (B) Inoculação da água para os tubos; (C) Tubos já inoculados sendo incubados



Fonte: Acervo pessoal (2020)

No teste confirmativo, cada tubo positivo do teste presuntivo foi usado como fonte de inóculo para inoculação de tubos contendo meio de cultura Caldo Bile Verde Brilhante a 2%. Para tanto, com uma alça de platina previamente flambada e fria, retirou-se de cada tubo com o resultado positivo uma porção em suspensão. Após esse procedimento, realizou-se a incubação do material durante 48 horas a 35°C para então, se calcular o N.M.P. (Número Mais Provável) de coliformes totais com base no número de tubos positivos no teste (Figura 6).

Figura 6 – Material do teste confirmativo já em processo de incubação



Fonte: Acervo pessoal (2020)

Para a realização do teste de coliformes fecais, os tubos positivos do teste presuntivo foram utilizados como fonte de inóculo para inoculação contendo caldo E.C. (*Escherichia coli*), com uma concentração de 37g/L. Novamente, retirou-se uma porção suspensa de cada tubo com uma alça de platina previamente flambada e fria, como apresenta a Figura 7.

Figura 7 - Inoculação do teste confirmativo com Caldo E.C. através dos tubos com resultado positivo do teste Presuntivo



Fonte: Acervo pessoal (2020)

Após esse procedimento, foi realizada a incubação do material a 44,5°C durante 24 horas, para ser então realizado o cálculo do NMP de coliformes fecais com base no número de tubos positivos. A Figura 8 destaca a formação de gás dentro do tubo de Durham invertido, demonstrando resultado positivo para *Escherichia coli*.

Figura 8 - Tubo com caldo E.C. e resultado positivo com formação de bolha de gás no interior do Tubo de Durham



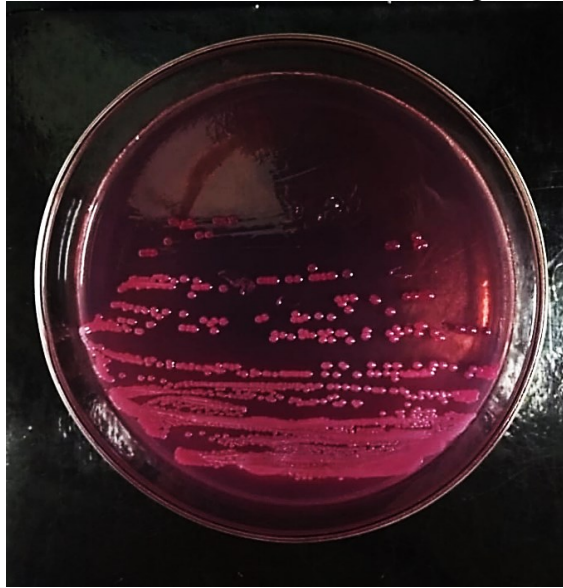
Fonte: Acervo pessoal (2020)

3.3.2 Isolamento de *Escherichia coli*

A partir dos tubos positivos para coliformes fecais, realizou-se o isolamento de *E. coli* em placas de Petri contendo meio de cultivo Ágar MacConkey. De cada amostra (1 a 5), foi escolhido 1 tubo de cada repetição (R1, R2, R3) para realizar o isolamento. O tubo escolhido foi sempre o com maior diluição da amostra.

Retirou-se então, uma porção em suspensão de cada tubo, com o auxílio de uma alça de platina devidamente flambada e esfriada. Foi realizado o estriamento simples em duas placas (devidamente vertidas e endurecidas) por tubo escolhido, totalizando 90 placas de bactérias inoculadas com *E. coli*. As placas estriadas foram então incubadas em estufa a uma temperatura de 35°C por 24 horas para serem utilizadas na avaliação de resistência antimicrobiana (Figura 9).

Figura 9 - Colônias de *E. coli* isoladas em Ágar MacConkey



Fonte: Acervo pessoal (2020)

3.3.3 Teste de resistência a antibióticos

O método utilizado para a realização do antibiograma foi o de difusão por discos (CLSI, 2002). Três colônias de bactérias isoladas de *E. coli* foram selecionadas a partir de cada placa de Petri para tubos de cultura que continham 4 mL de meio líquido Mueller Hinton 1, com o auxílio de uma alça de platina. Estes tubos foram então incubados a 35°C por 16-18 horas. Em seguida, um *swab* foi molhado na suspensão bacteriana e utilizado para inocular levemente a superfície do meio da placa contendo meio de cultivo sólido Mueller Hinton 1. O processo foi repetido duas vezes, girando a placa para a distribuição uniforme do inóculo. Aguardou-se alguns minutos para que a placa secasse por completo. Com uma pinça estéril resfriada, foram adicionados dois discos contendo antibióticos em cada uma das placas (LANGONI *et al.*, 2000).

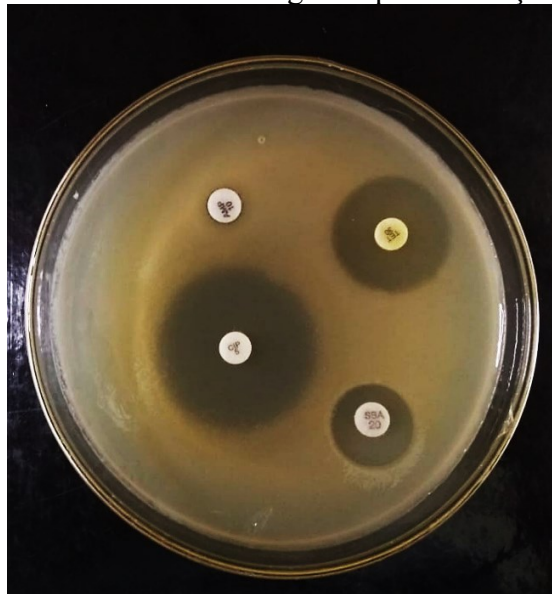
Foram adicionados um disco do antibiótico Ampicilina (10 µg) e um disco do antibiótico Ciprofloxacino (5 µg), respectivamente. Estes antibióticos foram escolhidos de forma que atuassem em estruturas distintas da bactéria isolada. A Ampicilina é um bactericida inserido no grupo das penicilinas que atua na parede celular bacteriana, indicado principalmente para o tratamento de doenças respiratórias, sendo um dos fármacos mais conhecidos comercialmente. Já o Ciprofloxacino, pertencente ao grupo das quinolonas, inibe a atividade da

DNA girase ou topoisomerase II, enzima essencial à sobrevivência bacteriana e é utilizado principalmente para o tratamento de doenças no trato urinário.

A Ampicilina é um antibiótico pertencente ao grupo A, enquanto o Ciprofloxacino pertencente ao grupo B, sendo esses grupos padrões adotados nos Estados Unidos e indicados pela ANVISA (MANUAL DE ANTIBIOGRAMA LABORCLIN, 2019). São referenciados no grupo A as drogas de primeira escolha para o antibiograma, no grupo B as de segunda escolha. A recomendação original é a de que se o microrganismo testado for sensível aos antibióticos do grupo A apenas estes resultados sejam liberados, assim, as drogas do grupo B são testadas apenas quando se verificar alto índice de resistência ao grupo A (CLSI, 2002).

As placas foram incubadas a 35°C por 18 horas. Após a incubação em estufa, analisou-se o padrão de crescimento ou inibição ao redor de cada disco (Figura 10). Mediu-se o tamanho de cada halo e o resultado foi comparado com valores de tabelas apropriadas segundo a família *Enterobacteriaceae* (CLSI, 2002).

Figura 10 - Resultado do antibiograma pós incubação das placas



Fonte: Acervo pessoal (2020)

3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas realizadas neste presente trabalho foram determinação do potencial hidrogeniônico (pH), turbidez e a condutividade elétrica. A água para a realização destas análises foi coletada em frascos de 1L previamente limpos e higienizados. Realizaram-

se 3 leituras para cada variável, cada uma delas consistindo em uma repetição para fins estatísticos.

A análise do pH foi realizada através de um pHmetro. O aparelho foi previamente calibrado de acordo com valores referenciados em duas soluções de calibração (pH 4,0 e pH 10), para logo após serem realizadas as medições.

A turbidez foi mensurada com auxílio de um turbidímetro que foi previamente calibrado com padrões de calibração apropriado antes de sua utilização.

O equipamento utilizado para a medição da condutividade elétrica foi o condutivímetro, com calibração prévia utilizando-se solução padrão de condutividade.

3.5 CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA

Com o resultado obtido através da quantificação de coliformes termotolerantes, pH e turbidez realizou-se a classificação dos corpos d'água, ou seja, cada ponto de coleta foi classificado definindo assim suas possíveis utilizações. Essa classificação utilizou como referência a Resolução de número 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

3.6 DADOS AMBIENTAIS

Os dados referentes a variáveis relacionadas ao ambiente (precipitação pluviométrica e temperatura) foram obtidos através de levantamentos médios diários dos períodos referentes a este trabalho que são disponibilizados na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As médias foram calculadas através do programa Microsoft Excel.

Já os dados de presença de animais e mata ciliar ao entorno dos cursos d'água foram obtidos através de observações realizadas em cada ponto de coleta quando estas foram realizadas. Os valores utilizados para o fator presença de animais na área foram: (1) presença de animais silvestres; (2) presença de bovinos; (3) presença dos dois. Já para a presença de mata ciliar ao entorno dos corpos d'água considerou-se: (0) não há a presença de mata ciliar; (1) menor que 30 metros, considerando a margem do rio até 10 metros; (3) maior ou igual 30 metros.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

O método inicial utilizado para a análise de dados foi o teste de análise de variância (ANOVA) que aponta se há diferença estatística entre as médias. Os pontos de coleta escolhidos dentro de cada rio, bem como a repetição, considerados as fontes de variação. Quando diferenças foram identificadas pela ANOVA, realizou-se o teste Scott-Knott para separação de médias ($p < 0,05$). Os testes foram feitos com o *software* estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Posteriormente, foram efetuadas análises de correlação, verificando a existência de uma associação entre quantidade de coliformes, resistência a ampicilina e resistência a ciprofloxacino e precipitação, temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, presença de animais e mata nas áreas de coleta. Para isso, utilizou-se o teste exato de Fisher e o teste qui-quadrado para a análise das tabelas de contingência com 5% de nível de significância. As análises estatísticas foram realizadas no *software* licenciado pela Universidade Federal de Santa Catarina, Statistica (STATSOFT, 2014).

4 RESULTADOS

4.1 COLETA REALIZADA NA PRIMAVERA

4.1.1 Rio Pessegueirinho

De acordo com a realização da análise de variância, as variáveis que possuíram valores com diferenças significativas entre locais de coleta (probabilidade maior que valor-F calculado) foram as físico-químicas (pH, turbidez e condutividade elétrica) e as variáveis microbiológicas coliformes totais e coliformes fecais, como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)

Variável	Média Geral	Pr<Fc
pH	7,24	0,0004
Turbidez (NTU)	15,25	0,0000
C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	74,68	0,0000
C.T. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	624,67	0,0463
C.F. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	429,89	0,002
Res. Amp. (%)	46,28	0,1525
Res. Cip. (%)	7,41	0,8928

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: C.E.: Condutividade Elétrica; C.T.: Coliformes Totais; C.F.: Coliformes Fecais; Res. Amp.: Resistência à Ampicilina; Res. Cip.: Resistência à Ciprofloxacino. Pr: p-valor; Fc: F tabelado, onde p-valor<0,05

A partir do teste de Scott-Knott, observa-se que as maiores médias das variáveis que possuíram significância foram obtidas no ponto de coleta 2 (pós perímetro urbano do Rio Pessegueirinho), com os valores de 7,52 para o pH, 23,20 NTU para turbidez e $107,03 \mu\text{S cm}^{-1}$ para condutividade elétrica, diferindo estatisticamente entre os pontos de coleta (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios das variáveis microbiológicas e químicas nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)

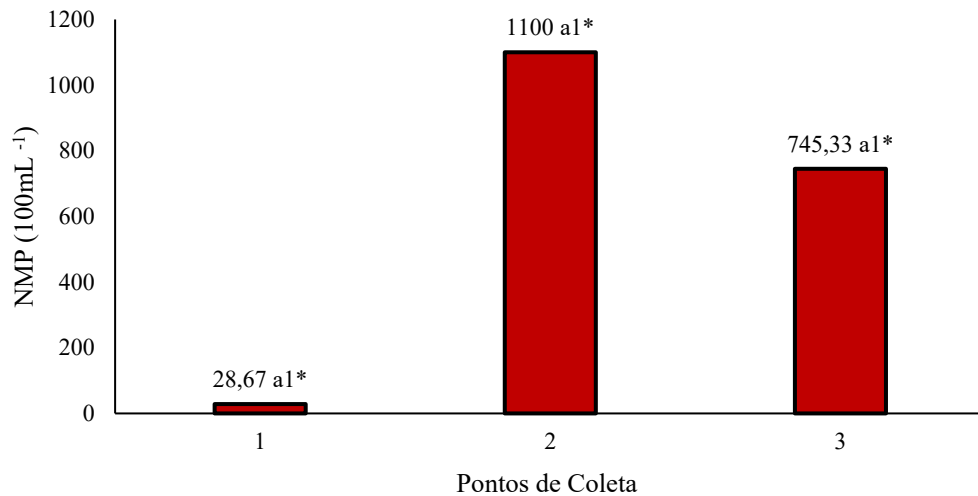
Pontos de coleta	pH	Turbidez (NTU)	C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
1	6,80 a1	4,87 a1	48,77 a1
2	7,53 a2*	23,20 a3	107,03 a3
3	7,40 a2*	17,70 a2	68,23 a2

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: *Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o Teste Scott-Knott, a um nível de significância de 5%. Ponto 1: Nascente do Rio Pessegueirinho; Ponto 2: Pós perímetro urbano do Rio Pessegueirinho; Ponto 3: Foz do Rio Pessegueirinho C.E.: Condutividade Elétrica

Ainda conforme o teste, observa-se que o número de coliformes totais não diferiu estatisticamente entre os pontos de coleta respectivos ao Rio Pessegueirinho. Porém, a média de coliformes totais entre os pontos de coleta variou consideravelmente, chegando a $1.100 \times 100 \text{ mL}^{-1}$ no ponto 2 (Figura 11).

Figura 11 – Valor médio de coliformes totais nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)

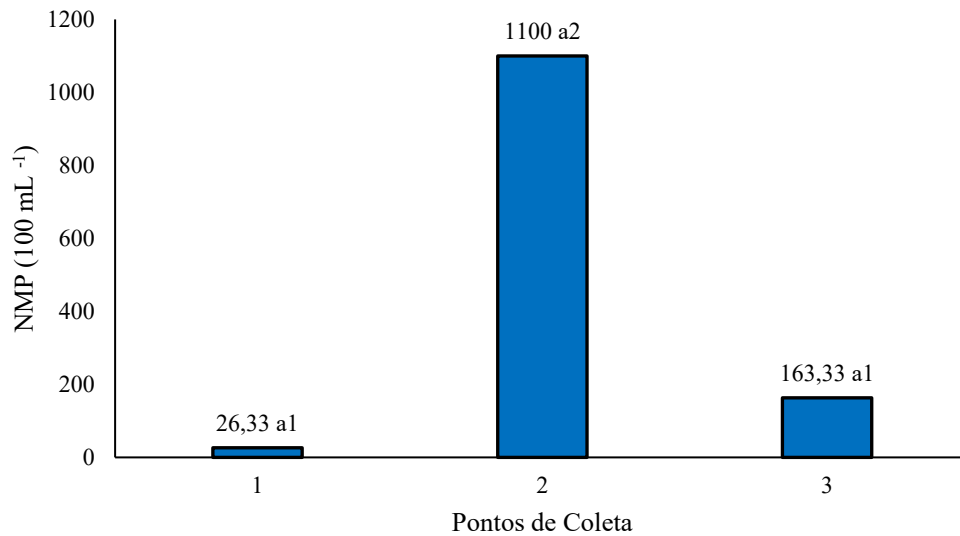


Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: *Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o Teste Scott-Knott, a um nível de significância de 5%. Ponto 1: Nascente do Rio Pessegueirinho; Ponto 2: Pós perímetro urbano do Rio Pessegueirinho; Ponto 3: Foz do Rio Pessegueirinho

Já com relação a variável coliformes fecais, houve diferença estatística entre os 3 pontos de coleta, destacando novamente o ponto número 2, onde a média dessa variável chegou a $1.100 \times 100 \text{ mL}^{-1}$ (Figura 12).

Figura 12 – Valor médio de coliformes fecais nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: *Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o Teste Scott-Knott, a um nível de significância de 5%. Ponto 1: Nascente do Rio Pessegueirinho; Ponto 2: Pós perímetro urbano do Rio Pessegueirinho; Ponto 3: Foz do Rio Pessegueirinho

4.1.2 Rio Marombas

Conforme a análise de variância observou-se que as variáveis que possuíram diferenças significativas foram apenas dois parâmetros físico-químicos: pH e condutividade elétrica (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Marombas (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)

Variáveis	Média Geral	Pr<Fc
pH	7,50	0,0000
Turbidez (NTU)	8,47	0,9079
C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	39,33	0,0055
C.T. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	313,50	0,6398
C.F. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	26,33	0,9978
Res. Amp. (%)	16,91	0,2695
Res. Cip (%)	13,90	0,2251

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: C.E.: Condutividade Elétrica; C.T.: Coliformes Totais; C.F.: Coliformes Fecais; Res. Amp.: Resistência à Ampicilina; Res. Cip.: Resistência à Ciprofloxacino. Pr: p-valor; Fc: F tabelado, onde p-valor<0,05

Nos valores obtidos pelo teste de separação de médias, nota-se que o valor da variável pH diminuiu no último ponto de coleta, após o recebimento do Rio Pessegueirinho, estabelecendo um valor médio de 7,40. Já para a variável Condutividade Elétrica, os valores não diferiram entre si em relação aos dois pontos de coleta do Rio Marombas (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios das variáveis químicas nos pontos de coleta do Rio Marombas (Curitibanos, SC) em 10/12/2019 (coleta correspondente ao final da primavera)

Pontos de coleta	pH	C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
4	7,60 a2	35,17 a1*
5	7,40 a1	43,50 a1*

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: *Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o Teste Scott-Knott, a um nível de significância de 5%. C.E.: Condutividade Elétrica

4.2 COLETA REALIZADA NO VERÃO

4.2.1 Rio Pessegueirinho

Conforme resultados obtidos pela ANOVA, todas as variáveis físico-químicas (pH, turbidez e condutividade elétrica) apresentaram diferença significativa entre os pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 20/02/2020 (coleta correspondente ao final do verão)

Variáveis	Média Geral	Pr<Fc
pH	7,61	0,0022
Turbidez (NTU)	11,27	0,0000
C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	104,58	0,0000
C.T. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	503,11	0,9851
C.F. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	65,03	0,2088
Res. Amp. (%)	5,55	0,6404

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: C.E.: Condutividade Elétrica; C.T.: Coliformes Totais; C.F.: Coliformes Fecais; Res. Amp.: Resistência à Ampicilina. Pr: p-valor; Fc: F tabelado, onde p-valor<0,05

Conforme a Tabela 6, é possível observar que o maior valor de pH foi encontrado no ponto 2 do Rio Pessegueirinho, com uma média de 7,82. Já para turbidez, observou-se um aumento gradativo entre os pontos de coleta, sendo encontrado um valor médio de 19,80 NTU

no ponto 3. A variável condutividade elétrica teve o seu maior valor médio encontrado no ponto 2, com 203,03 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios das variáveis físico-químicas nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho (Curitibanos, SC) em 20/02/2020 (coleta correspondente ao final do verão)

Pontos de coleta	pH	Turbidez (NTU)	C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
1	7,42 a1	6,70 a1	24,66 a1
2	7,82 a3	7,30 a2	203,03 a3
3	7,60 a2	19,80 a3	86,04 a2

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: *Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o Teste Scott-Knott, a um nível de significância de 5%. C.E.: Condutividade Elétrica

4.2.2 Rio Marombas

De acordo com os resultados obtidos através da análise de variância (ANOVA), nenhuma das variáveis analisadas apresentou diferença entre os tratamentos. As médias de cada variável, obtidas na análise de variância, estão representadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para variáveis físico-químicas e microbiológicas entre os pontos de coleta no Rio Marombas (Curitibanos, SC) em 20/02/2020 (coleta correspondente ao final do verão)

Variáveis	Média Geral	Pr<Fc
pH	7,46	0,4600
Turbidez (NTU)	11,52	0,6880
C. E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	32,09	0,3060
C.T. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	26,37	0,2124
C. F. ($\times 100 \text{ mL}^{-1}$)	43,67	0,5725
Res. Amp. (%)	2,78	0,4226
Res. Cip. (%)	5,57	0,1835

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: C.E.: Condutividade Elétrica; C.T.: Coliformes Totais; C.F.: Coliformes Fecais; Res. Amp.: Resistência à Ampicilina; Res. Cip.: Resistência à Ciprofloxacino. Pr: p-valor; Fc: F tabelado, onde p-valor<0,05

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA

A classificação dos corpos d'água, conforme a Resolução de número 357/2005 do CONAMA com suas respectivas utilizações nas duas estações, pode ser observada na Tabela 8. Conforme as exigências da Resolução para águas superficiais, observou-se que os pontos de

coleta referentes ao Rio Pessegueirinho (1, 2 e 3) na coleta realizada na primavera variaram em suas classificações nessa estação do ano. O ponto de coleta 2 obteve uma classificação acima da classe 2, onde a água quando destinada ao abastecimento para consumo humano deve passar por tratamento convencional ou avançado. Além disso, a utilização desta água para outros fins fica restrita já que a mesma possuiu extrema contaminação. Já na coleta realizada no verão, todos os pontos de coleta se mantiveram em classe 1, e quando destinadas ao abastecimento para consumo humano, a água deve passar por tratamento simplificado.

Tabela 8 – Classificação da água proveniente de rios em diferentes pontos de coleta ao longo do curso, conforme limites de coliformes fecais, pH e turbidez estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA. Curitiba, SC, 2019-2020

Coleta da Primavera (DEZ/2019)			
	Classe 1	Classe 2	Acima de classe 2
Ponto 1	x		
Ponto 2			x
Ponto 3		x	
Ponto 4	x		
Ponto 5	x		
Coleta do verão (FEV/2020)			
	Classe 1	Classe 2	Acima de classe 2
Ponto 1	x		
Ponto 2	x		
Ponto 3	x		
Ponto 4	x		
Ponto 5	x		

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: Ponto 1: Nascente do Rio Pessegueirinho; Ponto 2: Pós perímetro urbano do Rio Pessegueirinho; Ponto 3: Foz do Rio Pessegueirinho; Ponto 4: Rio Marombas antes do recebimento do Rio Pessegueirinho; Ponto 5: Rio Marombas pós recebimento do Rio Pessegueirinho

4.4 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Na Tabela 9 observam-se as correlações entre as variáveis. O pH relacionou-se positivamente com a estação do ano ($r=0,381$) e presença de mata ciliar ($r=0,434$). A variável coliformes fecais teve uma correlação significativa e positiva com resistência à ampicilina ($r=0,446$), indicando que a alta concentração desses microrganismos na água de rios provoca

um aumento das colônias de *E. coli* resistentes a este medicamento. A resistência à ciprofloxacino correlacionou-se positivamente com a precipitação ($r=0,386$), demonstrando que a quantidade de chuvas do período influenciou no aumento das colônias de *E. coli* resistentes a este medicamento. Outra correlação positiva com o fator relacionado a presença de mata ciliar foi a turbidez, com um coeficiente de 0,436, comprovando que esse fator físico-químico é influenciado quando há ou não a presença de áreas de preservação ao entorno dos rios.

Tabela 9 – Coeficientes de correlação de Pearson entre parâmetros microbiológicos, físico-químicos, meteorológicos e ambientais analisados entre o período de 2019-2020, Curitiba-SC

Variáveis	E.A.	C.F.	Res. Amp.	Res. Cip.	P.P.	Temp.	pH	P.A.	C.E.	Tur.	M.C.
E.A.	-	0,326	0,474	-0,386*	1,000	1,000	0,381*	-0,000	0,146	-0,160	-0,000
C.F.		-	0,446*	-0,062	0,326	-0,326	0,120	0,178	0,240	0,620	-0,184
Res. Amp.			-	0,216	0,474	0,474	-0,352	0,019	0,125	0,124	-0,360
Res. Cip.				-	0,386*	-0,386*	-0,106	0,179	-0,234	-0,136	0,111
P.P.					-	-1,000	-0,381*	0,000	-0,146	0,16	0,000
Temp.						-	0,381*	-0,000	0,146	-0,160	-0,000
pH							-	0,226	0,504*	0,297	0,434*
P. A.								-	0,064	-0,279	0,062
C.E.									-	0,155	-0,118
Tur.										-	0,436*
M.C.											-

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: E.A.: estação do ano; C.F.: coliformes fecais; Res. Amp.: resistência a ampicilina; Res. Cip.: resistência a Ciprofloxacino; P.P.: precipitação pluviométrica; Temp.: temperatura; P.A.: presença de animais na área; C.E.: condutividade elétrica; Tur.: turbidez; M.C.: presença de mata ciliar. *Valores significativos onde o p-valor é inferior a 0,05 (p-valor <0,0)

5 DISCUSSÃO

O presente trabalho possui grande relevância para o estado de Santa Catarina no que diz respeito as avaliações da qualidade da água de rios realizadas. Além disso, com relação a resistência antimicrobiana vale ressaltar que, este foi o primeiro estudo realizado no município de Curitibanos – SC. Os resultados obtidos remetem ao entendimento do atual cenário de qualidade ambiental e dos recursos hídricos, bem como de saúde pública do município onde a população ainda não possui um sistema de saneamento efetivo.

Em relação ao pH, sabe-se que valores elevados se associam a presença de bicarbonatos e carbonatos no meio hídrico e, além disso, períodos prolongados de estiagem associados a elevadas temperaturas também contribuem para o aumento desta variável (GARCIA *et al.*, 2018), favorecendo também o crescimento e desenvolvimento de microrganismos na água e promovendo eutrofização. Quando destinadas ao abastecimento, por exemplo, baixos valores de pH podem contribuir para a corrosividade e agressividade da água, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações.

No presente trabalho, em todas as amostras analisadas em ambos os rios e em ambas as coletas, as médias de pH permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, onde para a proteção da vida aquática o pH de águas doces deve estar entre 6,0 e 9,0. Santos (2018), em seu trabalho de qualidade de água em rios de Pernambuco, também obteve valores similares em relação à variável pH, estando em um intervalo de 6,2 a 8,2 dentro dos 6 pontos de coletas analisados, e, portanto, sendo valores permitidos dentro da legislação.

Na análise de correlação, o que se pode observar é que o pH é influenciado pela estação do ano e também pela temperatura, ou seja, estações com maiores temperaturas apresentarão um pH mais elevado. Conforme Garcia *et al.* (2018), valores elevados de pH estão associados a prolongados períodos de estiagem. Porém, quando esses valores não variam consideravelmente, melhor é a manutenção da vida aquática, como é o caso dos resultados obtidos neste estudo. Além disso, observa-se também a correlação positiva do pH com a presença de mata ciliar nos locais de coleta.

Já em relação a turbidez, a Resolução de número 357/2005 do CONAMA estabelece que para rios com água de classe 1, os valores não devem exceder 40 NTU e, portanto, conforme as análises realizadas, em ambas as coletas e em ambos os rios os valores estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

O maior valor de turbidez da coleta realizada no final da primavera foi encontrado no ponto 2 do Rio Pessegueirinho, com 23,20 NTU. Da Silva *et al.* (2021) encontraram valores similares para esta variável em um dos pontos de coleta em seu estudo realizado em um trecho do Rio Capibaribe no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, onde com maiores valores de chuva a turbidez chegou a 22,74 NTU em um ponto do rio. Os autores explicam que isso acontece porque as erosões durante as estações chuvosas resultam no aumento desta variável. De acordo com Penedo (2015), a precipitação é um fator importante na geração de turbidez das bacias hidrográficas, por sua ação mecânica na desagregação, deslocamento e carregamento das partículas do solo. Esse fator pode explicar o fato de os maiores valores de turbidez terem sido observados na estação da primavera quando comparados aos valores da coleta realizada no verão, onde, no ano de 2019 esta estação compreendeu a intensas concentrações de chuvas.

Além disso, o ponto 2 é destacado por sua poluição, após o rio percorrer todo o perímetro urbano do município e neste percurso receber altas cargas poluidoras e, dentre elas, o despejo de esgoto doméstico diretamente no rio, já que em alguns locais a urbanização se faz presente nas margens do Rio Pessegueirinho. Raposo *et al.* (2009) citam que a turbidez indica o nível de interferência que a luz sofre ao passar pela água, expressando a quantidade de material em suspensão podendo ser de origem natural ou pela ação antrópica como o lançamento de efluentes não tratados, práticas agrícolas inadequadas, retirada da mata ciliar, dentre outros.

Com relação a coleta realizada no fim do verão, vale destacar a média da variável encontrada para os pontos de coleta correspondentes ao Rio Marombas. Apesar de os valores não diferirem estatisticamente entre os dois pontos de coleta do respectivo rio, a média de turbidez encontrada foi de 11,52 NTU. Este valor confronta com resultados encontrados por alguns autores, como Loch (2020), onde estes não excederam 2 NTU em período de estiagem, podendo ser explicado por intensas ações antrópicas no período já que, em um destes pontos havia a ocorrência de abertura de estradas para posteriores práticas agrícolas próximas ao rio. Conforme Raposo *et al.* (2009), a alteração dos níveis de turbidez está fortemente correlacionada com a utilização do solo na bacia hidrográfica. Isso também pode ser observado

na análise de correlação (Tabela 8), indicando a influência da presença da mata ciliar ao entorno do rio sobre a turbidez.

A condutividade elétrica é um parâmetro afetado tanto por fatores antrópicos quanto por lixiviação do solo quando a mata ciliar sofre desmatamento. O uso do solo pode modificar diretamente a composição da água, refletindo-se na condutividade elétrica (VON SPERLING, 2005). Não existe um padrão de condutividade na legislação, porém, de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

No presente estudo, os valores de condutividade elétrica variaram entre 48,77 a 107,03 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho e 35,17 a 43,50 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nos pontos de coleta do Rio Marombas na coleta realizada na primavera. Novamente, destaca-se o ponto de coleta número 2, com uma média de 107,03 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Conforme Medeiros (2018), em áreas urbanas onde há lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, há a contribuição para o aumento da condutividade elétrica. Em seu trabalho realizado em pontos de coleta ao longo do Rio Longá no Piauí, foram obtidos altos valores de condutividade elétrica em pontos que se encontravam no perímetro urbano do município de Piracuruca, o que pode ser comparado ao presente trabalho. Resultados semelhantes também foram observados por Girardi *et al.* (2016) ao estudar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul em Santa Catarina e por Mateus *et al.* (2015) estudando a qualidade da água do rio Uberaba em Minas Gerais.

Na coleta realizada no verão, os valores variaram entre 24,66 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 203,33 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho, ou seja, os valores quando comparados a coleta realizada na primavera foram ainda maiores. Este fato pode ser explicado por este período ter sido seco, pois, conforme Esteves (2011), a condutividade elétrica muda com a sazonalidade, sendo menor em períodos chuvosos por causa do aumento do fator de diluição dos íons. Viswanathan *et al.* (2015), ao estudarem a sazonalidade da qualidade da água do rio Thur na Suíça, encontraram os maiores valores de condutividade elétrica no período seco, relacionando-os ao fato de o solo ser rico em solutos acumulados e capturados durante as precipitações recorrentes do período chuvoso.

As concentrações de coliformes totais chegaram a $1.100 \times 100 \text{ mL}^{-1}$ no ponto 2 do Rio Pessegueirinho, na coleta realizada na primavera. A alta concentração desses microrganismos

na água pode representar a quantidade de matéria orgânica presente, que é introduzida nos corpos d'água principalmente por meio de lançamento de esgoto doméstico, podendo estar presente em alguns efluentes industriais ou até mesmo naturalmente, como parte dos processos biogeoquímicos (CUNHA; FERREIRA, 2006). Conforme a NASS (2002), o esgoto é constituído principalmente por matéria orgânica, que pode servir de substrato para microrganismos e, em alta quantidade, poderá ser consumido por bactérias, que passarão a ter condições propícias para multiplicar-se rapidamente.

Este mesmo ponto de coleta foi, visualmente, o ponto mais poluído, tanto por resíduos sólidos domésticos como por lançamento de esgoto. Conforme Ribeiro (2008), a poluição é mais comumente observada em localidades mais humildes, pois, como não há saneamento nesses locais, na maioria das vezes é nos rios que a população lança seus resíduos. Em Curitiba, até o momento de finalização deste trabalho, não havia em operação nenhum sistema de captação e tratamento de esgoto no município. No caso do Rio Pessegueirinho, por atravessar todo o perímetro urbano do município de Curitiba, está presente em um ambiente com alto índice de urbanização, com população ribeirinha instaladas ao longo do percurso do rio, lançando seus efluentes diretamente no rio. Além disso, os animais de criação e silvestres possuem livre acesso a estes locais e, conseqüentemente, defecam nas proximidades, aumentando a contaminação destes locais.

Paiva *et al.* (2021), em trabalho realizado com análise de córregos urbanos do município de Alta Floresta – MT, observaram resultados semelhantes que se comparam aos resultados do presente trabalho. Vários outros autores utilizados como referência não encontraram valores tão elevados para a concentração desses microrganismos, como é o caso de Silva *et al.* (2021), que encontraram $700 \times 100 \text{ mL}^{-1}$ em área do Rio Capibaribe no município de São Lourenço da Mata – PE, em área também localizada após o perímetro urbano do município.

No ponto 3, correspondente a Foz do Rio Pessegueirinho, também se observou uma alta concentração de coliformes totais, mesmo com a presença de mata ciliar ao entorno do rio neste local, fato este que pode ser explicado pelos elevados números de chuvas no período. Com altos volumes de precipitação, a lixiviação de resíduos fecais que contenham bactérias é mais frequente. Isso se intensifica em regiões com relevo acidentado, como é o caso de Curitiba (SANT' HELENA *et al.*, 2019). Conforme Silva *et al.* (2021) em períodos chuvosos, a água dos rios pode carregar uma grande quantidade de matéria orgânica em seu sentido, alterando a qualidade da água nessas áreas.

Com relação à média de coliformes totais no Rio Marombas ($313,50 \times 100 \text{ mL}^{-1}$), houve uma diminuição em relação ao Rio Pessegueirinho. Porém, o valor ainda é considerado alto quando se considera que em um dos pontos de coleta deste referido rio encontra-se o sistema de captação de água destinada ao abastecimento público do município, o que consequentemente poderá aumentar a quantidade produtos utilizados no tratamento da água.

O parâmetro microbiológico de coliformes termotolerantes é amplamente utilizado como referência quando se trata de qualidade da água, pois o mesmo possui implicação para a saúde pública. No presente trabalho nota-se a alta concentração desses microrganismos em um dos pontos de coleta do Rio Pessegueirinho na análise realizada na primavera (ponto 2). Conforme Monte *et al.* (2021), altos valores desta variável indicam maior influência antrópica nesses locais de amostragem, representando um risco a biota e a saúde humana, como por exemplo, a ingestão de peixes pescados no trecho, além das atividades de recreação nesses locais.

Em um estudo no rio Arari, Alves *et al.* (2012) encontraram concentrações de coliformes fecais de até $2.400 \times 100 \text{ mL}^{-1}$. Em apenas um dos pontos havia a influência direta de aporte de esgoto, comparando-se, portanto, ao presente trabalho. Este quadro de altas concentrações desses microrganismos reflete a situação de risco em que se encontra a maioria dos mananciais subterrâneos das áreas estudadas. Estas áreas apresentam uma grande densidade urbana, não possuem rede coletora de esgotos, fazendo, portanto, uso de fossas, sumidouros, dentre outros, tendo os rios como destino final para seus dejetos.

Observa-se que para o mesmo rio, os pontos 1 e 3 foram menos impactados em relação a coliformes fecais. O ponto 1, correspondente a nascente do Rio Pessegueirinho, apresentou a menor concentração de coliformes termotolerantes, podendo ser explicado pelo fato de o rio ainda não ter atravessado o perímetro urbano. Porém, visualmente o trecho já apresenta alterações antrópicas e deve ser monitorado. Com relação a foz do rio (ponto 3), também se observou um baixo valor para a variável coliformes fecais, o que pode ser explicado pela presença de mata ciliar no entorno do rio, servindo como uma barreira de proteção para os corpos d'água. A melhora na qualidade da água neste ponto do Rio Pessegueirinho também pode ser explicada pela autodepuração, pois, conforme Von Sperling (1996), a água pode começar a recuperar o seu estado natural após passar pelo seu pior estado, aumentando o seu nível de oxigênio dissolvido e de aeração, conhecida como Zona de Recuperação.

Conforme Arcos *et al.* (2020), quando se avalia a qualidade de um determinado ambiente, busca-se identificar se estes locais se encontram com suas características preservadas e, caso isso não ocorra, é importante a investigação de possíveis causadores dessas alterações. Além disso, as ações antrópicas podem favorecer o surgimento de patógenos que causam doenças aos animais e ao homem, visto que a água de rios é captada para dessedentação animal, irrigação de lavouras e em alguns casos até consumo humano.

Na coleta realizada no verão, em ambos os rios, a concentração de coliformes termotolerantes na água também foi baixa. A razão para este acontecimento pode ser explicada pelos baixos volumes de precipitação que ocorreu no período, fator este que interfere na concentração de microrganismos lixiviados para dentro dos rios, diferindo também da coleta realizada na primavera, na qual houve alta concentração de chuvas.

Piacenza (2021), em estudo do efeito da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cafezal em Londrina – PR, destaca que em períodos com menor volume de precipitação, não houve desenvolvimento de colônias de *E. coli* em seu estudo. Em meses caracterizados por maiores volumes de chuvas no ano, o desenvolvimento desses microrganismos aumentou, comparando-se ao presente trabalho. Este resultado sugere que pode haver carreamento de dejetos fecais provenientes do entorno, seja de animais que pastam nas propriedades rurais e buscam o corpo hídrico para beber água, como de propriedades rurais sem tratamento de esgoto doméstico, por exemplo.

Com o crescimento da população, cresce também a contaminação ambiental, sendo consequência do descarte de esgoto, compostos químicos e também de medicamentos, afetando os rios (SALLOTO *et al.*, 2012). A descarga de águas residuais e a eliminação de resíduos, principalmente agrícolas, são as principais fontes de antimicrobianos (DING; HE, 2010) e o crescimento da resistência bacteriana entre cepas encontradas em ambientes aquáticos contaminados pode ser um sinal do uso indiscriminado e incorreto de agentes antimicrobianos (SOUZA *et al.*, 2000).

Em estudo realizado por Falcão *et al.* (2004) nos rios e lagos da cidade de Araraquara – SP, foi determinada uma prevalência de 50% de cepas resistentes a uma grande quantidade de antimicrobianos, em especial à ampicilina. Este resultado pode ser comparado ao presente trabalho na coleta referente ao Rio Pessegueirinho na primavera, onde 46,28% das colônias de *E. coli* foram resistentes à ampicilina. Ribeiro *et al.* (2021), em análise da resistência a antibióticos em águas de rios de Curitiba, também obteve resultados similares ao presente trabalho para o Rio Pessegueirinho, com 50% das colônias de bactérias resistentes à ampicilina.

Quando se observa os resultados obtidos na análise de correlação (Tabela 8), pode-se perceber que a resistência a ampicilina se correlacionou positivamente com a quantidade de coliformes termotolerantes. Portanto, isso pode indicar que, quanto maior a frequência de resistência a esse antibiótico, maior é também a concentração desses microrganismos na água, indicando também que bactérias resistentes estão se tornando cada vez mais comuns e cada vez mais disseminadas na nossa região.

Para o mesmo rio, a resistência a ciprofloxacino se apresentou em valor menor, com 7,41% das colônias de *E. coli* resistentes a este medicamento. Porém, mesmo não sendo um valor alto, a eliminação deste fármaco através da urina constitui importante contaminação ambiental emergente e, conforme Silva (2021), sendo lançado no ambiente aquático em altas concentrações, pode persistir por longos períodos de tempo e isso virá a contribuir para o desenvolvimento da resistência.

Já os pontos referentes ao Rio Marombas, na mesma coleta da primavera apresentaram 13,90% das colônias de *E. coli* resistentes a ciprofloxacino. Conforme a análise de correlação, observou-se que a resistência a este medicamento se influenciou positivamente com a quantidade de chuvas no período. Portanto, quanto maior a concentração de chuvas, maior também a concentração de bactérias resistentes a este medicamento sendo carregadas no rio Marombas. Para além de contaminação ambiental, estes resultados também alertam para problemas de saúde pública. Autores como Schenider *et al.* (2009), avaliando o perfil de resistência antimicrobiana de isolados de *E. coli* obtidos de águas superficiais e subterrâneas em área de produção de suínos, obtiveram 1,92% dos isolados resistentes ao medicamento. Ribeiro *et al.* (2021), destacam em seu trabalho realizado nos rios do município de Curitiba que, dentre todos os antibióticos avaliados, o ciprofloxacino aparece com o menor valor de resistência, sendo que 100% das colônias isoladas foram consideradas sensíveis. Para a ampicilina, o mesmo rio apresentou um percentual de 16,91% de colônias resistentes, valor menor quando comparado ao Rio Pesseguirinho, porém, isso também pode ser reflexo do alto consumo deste medicamento que é utilizado indiscriminadamente pela população de Curitiba.

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho, ressalta-se a importância de estudos que analisam a qualidade microbiológica da água, visto que a presença de bactérias resistentes presentes na água de rios é considerada um sério problema de saúde pública,

contribuindo para a qualidade de vida das gerações atuais e futuras (RIBEIRO, 2021). O descarte incorreto de medicamentos oriundos de esgoto industrial, do seu uso na agricultura e no cultivo de peixes pode causar grandes impactos ambientais e favorecer o surgimento e a disseminação de genes de resistência no meio ambiente, onde o meio aquático pode constituir uma importante via de disseminação entre os diferentes compartimentos ambientais. Os genes de resistência encontrados em microrganismos presentes no solo e na água podem ser detectados em vários lugares do mundo e essa resistência pode ser transferida para patógenos humanos e esses genes podem ser carregados para os ambientes hospitalares causando sérios problemas (SERAFIM; RUIZ, 2018).

Outro risco representativo é o consumo de hortaliças cruas, por exemplo, já que em alguns casos a irrigação desses vegetais é realizada com água proveniente diretamente dos rios ou até mesmo de água de poços que possuem certa proximidade com os rios. Um exemplo de caso é o estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2021) entre rios e poços no município de Curitiba, onde seus resultados mostraram a ocorrência de resistência a antibióticos em poços adjacentes ao Rio Pessegueirinho, indicando que os rios podem influenciar na qualidade da água de poços comumente utilizados pela população. Conseqüentemente, quando ingerida, a água que apresente bactérias resistentes irá contribuir para o agravamento de infecções, onde em muitos casos, como visto na atualidade, dificulta-se muito o tratamento dessas infecções, tanto em humanos quanto em animais.

A Resolução de número 357 de 2005 do CONAMA dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, além do estabelecimento das condições e padrões de lançamento de efluentes. Conforme o artigo 4º da resolução, as águas doces são classificadas em 4 classes, além da classe especial. Esta Resolução foi utilizada como referência neste trabalho, onde os pontos de coleta dos rios analisados foram classificados entre classe 1, 2 e acima de classe 2, a partir da quantificação de coliformes termotolerantes em cada ponto de acordo com cada estação do ano analisada.

Conforme o artigo 4º desta Resolução, para a classe 1 as águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho, irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. Já para a classe 2, o tratamento da água destinada ao abastecimento público deve ser convencional. Além disso, difere-se da classe 1 em relação a

irrigação, podendo ser realizada em hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto. Acima da classe 2, a utilização da água se restringe com relação as suas utilizações, pois, quanto maior a classe menor a qualidade da água e, portanto, só poderão ser aproveitadas com usos mais exigentes.

Na coleta realizada na primavera, os pontos 1, 4 e 5 enquadram-se na classe 1. Já o ponto 2, acima da classe 2, podendo a água ser empregada para consumo apenas pós tratamento convencional ou avançado, restringindo-se de várias utilizações por possuir alta concentração de coliformes termotolerantes e, o ponto 3, na classe 2. Com relação a coleta realizada no verão, todos os pontos (1 a 5) enquadram-se na classe 1. Esta melhora pode estar diretamente relacionada com a quantidade de chuvas, pois, como já citado anteriormente, a quantidade de coliformes tende a aumentar em períodos chuvosos.

O presente estudo alerta para a contaminação de águas superficiais no município de Curitiba que, por muitas vezes é utilizada para a irrigação de culturas agrícolas, dessedentação de animais e até mesmo consumo humano sem algum tipo de tratamento. Sabe-se que a atual legislação de recursos hídricos não contempla o parâmetro de resistência antimicrobiana, porém, a importância de estudos neste contexto torna-se cada vez maior visto que, devido as inúmeras utilizações da água, quando este meio se torna contaminado com bactérias resistentes o problema é ainda mais grave, se inserindo no âmbito de saúde pública.

6 CONCLUSÃO

Através das análises microbiológicas e físico-químicas realizadas neste presente estudo foi possível observar o considerável nível de contaminação dos rios em Curitiba – SC. Os resultados revelaram a importância de estudos referentes a qualidade de águas superficiais bem como da qualidade ambiental dessas áreas. Além disso, a concentração de coliformes fecais se relacionou com a resistência antimicrobiana, indicando que grande parte da população desses microrganismos presentes na água já são resistentes a antibióticos, expondo e colocando em risco seres humanos e animais que utilizam e até mesmo ingerem água contaminada.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, N. C. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Eventos pluviométricos extremos e saúde: perspectivas de interação pelos casos de leptospirose em ambiente urbano. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. São Paulo, v. 6, n. 11, p. 118-132, 2010.
- ALVES, I. C. *et al.* Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazônica**. Manaus, v. 42, n. 1, p. 115-124, 2012.
- ARAÚJO-JÚNIOR, J. C. M. Impactos da presença humana no ecossistema do Riacho Doce, litoral norte do estado de Pernambuco. **Educação Ambiental (Brasil)**. Recife, v. 1, n. 2, p. 51-63. 2020.
- ARCOS, A. N.; SILVA, J. S.; CUNHA, H. B. Grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade em praia de água doce no rio Negro, Amazonas. **Research, Society and Development**. Curitiba, v. 9, n. 7, p. 1-17, 2020.
- ASSIS, F. O.; MURATORI, A. M. Poluição hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina. **Revista Eletrônica Geografar**. Curitiba, v.2, n.1, p.42-59, 2007.
- AZOULAY, A. Relatório de Desenvolvimento Mundial da Água da ONU de 2021. Disponível em: <http://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/en>. Acesso em: 24 de novembro de 2021.
- BARILE, P.J. Widespread sewage pollution of the Indian River Lagoon system, Florida (USA) resolved by spatial analyses of macroalgal biogeochemistry. **Marine Pollution Bulletin**, v. 128, p. 557-574, 2018.
- BETTEGA, J. M. P. R.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954, 2006.
- BLODGETT, R. BAM Appendix 2: Most Probable Number From Serial Dilutions. In: U. S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. 8. ed. [s.l.]: FDA, 1998. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bamappendix-2-most-probable-number-serial-dilutions#tables>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. L. M. Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 343-352, 2006.

BRANCO, N. M. C. *et al.* Ocorrência de antimicrobianos em águas superficiais e residuais do Município do Rio de Janeiro: uma questão de vulnerabilidade ambiental e da saúde pública. **Research, Society and Development**. Curitiba, v.10, n. 10, p. 1-15, 2021.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2 ed. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

CLSI. **M2-A8**: Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Disco-difusão. 8 ed. Wayne, PA, USA: Anvisa, 2002. v. 23. Disponível em:
http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/clsi/clsi_OPASM2-A8.pdf. Acesso em: 3 mar. 2022.

COSTA, A. L. P; JUNIOR, A. C. S. S. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. **Estação Científica**. Amapá, v. 7, n. 2, p. 45-57, 2017.

CUNHA, C. L. N.; FERREIRA, A. P. Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 8, p. 1715-1725, 2006.

DE MELLO, W. L. **Análise do monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário da barra do Rio Mamanguape com o uso de sonda multiparamétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, p. 88, 2021.

DE SOUZA, J. R.; DE MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodem**. Ceará, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

DING, C; HE, J. Effect of antibiotics in the environment on microbial populations. **Appl Microbiol Biotechnol**. Bethesda, v. 87, p. 925-41, 2010.

DOS SANTOS, A. P. R.; DE MONTEIRO, L. R. L. Determinação da qualidade microbiológica da água em nascente da Unidade de Conservação em Filadélfia Tocantins. **Revista Desafios**. Tocantins, v. 5, p. 74-86, 2018.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. **Interciência**, v. 3, p. 826, 2011.

FALCÃO, J. P. *et al.* Virulence characteristics and epidemiology of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia* other than *Y. pseudotuberculosis* and *Y. pestis* isolated from water and sewage. **Journal of applied microbiology**. Bethesda, v. 96, n. 6, p. 1230–1236, 2004.

FERNANDES, M. L. B. et al. Estudo de balneabilidade em quatro praias do arquipélago de Fernando de Noronha baseado em análise de coliformes fecais. **Research, Society and Development**. Curitiba, v. 10, n. 11, p. 9, 2021.

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

FONSECA, A. R.; GONTIJO, R. A. N. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade microbiológica das águas em nascentes da área urbana de Santo Antônio do Monte-MG. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Curitiba, v. 10, n. 20, p. 87-101, 2021.

FONSECA, W. C.; TIBIRIÇÁ, C. E. J. A. Avaliação da influência da estação de tratamento de efluente de Catanduva (SP) na qualidade da água do rio São Domingos. **Eng. Sanit. Ambient.** Itajaí, v. 26, n.1, p. 181-191, 2021.

FRACAROLLI, I. F. L.; OLIVEIRA, S. A.; MARZIALE, M. H. P. Colonização bacteriana e resistência antimicrobiana em trabalhadores de saúde: revisão integrativa. **Acta Paul. Enferm.** São Paulo, v. 30, n. 6, p. 651-657, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013, p.150. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 30 abril 2022

GARCIA, J. M. *et al.* Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade e Natureza**. Uberlândia, v.30, n.1, p. 228-254, 2018.

GARNIER, J. *et al.* How can water quality be improved when the urban waste water directive has been fulfilled? A case study of the Lot River (France). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 11924-11939, 2018.

GARRISON, T. **Essentials of oceanography**. Cengage Learning. California – USA, v. 22, n. 1, p. 238-244, 2012.

GIRARDI, R. *et al.* Evolution of physicochemical species concentration in stream based on heavy rainfall event data obtained for high-frequency monitoring. **Brazilian Journal of Water Resources**. Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 653-665, 2016.

GURGEL, R. S.; SILVA, L. S.; SILVA, L. A. Investigação de coliformes totais e *Escherichia coli* em água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba – AM. **Brazilian Applied Science Review**. Curitiba, v. 4, n. 4, p. 2512-2529, 2020.

HALL, M. J. Urban Hydrology. **London: Elsevier Applied Science**, 1984.
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro, 2020.

JÚNIOR, J. C. M. A. Análise do monitoramento da qualidade de água de rios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. **Revista Geo Ciências**. Guarulhos, v. 19, n. 2, p. 24-34, 2020.

KÜMMERER, K. *et al.* Resistance in te environment. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 54, n. 2, p. 311-320, 2004.

- LE CORRE, K. S. *et al.* Consumption-based approach for assessing the contribution of hospitals towards the load of pharmaceutical residues in municipal wastewater. **Environment International**, v. 45, p. 99 –111, 2012.
- LEITE, M. S.; GUSMÃO, A. C.; GONTIJO, B. A. V.; GARCIA, P. G. Perfil de resistência aos antimicrobianos de *Escherichia coli* isoladas de amostras de urina de pacientes de uma Unidade de Terapia Intensiva. **Revista RBAC**. DOI: 10.21877/2448-3877.202100877, 2020.
- LIMA, L. G. S.; FREITAS, A. C. Estudo da qualidade da água de Coari-AM através de análises físico-químicas e microbiológicas e correlação com doenças causadas por vias hídricas. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**. Amazônia, v. 4, p. 175-182, 2014.
- LIRA, J. L. M. *et al.* Estudo epidemiológico das internações por doenças transmitidas por contato com a água no município de Maceió: leptospirose e esquistossomose. **Braslian Journal of Development**. Curitiba, v. 7, n. 5, p. 415-425, 2021.
- LOCH, J.; BRENTANO, D. M. Influência da precipitação na turbidez das águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço/SC: uma análise para gestão de estação de tratamento de água. **Geosul**. Florianópolis, v. 35, n.76, p. 227-297, 2020.
- MALAGI, I. **Qualidade da água por indicadores ambientais e análise da resistência de *E. coli* isoladas em águas superficiais urbanas**. Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, p. 37, 2018.
- MARTINI, C. R. C. **Caracterização físico-química e de resistência antimicrobiana em *Escherichia coli* isoladas de amostras de esgoto e corpo hídrico**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Ambiental, UTFPR, p. 45, 2017.
- MATEUS, M. V. *et al.* Análise de incerteza e modelagem de qualidade da água do rio Uberaba, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro, n. 37, p. 1-15. 2015.
- MEDEIROS, W. M. V.; SILVA, C. E.; LINS, R. P. M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do Rio Longá, Piauí, Brasil. **Revista Ambiente e Água**. Taubaté, v. 13, n. 2, p. 17, 2018.
- MISHRA, M. *et al.* Multi-Drug Resistant Coliform: Water Sanitary Standards and Health Hazards. **Frontiers in Pharmacology**, v. 9, n. 311, 2018.
- MONTE, C. N. *et al.* A influência antrópica na qualidade da água do Rio Tapajós, na cidade de Santarém – PA. **Revisa Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 14, n. 6, p. 3695-3710, 2021.
- NASCIMENTO, C. V. Poluição das águas e doenças relacionadas: educar para a prevenção. Monografia apresentada ao Curso de Especialização, UFMG. Minas Gerais, p. 38, 2015.
- NASS, D. P. **O conceito de poluição**, 2002. Disponível em: <http://files.professora-mirtes.webnode.com/200000113-738c57486a/O%20conceito%20de%20poluição.pdf>. Acesso em: 9 de maio de 2022.

OLIVEIRA, S. M. S. *et al.* Análises físico-químicas da água utilizada em um hospital público no município de Quixeramobim, Ceará. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 7, n. 9, p. 89602-89609, 2021.

OLIVEIRA, C. S. P.; SILVA, J. C.; TAVARES, J. L. Análise de qualidade da água e percepção ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu (BHRP). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. Recife, v. 8, n. 3, p. 13-26, 2020.

OLIVEIRA, J. M. **Qualidade da água superficial em microbacias com diferentes usos de solo no município de Itaara-RS**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, UFSM. Santa Marina, p. 82, 2013.

PAIVA, G. A.; ROVEDA, A. P.; MONTEIRO, A. P.; CARDOS, M. A. Análise microbiológica e físico-química da água em lagos e córregos urbanos do município de Alta Floresta – MT. **Revista de Ciências Agroambientais**. Mato Grosso, v. 19, n. 2, p. 98-101, 2021.

PAULA, A; LINO, J. H. Investigação da presença de coliformes em amostras de água no município de Mandaguaçu, Paraná. **Brazilian Journal of Health Review**. Curitiba, v. 4, n. 6, p. 25216-25224, 2021.

PENEDO, P. H. S. **Relação entre precipitação e turbidez em cursos d'água no Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

PIACENZA, L. B. **Efeito da precipitação pluviométrica para as estruturas limnológica e microbiológica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cafezal**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. UTFPR. Londrina, p. 118, 2021.

PIVELI, P. D. R. P. **Aula 10 - Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânico em Águas**. [S.l.], p. 12, 2010.

PORTELLA, M. D. **Avaliação da qualidade da água de rios em bacias urbanizadas na Bacia da Lagoa da Conceição, Florianópolis (SC)**. Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC. Florianópolis, p. 85, 2020.

RAPOSO, A. A.; BARROS, L. F. P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. M. **O parâmetro de turbidez das águas como indicador de impactos humanos na dinâmica fluvial da bacia do Rio Maracujá**. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada de Viçosa. UFV, 2009.

RIBEIRO, G. F. **Ocorrência de bactérias resistentes a antibióticos em água empregada na dessedentação de animais em Curitibaanos – SC**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, UFSC. Curitibaanos, p. 49, 2021.

- RIBEIRO, G. F.; PROENÇA, J. E.; ANGELO, N. M. M; CRUZ, S. P. Análise preliminar da qualidade da água de rios em Curitiba, SC. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde da UNIARP**. Caçador, v. 10, n. 1, p. 20, 2021.
- RIBEIRO, J. A. **Poluição das águas**, 2008. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/pluicao-das-aguas/9190>. Acesso em: 9 de maio de 2022.
- SALLOTO, G. R. B. *et al.* Pollution impacts on bacterioplankton diversity in a tropical urban coastal lagoon system. **PloS one**, v. 7, n. 11, p. 511-575, 2012.
- SANT' HELENA, A. *et al.* Análise microbiológica da água em Curitiba – SC e sua ligação com fatores socioambientais. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde da UNIARP**. Caçador, v. 9, n. 2, p. 18, 2019.
- SANTOS, A. P. R; MONTEIRO L. Determinação da qualidade microbiológica da água em nascente da unidade de conservação em Filadélfia Tocantins. **Revista Desafios**. Tocantins, v. 5, p. 74-86, 2018.
- SANTOS, N. B. C.; SANTOS, R. H. C.; SILVA, R. F. Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 11, n.5, p. 1859-1875, 2018.
- SANTOS, S. A.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; FILHO, O. S. Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/ RS. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 23-44, 2018.
- SCHNEIDER, R. N.; NADVORNY, A.; SCHMIDT, V. Perfil de resistência antimicrobiana de isolados de *Escherichia coli* obtidos de águas superficiais e subterrâneas, em área de produção de suínos. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 11–17, 2011.
- SERAFIM, V. J.; RUIZ, L. G. P. Genes bacterianos de resistência no meio ambiente. **Revista Científica**. v. 1, n. 1, 2018.
- SHERLEY, M. *et al.* Evolution of multi-resistance plasmids in Australian clinical isolates of *Escherichia coli*. **Microbiology Society**, v. 150, n. 5, p. 1539-1546, 2004.
- SILVA, A.C. *et al.* Resistência antimicrobiana de *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* E *Escherichia coli* isolados de carcaças de frangos: resistência a antibióticos e óleos essenciais. **Viçosa**, v. 8, n. 1, p. 95-103, 2018.
- SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5ª Ed. São Paulo: Blucher, 2017.
- SILVA, P. H. F. **Impactos da qualidade da água na produção dos animais domésticos**. Trabalho de Conclusão de Curso para o grau de Bacharel em Zootecnia, PUC-GO, p. 38, 2021.
- SILVA, R. R. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água de um trecho do Rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.7, n. 6, p. 62847-62866, 2021.

- SILVA, T. S. M. **Qualidade microbiológica do Rio Carioca – RJ: isolamento e identificação de bactérias do grupo coliformes termotolerantes e sua susceptibilidade a antimicrobianos.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, p. 75, 2021.
- SILVEIRA, M. G. S. *et al.* Trajetória da Conferência Nacional Infantojuvenil pelo meio ambiente na fronteira oeste – RS. Rio Grande do Sul. DOI: 10.51859/ampla.tcn429.1121-0. 2021.
- SOUZA, W. G. S. *et al.* Resistance profile of *Bacteroides fragilis* isolated in Brazil. Do they shelter the *cfiA* gene? **The Journal of antimicrobial chemotherapy**, v. 45, n. 4, p. 475– 81, 2000.
- TARDOQUE, D. W. A. **Análise microbiológica da água do Instituto de Saúde de Nova Friburgo da Universidade Federal Fluminense.** Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Biomedicina, UFF, p. 51, 2019.
- VANDERZAAG, A. C. *et al.* Survival of *Escherichia coli* in agricultural soil and presence in tile drainage and shallow groundwater. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 90, p. 495-505, 2010.
- VISWANATHAN, V. C.; MOLSON, J.; SCHIRMER, M. Does river restoration affect diurnal and seasonal changes to surface water quality? A study along the Thur River, Switzerland. **Science of the Total Environment**, n. 532, p. 91-102, 2015.
- VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: UFMG, v. 7, p. 452, 2007.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** Belo Horizonte: UFMG, v.3. p. 588, 2005.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** UFMG, Belo Horizonte, v. 2, p. 246, 1996.
- YOUSFI, H. *et al.* Repurposing of Ribavirin as an Adjunct Therapy against Invasive Candida Strains in an In Vitro Study. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 23, n. 63, 2019.

ANEXOS

ANEXO A – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL pH DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	0,915	0,458	103,0	0,0004
REPETIÇÃO	2	0,009	0,004	1,0	0,444
ERRO	4	0,018	0,004		
Total corrigido	8	0,942			
Média Geral: 7,24					
CV%: 0,92					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO B – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL TURBIDEZ DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	531,05	265,528	1148,918	0,0000
REPETIÇÃO	2	0,462	0,231	1,0	0,444
ERRO	4	0,924	0,231		
Total corrigido	8	532,442			
Média Geral: 15,25					
CV%: 3,15					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO C – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	5279,395	2639,698	2082,145	0,0000
REPETIÇÃO	2	3,669	1,834	1,447	0,3367
ERRO	4	5,071	1,268		
Total corrigido	8	5288,135			
Média Geral: 74,68					
CV%: 1,51					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO D – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES TOTAIS DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	1787154,667	893577,333	7,295	0,0463
REPETIÇÃO	2	268020,667	134010,333	1,094	0,4178
ERRO	4	489934,667	122483,667		
Total corrigido	8	2545110,0			
Média Geral: 624,667					
CV%: 56,03					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO E – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES FECAIS DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	2048873,555	1024436,778	42,240	0,0020
REPETIÇÃO	2	38566,889	19283,444	0,795	0,5120
ERRO	4	97010,444	24252,611		
Total corrigido	8	2184450,889			
Média Geral: 429,889					
CV%: 36,23					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO F – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL RESISTÊNCIA À AMPICILINA DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	3945,682	1972,841	3,121	0,1525
REPETIÇÃO	2	5609,015	2804,508	4,437	0,0965
ERRO	4	2528,398	632,099		
Total corrigido	8	12083,095			
Média Geral: 46,28					
CV%: 54,33					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO G – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL RESISTÊNCIA A CIPROFLOXACINO DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	61,235	30,618	0,117	0,8928
REPETIÇÃO	2	61,235	30,618	0,117	0,8928
ERRO	4	1049,878	262,469		
Total corrigido	8	1172,349			
Média Geral: 7,41					
CV%: 218,60					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO H – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A
VARIÁVEL pH DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019
(COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	0,060	0,060	1,0	0,0000
REPETIÇÃO	2	0,000	0,000	1,0	0,0000
ERRO	2	0,000	0,000		
Total corrigido	5	0,060			
Média Geral: 7,50					
CV%: 0,00					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO I – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A
VARIÁVEL TURBIDEZ DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019
(COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	0,240	0,240	0,017	0,9079
REPETIÇÃO	2	35,583	17,792	1,269	0,4406
ERRO	2	28,030	14,015		
Total corrigido	5	63,853			
Média Geral: 8,47					
CV%: 44,22					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO J – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	104,167	104,167	179,083	0,0055
REPETIÇÃO	2	0,063	0,032	0,054	0,9484
ERRO	2	1,163	0,582		
Total corrigido	5	105,393			
Média Geral: 39,33					
CV%: 1,94					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO K – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES TOTAIS DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	29821,500	29821,500	0,298	0,6398
REPETIÇÃO	2	66197,000	330993,500	3,308	0,2321
ERRO	2	200091,000	100045,500		
Total corrigido	5	891899,500			
Média Geral: 313,500					
CV%: 100,89					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO L – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES FECAIS DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA PRIMAVERA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	0,000	0,000	0,000	0,9978
REPETIÇÃO	2	21,333	10,667	0,034	0,9669
ERRO	2	624,0	312,0		
Total corrigido	5	645,333			
Média Geral: 26,33					
CV%: 67,08					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO M – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A
VARIÁVEL RESISTÊNCIA À AMPICILINA DO RIO MAROMBAS
(CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA
PRIMAVERA)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	741,481	741,482	2,289	0,2695
REPETIÇÃO	2	647,963	323,982	1,0	0,5000
ERRO	2	647,963	323,982		
Total corrigido	5	2037,408			
Média Geral: 16,91					
CV%: 11,12					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO N – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A
VARIÁVEL RESISTÊNCIA A CIPROFLOXACINO DO RIO MAROMBAS
(CURITIBANOS, SC) EM 10/12/2019 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DA
PRIMAVERA)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	416,67	416,667	3,006	0,2251
REPETIÇÃO	2	92,410	46,205	0,333	0,7500
ERRO	2	277,223	138,612		
Total corrigido	5	786,300			
Média Geral: 13,90					
CV%: 84,70					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO O – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL pH DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	0,240	0,120	40,392	0,0022
REPETIÇÃO	2	0,000	0,000	0,071	0,9327
ERRO	4	0,012	0,003		
Total corrigido	8				
Média Geral: 7,61					
CV%: 0,72					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO P – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL TURBIDEZ DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	328,220	164,110	49233,000	0,0000
REPETIÇÃO	2	0,047	0,023	7,000	0,0494
ERRO	4	0,013	0,003		
Total corrigido	8				
Média Geral: 11,27					
CV%: 0,51					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO Q – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	49272,361	24636,180	29539,195	0,0000
REPETIÇÃO	2	0,329	0,164	0,197	0,8286
ERRO	4	3,336	0,834		
Total corrigido	8				
Média Geral: 104,58					
CV%: 0,87					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO R – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES TOTAIS DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	13516,222	6758,111	0,015	0,9851
REPETIÇÃO	2	13349,555	6674,778	0,015	0,9853
ERRO	4	1795597,889	448899,278		
Total corrigido	8				
Média Geral: 503,11					
CV%: 133,17					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO S – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES FECAIS DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	17032,847	8516,423	2,337	0,2088
REPETIÇÃO	2	14893,087	7446,543	2,078	0,2405
ERRO	4	14332,827	3583,207		
Total corrigido	8				
Média Geral: 65,03					
CV%: 92,04					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO T – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL RESISTÊNCIA À AMPICILINA DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	184,815	92,408	0,499	0,6404
REPETIÇÃO	2	184,815	92,408	0,499	0,6404
ERRO	4	740,371	185,093		
Total corrigido	8				
Média Geral: 5,55					
CV%: 244,89					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO U – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL RESISTÊNCIA A CIPROFLOXACINO DO RIO PESSEGUEIRINHO (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	2	0	0	0	0
REPETIÇÃO	2	0	0	0	0
ERRO	4	0	0		
Total corrigido	8				
Média Geral: 0					
CV%: 0					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO V – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL pH DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	0,204	0,204	0,823	0,460
REPETIÇÃO	2	0,366	0,018	0,738	0,575
ERRO	2	0,496	0,025		
Total corrigido	5				
Média Geral: 7,46					
CV%: 2,11					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO X – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL TURBIDEZ DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	0,135	0,135	0,248	0,668
REPETIÇÃO	2	0,963	0,481	0,884	0,531
ERRO	2	1,090	0,545		
Total corrigido	5				
Média Geral: 11,52					
CV%: 6,41					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; FC: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO W – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A
VARIÁVEL CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO RIO MAROMBAS
(CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL
DO VERÃO)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	16,968	16,968	1,858	0,3060
REPETIÇÃO	2	21,607	10,804	1,183	0,4581
ERRO	2	18,265	9,132		
Total corrigido	5				
Média Geral: 32,09					
CV%: 9,42					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO Y – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A
VARIÁVEL COLIFORMES TOTAIS DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC)
EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	556,806	556,806	3,268	0,2124
REPETIÇÃO	2	21,613	10,806	0,063	0,9404
ERRO	2	340,813	170,406		
Total corrigido	5				
Média Geral: 26,37					
CV%: 49,51					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO Z – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL COLIFORMES FECAIS DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	1734,000	1734,000	0,447	0,5725
REPETIÇÃO	2	4677,333	2338,666	0,603	0,6238
ERRO	2	7756,000	3878,000		
Total corrigido	5				
Média Geral: 43,67					
CV%: 142,61					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO AA – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL RESISTÊNCIA À AMPICILINA DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	46,482	46,482	1,000	0,4226
REPETIÇÃO	2	92,963	46,482	1,000	0,5000
ERRO	2	92,963	46,482		
Total corrigido	5				
Média Geral: 2,78					
CV%: 244,95					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

ANEXO AB – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VARIÁVEL RESISTÊNCIA A CIPROFLOXACINO DO RIO MAROMBAS (CURITIBANOS, SC) EM 20/02/2020 (COLETA CORRESPONDENTE AO FINAL DO VERÃO)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	1	185,926	185,926	4,000	0,1835
REPETIÇÃO	2	92,963	46,482	1,000	0,5000
ERRO	2	92,963	46,482		
Total corrigido	5				
Média Geral: 5,57					
CV%: 122,47					

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor tabelado; Pr: p-valor; CV: coeficiente de variação

**ANEXO AC – NÚMERO MAIS PROVÁVEL POR 100 mL, PARA SÉRIES DE 3
TUBOS COM INÓCULOS DE 10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL, E RESPECTIVOS
INTERVALOS DE CONFIANÇA DE 95%**

Pos. Tubos			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubos			MPN/g	Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	High	0.10	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<>	-	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	-

Fonte: Blodgett (1998)